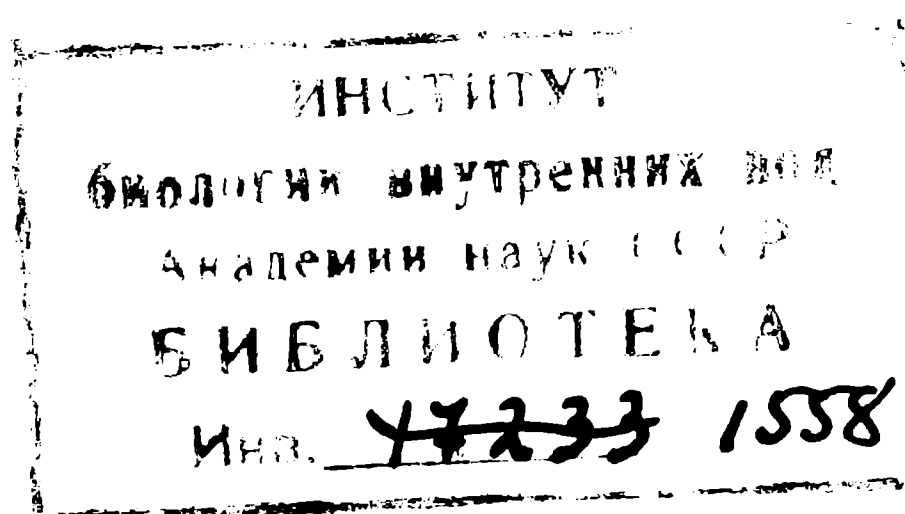


ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Сборник статей



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Москва · 1963 · Ленинград

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
доктор биологических наук

Б. С. КУЗИН

РЕДАКТОР ИЗДАНИЯ
доктор биологических наук

Б. К. ШТЕГМАН

С. И. КУЗНЕЦОВ, Н. М. КАЗАРОВЕЦ и Г. Л. МАРГОЛИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССА САМООЧИЩЕНИЯ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Воды рек и водохранилищ содержат весьма разнообразные по своей природе взвешенные и растворенные органические вещества, количество которых может сильно увеличиваться при загрязнении водоемов бытовыми и промышленными стоками или за счет образования в самом водоеме в процессе фотосинтеза. В зависимости от своего характера эти вещества более или менее быстро минерализуются в ходе химических и биологических процессов, протекающих в водоеме.

Общепринятый метод определения интенсивности процессов самоочищения воды сводится к следующему. На реке, ниже спуска промышленных или бытовых стоков, в месте полного перемешивания сточной воды с речной, определялась величина биологического поглощения кислорода (БПК). Далее в ряде пунктов, вниз по течению, производился аналогичный анализ воды и устанавливался тот пункт, где БПК снижалось до величины, соответствующей чистой воде, отобранной выше источника загрязнения. Зная быстроту течения реки, можно определить, через какое время и на каком расстоянии происходит самоочищение воды (Строганов, 1939). Как указывает С. Н. Строганов, скорость самоочищения зависит от полноты перемешивания воды, насыщения ее кислородом, температуры, величины загрязнения и т. д.

Обработка материалов по самоочищению воды в 5 реках европейской части СССР показала, что в летний период в процессе биохимического самоочищения воды за один час минерализуется от 0.4 до 1.15% органических веществ в пересчете на величину БПК за пятидневный срок. Иными словами, летом самоочищение воды происходит за 80—95 часов. Зимой срок самоочищения удлиняется до 135 часов. Однако быстроту самоочищения воды таким методом возможно определять лишь на тех участках реки, где после пункта сброса сточных вод на значительном расстоянии отсутствует постороннее загрязнение. Очевидно, этот метод не применим к водоемам замедленного стока, в частности к водохранилищам.

В связи с вышеуказанным в основу разработки метода определения интенсивности процесса самоочищения воды от легкоокисляемых загрязняющих веществ был положен следующий принцип. Определялась суточная величина деструкции органического вещества в изолированной пробе воды при температуре водоема, как это предлагал Г. Г. Винберг (1934). Величина деструкции органического вещества выражалась в кислороде и сравнивалась с величиной полного БПК, рассчитанной по формуле (Лапшин, 1952)

$$\text{БПК} = \frac{a_1^2}{2a_1 - a_2},$$

где a_1 и a_2 — биохимическое потребление кислорода в мг O_2 /л соответственно за 3 и 6 дней в каждой пробе.

Самоочищение реки Волги и волжских водохранилищ в 1960—1961 гг. (мг О₂/л)

Место отбора проб воды	Сентябрь 1960 г.										Июнь 1961 г.				
	нефильтрованная вода					фильтрованная вода					нефильтрованная вода				
	Деструкция	ВПК	общее орга- ническое вещество	Деструкция: ВПК, в %	ВПК: общее органическое вещество, в %	Деструкция	ВПК	общее орга- ническое вещество	Деструкция: ВПК, в %	ВПК: общее органическое вещество, в %	Деструкция	ВПК	общее орга- ническое вещество	Деструкция	ВПК: общее органическое вещество, в %
Рыбинское водохранилище у входа	0.71	—	27.0	—	—	0.72	—	24.0	—	—	0.82	4.47	24.8	18.4	18.0
Нижне Рыбинска	0.67	2.85	25.6	23.5	11.1	0.48	1.63	22.2	29.5	7.3	—	—	—	—	—
Выше Тутаева	0.81	4.1	27.7	19.7	14.8	0.84	2.4	25.5	35.0	9.4	0.98	4.84	32.3	20.3	15.0
Выше Ярославля	0.67	4.5	27.4	14.9	16.4	0.87	2.6	25.2	33.4	10.3	—	—	—	—	—
Нижне Ярославля	0.80	3.0	25.6	26.7	11.7	0.83	2.4	24.6	34.6	9.7	1.07	3.44	32.1	31.1	10.7
Некрасовское	1.18	3.8	31.9	31.1	11.9	0.75	2.6	—	28.8	—	2.0	4.7	20.0	42.6	23.5
Нижне Костромы	0.45	13	26.9	3.4	48.4	0.42	8	22.5	5.2	35.6	0.54	5.82	30.7	9.3	19.0
Илёс	0.33	1.72	26.3	19.2	6.6	0.30	2.1	23.8	14.3	8.8	1.13	4.86	40.9	23.2	11.9
Нижне Кинешмы	0.1	1.7	25.6	—	—	0.27	—	21.9	—	—	0.3	9.57	24.8	3.1	38.6
Решма	0.3	3.8	24.3	7.9	15.6	0.30	—	20.1	—	—	—	—	—	—	—
Юрьевец	0.52	5.4	24.8	9.6	21.8	0.53	1.8	20.5	29.5	8.8	1.1	4.75	21.4	23.2	17.3
Пучеж	1.06	3.6	29.2	29.5	12.3	0.60	—	23	—	—	0.46	4.60	33.6	10.0	13.7
Чкаловск	0.98	3.4	31	28.8	11.0	0.68	0.92	25.5	74.0	3.6	0.8	2.62	33.7	30.6	7.8
Правдино	0.64	2.4	27.4	26.7	8.8	—	1.6	24.9	—	6.4	—	—	—	—	—
Кстово	0.88	3.9	30.4	22.6	12.8	0.67	2.4	27.1	27.9	8.8	0.8	5.14	36.5	15.6	14.1
Лысково	1.3	4.9	30.0	26.5	16.4	0.59	2.1	22.8	28.1	9.2	0.34	3.80	—	8.9	—
Васильсурск	1.41	5.3	27.4	26.6	19.3	0.82	2.2	22.1	37.3	10.0	0.49	3.50	49.6	14.0	7.0
Козьмодемьянск	1.91	10.0	32.8	19.1	30.5	0.57	2.3	22.5	24.8	10.2	0.57	7.20	40.5	7.9	17.8
Выше Чебоксар	1.10	4.3	28.5	25.6	15.1	0.59	2.2	23.5	26.8	9.4	0.7	4.5	54.0	15.6	8.3
Зеленодольск	0.58	2.1	25.0	27.6	8.4	0.44	1.3	23.7	33.9	5.5	0.33	3.09	36.3	10.7	8.5
Нижне Казани	0.71	3.0	26.3	23.6	11.4	0.70	2.7	21.5	26.0	12.5	—	—	—	—	—
Усть-Камск	0.42	2.15	23.9	19.5	9.0	0.43	2.0	23.9	21.5	8.4	—	—	—	—	—
Камское расширение	0.49	1.75	24.0	28.0	7.3	0.38	1.4	21.5	27.1	6.5	0.40	2.46	23.4	16.3	10.5
Тетюши	0.36	6.3	23.0	5.7	27.4	0.17	6.3	23.0	27	27.4	—	—	—	—	—
Ундоры	0.27	6.8	23.5	4.0	29.0	0.28	2.1	23.5	13.3	8.9	—	—	—	—	—
Перед Черемшанским заливом	0.35	3.8	26.5	9.2	14.3	0.16	1.2	23.5	13.3	5.1	—	—	—	—	—
Черемшанский залив	0.22	—	26.9	—	—	0.22	8	22.0	2.7	36.4	—	—	—	—	—
Ягодное	0.25	2.9	23.6	8.6	12.3	0.25	1.0	23.2	25.0	4.3	—	—	—	—	—
Березовка	0.39	3.1	23.1	12.6	13.4	0.39	3.1	22.5	12.6	13.8	—	—	—	—	—

Поскольку проба воды была изолирована от поступления извне органических веществ, то путем сравнения суточной деструкции с полным БПК, дающим представление о количестве легкоокисляемых веществ, можно было рассчитать, какой процент легкоокисляемых веществ минерализуется за сутки.

Анализы быстроты самоочищения воды были проведены в сентябре 1960 г. и в июне 1961 г. во время двух рейсов по Волге. Во время первой экспедиции от Рыбинского водохранилища до г. Куйбышева были обследованы участки свободного течения реки и водохранилищ — Рыбинского, Горьковского и Куйбышевского. В ходе второго рейса были обследованы Волга и Кама от Рыбинского водохранилища до г. Перми в период конца паводка. В первом рейсе изучалась быстрота самоочищения фильтрованной и нефильтрованной воды, во втором рейсе — только нефильтрованной воды. Данные анализов представлены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 видно, что общее количество органических веществ, определенное путем сжигания хромовой кислотой и выраженное в кислороде, в нефильтрованной воде колебалось от 20 до 30 мг/л; количество органических взвесей как в районах свободного течения Волги, так и в водохранилищах не превышало 3—6 мг O_2 /л. Полное БПК, которое соответствует содержанию легкоминерализуемых органических веществ, было равно примерно 10—15% от их общего количества. Минерализация растворенных и взвешенных органических веществ в различных районах идет с разной быстротой. В большинстве районов свободного течения реки за сутки очищается 20—30% от легкоусвояемых веществ, что хорошо согласуется с данными С. Н. Строганова. В районах замедленного стока быстрота самоочищения замедляется и в ряде случаев падает до 5—10% в сутки. Как видно из табл. 1, в речной части Волги резкое снижение скорости процессов самоочищения наблюдалось в районе Костромы и Кинешмы. Это снижение происходит, по-видимому, за счет сброса ядовитых промышленных вод. Аналогичную картину мы наблюдали и в Каме (табл. 2) ниже Краснокамска. Кама в этом районе сильно загрязняется сульфитными щелоками и отходами целлюлозно-бумажной промышленности бумажного комбината. Несмотря на быстрое течение, эти загряз-

Таблица 2

Самоочищение р. Камы в июне 1960 г. (мг O_2 /л;
опыты ставились с нефильтрованной водой)

Место отбора проб воды	Деструкция	БПК	Общее органическое вещество	Деструкция: БПК, в %	БПК: общее органическое вещество, в %
Выше Краснокамска	0.55	—	—	—	—
Против Краснокамска	0.55	—	32.7	—	—
Выше Оханска	0.51	10.70	—	4.8	—
Оса	0.12	—	39.4	—	—
Бабки	0.60	4.16	45.3	14.4	9.2
Дулесово	0.44	3.40	34.4	12.9	9.9
Боярки	1.04	2.91	33.5	35.8	8.7
Устье р. Белой	0.33	2.70	—	12.2	—
Красный Бор	0.60	5.96	34.4	10.0	17.3
Набережные Челны	0.53	3.28	31.4	16.2	10.4
15 км ниже с. Соколки	0.60	3.54	35.3	17.0	10.0
Рыбная Слобода	0.28	3.56	30.7	7.9	11.6
Камское расширение, Куйбышевское водохранилище	0.40	2.46	23.4	16.3	10.5

нения тянутся на большое расстояние вдоль правого берега и легко обнаруживаются по повышенной величине электропроводности воды и БПК, которое даже в районе Оханска равно 10.7. В связи с этим загрязнением процесс самоочищения воды здесь замедляется. В районе Оханска в сутки минерализуется всего 4.8% от величины БПК, а во всей Каме эта величина, как правило, не превышает 17%.

Сравнивая интенсивность процессов самоочищения воды в Волге и волжских водохранилищах осенью 1960 г. и весной 1961 г., убеждаемся, что в конце лета процессы минерализации органических веществ идут интенсивнее.

ЛИТЕРАТУРА

- В и н б е р г Г. Г. 1934. Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. Тр. лимнолог. ст. в Косине, вып. 18.
Л а п ш и н М. И. 1952. Разработка способов очистки сточных вод. Изд. АН СССР, М.
С т р о г а н о в С. Н. 1939. Итоги работ по изучению процессов загрязнения и самоочищения водоемов. Сб. «Загрязнение и самоочищение водоемов». Изд. Моск. Всес. инст. коммун. санит. и гигиены, М.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

В. А. ЭКЗЕРЦЕВ и В. В. ЭКЗЕРЦЕВА

К ИЗУЧЕНИЮ ФЛОРЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Флора зоны временного затопления Иваньковского водохранилища изучалась нами в 1957—1961 гг. Под зоной временного затопления искусственного водоема мы понимаем прибрежную зону, расположенную между отметками уровня при нормальном подпорном горизонте (НПГ) и его максимальном зимнем падении. Разница между максимальным и минимальным уровнями на Иваньковском водохранилище около 7 м. Зарастанию же подвержены участки до 2 м глубины. Более глубокому проникновению высших растений препятствует малая прозрачность воды в водохранилище. При составлении списка флоры мы не учитывали растений зоны подтопления и зоны кратковременного паводкового затопления, которые наблюдаются в верховьях этого водоема. Таким образом, в список заносились лишь виды, развивающиеся довольно продолжительное время частично или полностью в затопленном состоянии (под водой).

Иваньковское водохранилище существует уже 25 лет. Стабильный летний режим уровня способствовал созданию в зоне литорали этого водоема сформированного растительного покрова. Сообщества макрофитов приурочены к определенным биотопам и располагаются на поперечном профиле берега хорошо выраженными поясами (рисунок).

Значение отдельных факторов формирования флоры водохранилища бывает различным в зависимости от его возраста. Если при заселении водохранилища в первые годы его существования состав флоры зависит от случайного заноса семян и других зачатков растений, то при дальнейшем отборе видов большое значение имеют режим уровня водоема, климат района и трофические особенности грунтов и вод.

В настоящее время на Иваньковском водохранилище нами зарегистрировано 226 видов сосудистых растений (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Систематические группы растений, представленные
на мелководьях Иваньковского водохранилища**

Тип	Классы	Количество			
		поряд- ков	се- мейств	родов	видов
Хвоцеобразные	Хвощи	1	1	1	2
Папоротникообраз- ные	Папоротники	1	1	1	1
Покрытосеменные }	Двудольные	22	38	74	130
	Однодольные	10	13	39	93
Всего	4	34	53	115	226

По экологическим группам растений флора Иваньковского водохранилища распределяется следующим образом: мезо-гигрофиты — 19 видов, или 8%; гигрофиты — 132 вида, или 60%; гидрофиты — 45 видов, или 20%; гидатофиты — 30 видов, или 12%. По числу видов наиболее обширна группа растений гигрофитов, тогда как собственно прибрежно-водные и водные растения составляют всего 32% от флоры водоема. Боль-



Растительные пояса в заливе Иваньковского водохранилища.

шинство видов распределено равномерно по всей площади побережья. Однако намечается некоторая приуроченность отдельных экологических групп растений к определенным биотопам. Так, в верховьях заливов и в сильно заросших межостровных протоках встречаются преимущественно гелофильные растения. В верховьях водохранилища на участках ежегодного весеннего обогащения грунтов аллювиальными отложениями преобладают эвтрофные виды. К песчаным грунтам открытых прибрежий приурочены виды, жизненные формы которых вырабатывались в условиях прибойной зоны или большой проточности.

Наиболее часто встречаются на Иваньковском водохранилище *Carex acuta* L., *Equisetum fluviatile* L., *Glyceria aquatica* (L.) Wahlenb., *Phragmites communis* Trin., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Rchb., *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L., *P. natans* L., *P. compressus* L., *P. pectinatus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium simplex* Huds., *S. ramosum* Huds., *Stratiotes aloides* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Nymphaea candida* Resl., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Polygonum amphibium* L.; довольно часто — *Acorus calamus* L., *Butomus umbellatus* L., *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Scolochloa festucacea* Link, *Digraphis arundinacea* (L.) Trin., *Ceratophyllum demersum* L.

Большинство этих растений — доминанты и эдификаторы сообществ, занимающих значительные площади мелководий. Число доминантов и содоминантов достигает 61 вида, или 27% от общего состава флоры. Растения же наиболее многочисленной группы гигрофильных видов сообществ не образуют, а растут единично в фитоценозах гидрофитов. Довольно высокий процент гелофитов, входящих в состав флоры водохранилища (23%), свидетельствует о начавшемся процессе заболачивания мелководий.

Несмотря на жесткость экологических условий, флора мелководий водохранилища значительно богаче флоры естественных водоемов. Совмещение в водохранилище условий среды, аналогичных с условиями среды реки, озера, болота и пересыхающего водоема, расширяет состав его флоры и делает доступными отдельные участки его мелководий для видов различных экологических типов.

Как указывалось ранее, флора искусственного водоема определяется не только флорой окружающей территории, но в огромной степени зависит от гидрологического режима водоема, в основном от режима уровня, регулируемого человеком. Незначительное летнее падение уровня создает благоприятные условия не только для амфибийной растительности, но и для растений влажных местообитаний (гигрофиты). Погруженные и плавающие растения (гидатофиты), занимающие более глубокие участки мелководий, не страдают от такого колебания уровня, так как до окончания вегетации остаются в условиях обводнения. При более значительном летнем падении горизонта вод задерживается развитие всех групп растений. Иногда летняя сработка приводит к выпадению из флоры некоторых массовых видов. Например, одной из причин незначительного распространения рогоза на водохранилищах является ослабление его конкурентной мощи в условиях колеблющегося уровня. Еще более неблагоприятно для плавающих и погруженных растений непостоянство степени наполнения водохранилища. Чередующиеся годы высокого и низкого уровня резко меняют среду существования гидрофильных и гидатофильных растений, которые переносят неблагоприятный период в виде покоящихся зачатков. Повторение нескольких маловодных лет подряд вызывает гибель последних.

Мы сопоставили флоры Рыбинского и Иваньковского водохранилищ (табл. 2). Оба эти водоема расположены в одинаковых климатических условиях, но резко отличаются по гидрологическому режиму.

Иваньковское водохранилище ежегодно наполняется до одной отметки, тогда как уровень Рыбинского — колеблется по годам. В зоне временного затопления Рыбинского водохранилища зарегистрировано 429 видов растений (Богачев, 1952), из них 167 общих с Иваньковским. Коэффициент общности между флорами этих водоемов равен 35. Такой низ-

Т а б л и ц а 2

Сравнение флор Иваньковского и Рыбинского водохранилищ

Экологическая группа	Иваньковское водохранилище		Рыбинское водохранилище		Коэффициент общности
	число видов				
	абсолютное	в %	абсолютное	в %	
Мезо-гигрофиты	19	8	249	56	5
Гигрофиты	132	60	120	28	62
Гидрофиты	45	20	34	9	75
Гидатофиты	30	12	26	7	80
Всего	226	100	429	100	35

кий коэффициент общности объясняется прежде всего различиями в гидрологическом режиме этих водоемов.

При рассмотрении списка видов по экологическим группам растений (табл. 2) видно, что большее число видов флоры Рыбинского водохранилища объясняется преобладанием мезо-гигрофильных растений (Иваньковское — 19 видов, Рыбинское — 249). Большинство растений этой группы развивается на побережье Рыбинского водохранилища в годы низкого уровня и не переносит сколько-нибудь длительного затопления. Так, при длительном затоплении выпадает из прибрежной зоны большинство видов семейства *Compositae*, *Labiatae*, *Rosaceae*, *Papilionaceae*, *Caryophyllaceae*. Совершенно отсутствуют в зоне временного затопления Иваньковского водохранилища лилейные, плауновые, вересковые, сосновые и другие, встречающиеся в литорали Рыбинского.

Наиболее высокий коэффициент общности у групп гидатофильных и гидрофильных растений. На Иваньковском водохранилище в сравнении с Рыбинским эти группы представлены бóльшим числом видов. При обследовании мелководий Иваньковского водохранилища нами собраны следующие виды, не отмеченные ранее в Калининской области: *Potamogeton Friesii* Rupr. — правый берег Волги, залив у с. Городня; *Utricularia neglecta* Lehm. — залив у д. Федорово; *Oenothera biennis* L. — левый берег Волги, близ д. Лисицы; *Trapa natans* L. — залив у д. Новоселье. Кроме того, на мелководьях водохранилища неоднократно были отмечены *Leersia oryzoides* (L.) Sw. и *Aristolochia clematitis* L., не указанные для Калининской области М. Л. Невским (1947—1952).

Необходимо отметить, что чилим (*Trapa natans* L.) был найден в 1957 г. в верховьях Новосельского залива в числе 10 экземпляров и является, по всей вероятности, заносным. В последние годы на ряде участков водохранилища произведены опытные посадки другого нового для области вида — риса многолетнего *Zizania latifolia* Turcz. Из водных растений, обитающих в водоемах Калининской области, не обнаружены на водохранилище *Potamogeton rutilus* Wolfg., *Potamogeton panormitanus* Biv.-Bern., *Potamogeton praelongus* Wulf., *Zannichellia palustris* L., *Najas flexilis* (Willd.) Rostk., *Najas tenuissima* A. Br., *Ceratophyllum submersum* L., *Nymphaea tetragona* Georgi и некоторые др. В большинстве случаев — это редко встречающиеся растения, играющие незначительную роль в сложении фитоценозов.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о г а ч е в В. К. 1952. Формирование водной растительности Рыбинского водохранилища. Уч. зап. Ярославск. гос. пед. инст., вып. XIV.
- Н е в с к и й М. Л. 1947—1952. Флора Калининской области, Ч. I—II. Уч. зап. Калининск. гос. пед. инст. им. М. И. Калинина.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

А. М. ОВЕСНОВ

ВСХОЖИЕ СЕМЕНА В ПОЧВЕ, ЗАТОПЛЕННОЙ ВОДАМИ ПЕРМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Семена многих дикорастущих растений отличаются высокой биологической стойкостью — способностью сохранять всхожесть в естественных условиях в течение весьма длительного срока. Поэтому в почве всегда содержатся жизнеспособные семена многих видов растений. Формирование растительности прибрежных и мелководных участков водохранилищ в первый период протекает в основном за счет запасов семян в затопленной почве.

Однако прорастание семян в затопленной и переувлажненной почве происходит не сразу. Больше того, семена очень многих наземных растений в этих условиях прорастают в очень небольшом количестве или не прорастают вовсе. Не проросшие семена длительное время сохраняют всхожесть. При колебании уровня водохранилищ эти семена могут стать одним из основных источников зарастания обсохших прибрежий и мелководных пространств.

Нами произведено исследование содержания всхожих семян в почве Сылвенского залива Пермского водохранилища после 5 лет затопления. Образцы почвы для определения содержания в них семян были взяты в долине р. Сылвы у с. Насадка Кунгурского района на участке с луговой дерновой почвой, использовавшемся до затопления под посев полевых культур. Этот участок в периоды наполнения водохранилища до уровня НПГ затопляется на глубину 3 м. Он освобождается от воды только в период максимальной сработки — в начале апреля, а к 10—12 мая вновь затопляется водой. За время освобождения от воды почва остается сильно переувлажненной и холодной, и прорастания семян здесь, по-видимому, не происходит, так как в этих условиях ни всходов каких-либо растений, ни взрослых форм их мы не наблюдали.

Образцы почвы брались 10 мая 1959 г. путем вырезания кубиков $10 \times 10 \times 10$ см в двадцатикратной повторности (общая площадь учета 0.2 м^2). Во всех повторностях кубик делился на 3 слоя (верхний 0—1 см, средний 2—5 см и нижний 6—10 см), которые исследовались отдельно. Содержание всхожих семян в почве определялось путем проращивания в плоских деревянных ящиках, на дно которых насыпался прокаленный песок слоем в 5 см; почва накладывалась поверх песка слоем в 1.5—2 см. Появляющиеся всходы после определения и пересчета удалялись. Проращивание велось в 1959 и 1960 гг. с мая по сентябрь. Зимой 1959/60 г. ящики находились в естественных условиях, на морозе.

Как видно из таблицы, в верхнем слое дерново-луговой почвы (0—10 см), использовавшейся до затопления под посев полевых культур,

Содержание всхожих семян на 0.2 м² верхнего слоя почвы, затопляющейся в течение 5 лет водами Пермского водохранилища

Вид растения	Слой почвы, в см						Всего
	0—1		2—5		6—10		
	1959 г.	1960 г.	1959 г.	1960 г.	1959 г.	1960 г.	
Злаки							
<i>Agropyron repens</i>	—	—	1	—	—	—	1
<i>Agrostis</i> sp.	1	—	1	—	—	—	2
<i>Alopecurus fulvus</i>	—	—	—	—	1	—	1
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	—	—	—	—	—	1
<i>Festuca rubra</i>	—	—	—	—	1	—	1
<i>Poa annua</i>	—	—	—	1	2	—	3
<i>P. pratensis</i>	—	—	1	—	3	—	4
<i>Setaria viridis</i>	—	—	2	—	—	—	2
Число экземпляров	2	—	5	1	7	—	15 (2.60%)
Бобовые							
<i>Trifolium arvense</i>	1	—	3	—	3	—	7
<i>T. pratense</i>	—	—	—	1	—	—	1
<i>T. repens</i>	—	—	1	—	—	—	1
<i>Trifolium</i> sp.	—	1	—	—	—	2	3
<i>Vicia hirsuta</i>	1	4	6	9	5	11	36
Число экземпляров	2	5	10	10	8	13	48 (8.30%)
Сорняки							
<i>Capsella bursa pastoris</i>	—	—	—	—	—	1	1
<i>Chenopodium album</i>	8	2	7	1	—	1	19
<i>Ch. polyspermum</i>	—	—	7	1	10	—	18
<i>Erodium cicularium</i>	3	—	1	—	—	—	4
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	—	—	1	—	—	—	1
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	6	—	122	3	92	4	227
<i>Gypsophila muralis</i>	—	—	6	—	1	—	7
<i>Matricaria suaveolens</i>	6	1	13	3	22	6	51
<i>Myosotis arvensis</i>	—	—	1	—	—	—	1
<i>Nasturtium palustre</i>	—	—	6	—	—	—	6
<i>Plantago major</i>	—	1	2	1	6	7	17
<i>Polygonum aviculare</i>	1	—	4	—	2	—	7
<i>P. convolvulus</i>	8	1	10	—	9	1	29
<i>Potentilla norvegica</i>	—	—	15	1	6	—	22
<i>Rumex acetosella</i>	—	—	1	—	—	—	1
<i>Sonchus arvensis</i>	2	10	—	1	—	—	13
<i>Stachis palustris</i>	—	—	1	2	—	—	3
<i>Stellaria medium</i>	—	—	—	1	—	2	3
<i>Taraxacum officinale</i>	—	—	14	1	20	8	43
<i>Urtica dioica</i>	—	2	—	1	—	17	20
<i>U. urens</i>	1	3	2	13	4	1	24
Число экземпляров	35	20	213	29	172	48	517 (89.10%)
Общее число семян	39	25	228	40	187	61	580

после 5-летнего пребывания под водой обнаружены всхожие семена 34 видов, в том числе 8 злаков, 5 бобовых и 21 вид сорно-полевых растений. Помимо этого, некоторые всходы, относящиеся примерно к 5 видам двудольных, остались не определенными, так как они погибли в фазе семядольных листьев. Эти всходы при подсчетах не учтены.

Всего зарегистрировано 580 проросших семян, из которых сформировались вполне жизнеспособные растения, что в пересчете на 1 га составляет 29 000 000 штук.

По количеству видов злаки составляют от общего числа 23.5%, бобовые — 14.7% и сорно-полевые растения — 61.8%. По количеству же жизнеспособных семян на долю злаков приходится 2.6%, бобовых — 8.3%, сорно-полевых — 89.1%. Всхожие семена всех видов злаков представлены одним или несколькими экземплярами. Из бобовых значительное количество семян дает *Vicia hirsuta* (180 на 1 м²).

Клевера представлены единичными всходами, за исключением *Trifolium arvense*, имеющего 35 всхожих семян на 1 м².

Среди сорно-полевых растений абсолютно преобладают семена *Gnaphalium uliginosum*, составляющие 39% от общего количества семян всех видов. Много жизнеспособных семян дают *Matricaria*, *suaveolens*, *Polygonum convolvulus*, *Taraxacum officinale*, *Potentilla norvegica*, *Chenopodium album* и ряд других.

Необходимо отметить, что жизнеспособные семена из затопленной почвы имеют очень недружную всхожесть. Они прорастают постепенно в течение весьма длительного срока. В нашем опыте с мая по сентябрь 1959 г. проросло семян 454 (78%), за этот же период 1960 г. — 126 семян (22%). Надо полагать, что при проращивании учтены не все жизнеспособные семена, так как отдельные проростки появились в самом конце второго года проращивания.

Всходы некоторых видов (*Vicia hirsuta*, *Plantago major*, *Sonchus arvensis*, *Urtica urens*) появились в большом количестве во второй год проращивания, а проросшие семена *Urtica dioica*, *Stellaria medium* и *Capsella bursa pastoris* обнаружены только во второй год проращивания. Причина длительного прорастания кроется в свойствах семян дикорастущих растений, отличающихся медленным прорастанием вообще и способностью переходить при неблагоприятных условиях во вторичный покой.

Жизнеспособные семена располагаются в затопленной почве неравномерно. На 1 дм³ почвы приходится следующее количество всхожих семян: в слое 0—1 см — 32; 2—5 см — 33, и 6—10 см — 25. По слоям почвы обнаружено следующее количество видов, имеющих всхожие семена: в слое 0—1 см — 15; 2—5 см — 29, и 6—10 см — 21. Таким образом, наиболее богат по видовому составу и количеству жизнеспособных семян слой 2—5 см. Относительно низкое содержание семян в самом поверхностном горизонте почвы (0—1 см) вызвано, по-видимому, тем, что верхняя часть этого слоя представлена тонким наилком, образовавшимся в течение 5 лет существования водохранилища. Он лишен или почти лишен семян растений, так как возможность попадания их сюда весьма ограничена. Возможно также, что в период кратковременного весеннего освобождения участка от воды некоторые семена успевают набухнуть или даже наклюнуться, после чего они, высыхая, теряют жизнеспособность.

В. А. ЭКЗЕРЦЕВ, И. А. ГУБАНОВ и Н. И. ЛИБИЗОВ

О НАЛИЧИИ СЕРДЕЧНЫХ ГЛЮКОЗИДОВ В ПРИБРЕЖНЫХ И ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Всестороннее использование прибрежной и водной растительности является одной из основных проблем освоения мелководий искусственных водоемов. В 1961 г. нами проведены анализы ряда растений зоны временного затопления волжских водохранилищ на содержание в них физиологически активных веществ, в частности сердечных гликозидов.

Для анализов брались наиболее распространенные на мелководьях водохранилищ виды, дающие значительную зеленую массу. Определение наличия сердечных гликозидов выполнено в Лаборатории гликозидов Всесоюзного научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) по методике, разработанной Н. И. Либизовым.

Из 87 видов, подвергнутых анализу, присутствие сердечных гликозидов обнаружено только в трех: *Digraphis arundinaceae* (L.) Trin., *Potamogeton lucens* L. и *Scirpus radicans* Schkur. Указанные растения могут послужить источником для производства препаратов сердечного действия. Площади ассоциаций с господством рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* L.) на Иваньковском водохранилище занимают около 341 га. Годовая продукция этого растения здесь достигает 675 т в абсолютно сухом весе (Экзерцев, 1958). Довольно велика площадь его зарослей также на Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Два других вида обильны в зоне временного затопления и в зоне подтопления всех волжских водохранилищ. Урожай зеленой массы сообществ *Scirpus radicans* Schkur. на мелководьях Горьковского водохранилища — около 30 ц/га. *Digraphis arundinaceae* (L.) Trin. в благоприятных условиях увлажнения дает 60—70 ц/га сена (Леонтьев, 1957).

ЛИТЕРАТУРА

- Леонтьев А. М. 1957. Канареечник — на службу охотничьему хозяйству. Охота и охотничье хозяйство, № 5.
Экзерцев В. А. 1958. Продукция прибрежноводной растительности Иваньковского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Всесоюзный институт лекарственных
и ароматических растений

А. В. МОНАКОВ

О НАХОЖДЕНИИ MACROCYCLOPS DISTINCTUS (RICHARD) (COPEPODA, CYCLOPOIDA) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

К роду *Macrocyclus* относятся 4 вида циклопов, из которых 3 встречаются на территории СССР, а один является эндемиком Явы. Из первых трех видов два — *M. albidus* и *M. fuscus* — широко распространены в Союзе и населяют побережье и придонные слои самых разнообразных водоемов. Третий вид — *M. distinctus* — на территории СССР был встречен в 1930 г.

А. Зиновьевым (1935) в оз. Кукай Челябинской обл. и позднее В. И. Монченко (1954) в водоемах окрестностей Киева. После этого *M. distinctus* никем не был найден. По данным зарубежных авторов, этот вид населяет различные водоемы Европы, Азии, Северной Америки, Африки и Австралии (Harding a. Smith, 1960; Lindberg, 1941, 1959).

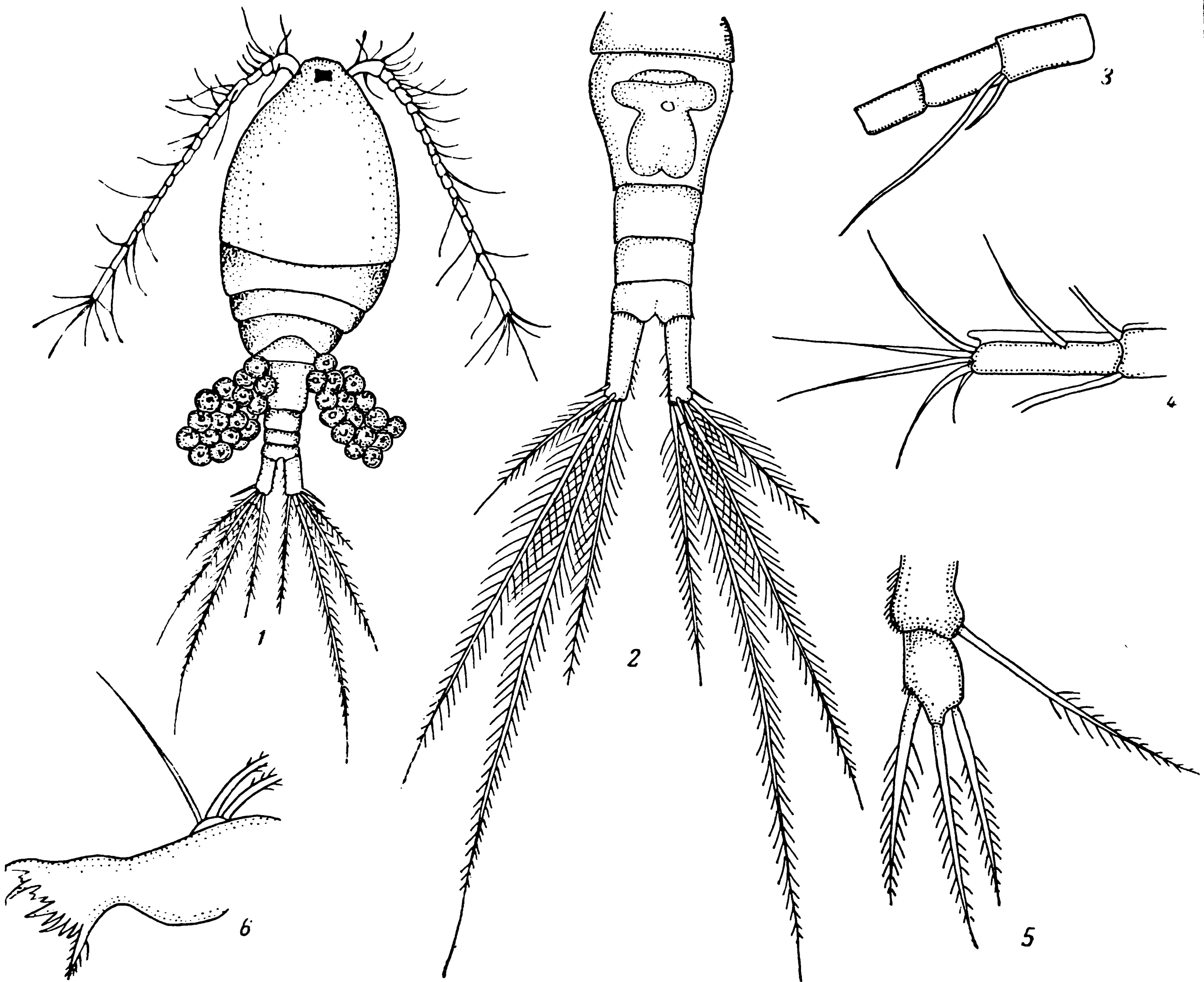


Рис. 1. *Macrocyclus distinctus*, ♀, размер 1.9 мм.

1 — общий вид; 2 — abdomen; 3 — 12—14-й членики первых антенн; 4 — 17-й членик первых антенн; 5 — V пара ног; 6 — мандибула.

В. М. Рылов (1948) считает возможным более широкое распространение *M. distinctus* и по территории СССР.

Исследуя в 1961 г. зарослевую фауну прибрежной зоны Рыбинского водохранилища, мы встретили в большом количестве *M. distinctus*.¹ Половозрелые самцы и самки этого вида попадались в значительном числе в течение всего лета и осени, совместно с двумя другими видами *Macrocyclus*.

Морфологически *M. distinctus* очень близок к *M. fuscus*. Поэтому их часто смешивают между собой. Одно время Шмейль (Schmeil, 1892) считал *M. distinctus* гибридом между *M. albidus* и *M. fuscus*, однако позднее (1898) высказался за его видовую самостоятельность. Последнее под-

¹ Наше определение было подтверждено С. И. Уломским, которому, пользуясь случаем, выражаем свою искреннюю признательность.

твердилось опытами Х. Брауна (Braun, 1909) и Р. Нейбаура (Neubaur, 1912) по скрещиванию *M. albidus* и *M. fuscus*, которые дали отрицательный результат. Наши наблюдения над питанием *Macrocylops* показали, что *M. distinctus* хорошо характеризуется и биологическими признаками.

Для того чтобы облегчить различение *M. distinctus* и *M. fuscus*, приводим рисунки их общего вида и некоторых характерных частей тела

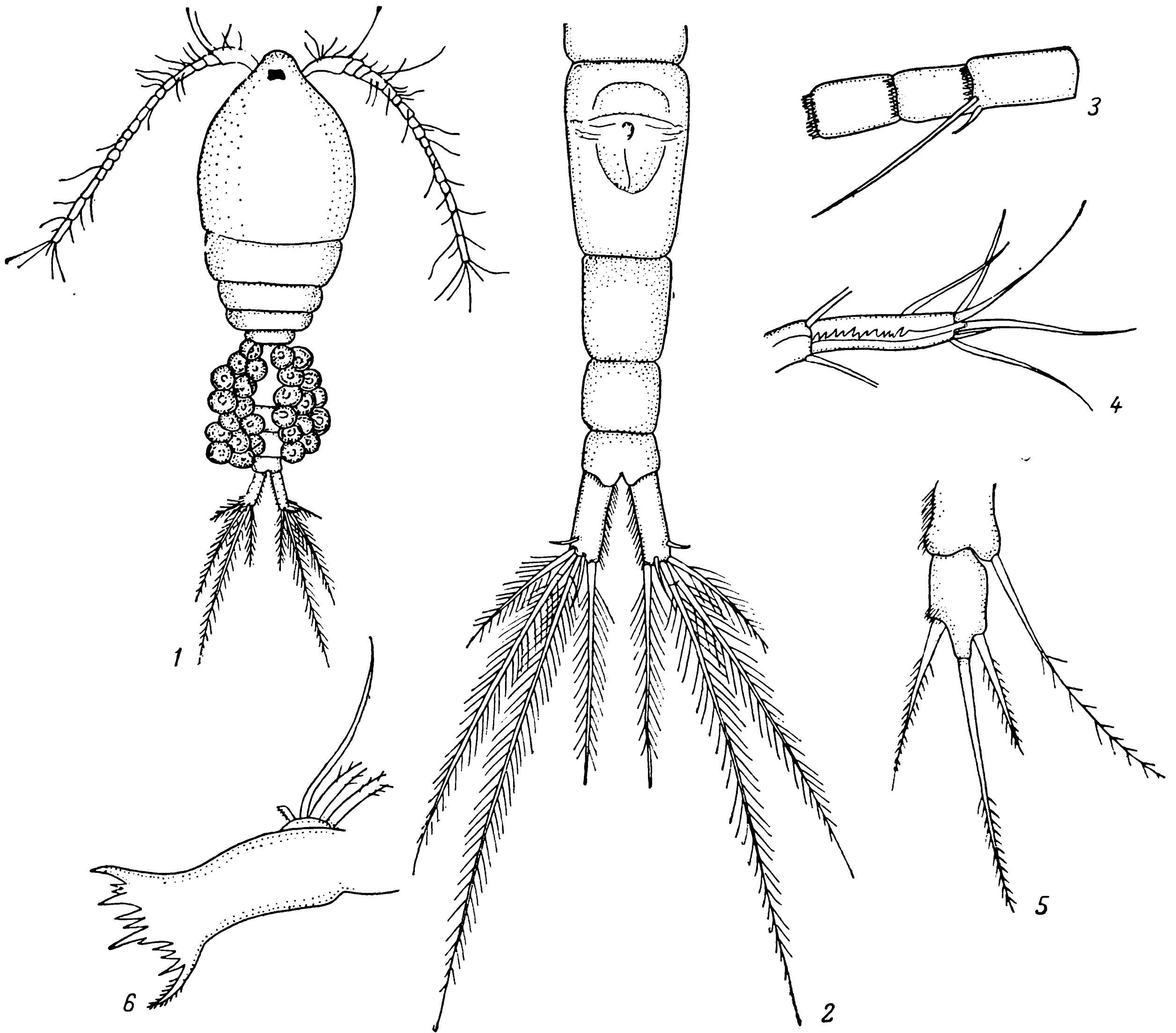


Рис. 2. *Macrocylops fuscus*, ♀, размер 1.9 мм.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

(рис. 1 и 2), а также даем описание *M. distinctus* (по самкам), сравнивая его с *M. fuscus*.

Передний отдел тела *M. distinctus* — цефалоторакс + торакс — правильной овальной формы (у *M. fuscus* он несколько суживающийся кзади). Отношение его длины к ширине 1.6 : 1; 1.7 : 1. Генитальный сегмент значительно шире и короче, чем у *M. fuscus*. Его длина почти равна ширине (у *M. fuscus* его длина в 1.6—1.7 раза больше ширины). *Receptaculum seminis* в заднем отделе с более объемистыми боковыми выростами, которые у *M. fuscus* почти не выражены. Весь abdomen *M. distinctus* значительно короче, чем у *M. fuscus*, — его длина в 1.9 раза больше ширины. Длина фуркальных ветвей в три раза превышает их ширину, их внутрен-

ние края усажены небольшим числом редко расположенных волосков (у *M. fuscus* эти волоски густо расположены по всему внутреннему краю фуркальных ветвей). Сензорная колба на 12-м членике первых антенн длиннее, чем у *M. fuscus*. Поперечные ряды шипиков на 8—10-м и 12—14-м члениках первых антенн и глубоко зазубренная гиалиновая пластинка 17-го членика, свойственные *M. fuscus*, у *M. distinctus* не выражены. Предпоследний членик задних антенн короче дистального. Щупальце мандибул без короткого зубцеобразного выроста, свойственного *M. fuscus*. Максиллы сходны с таковыми *M. fuscus*, но несколько меньше по размеру. Волосовидная щетинка на верхнем переднем крае дистального членика максиллярных ног в 2 с лишним раза длиннее, чем у *M. fuscus*. Ноги пятой пары, как у *M. fuscus*, но боковые придатки дистального членика длиннее, чем у последнего вида. Окраска от желтовато-зеленоватых до голубовато-синих тонов. Яркие жировые включения, свойственные *M. fuscus*, отсутствуют. Яйцевые мешки крупные, темно-коричневые, слабо расходящиеся (у *M. fuscus* они плотно прилегают к абдомену). Длина половозрелых самок 1.9—2.1 мм.

Несомненно, *M. distinctus* достаточно широко распространен в пределах СССР. Его отсутствие в фаунистических списках объясняется смешением этого вида с *M. fuscus*. Очевидно, что данные С. Г. Рзаевой (1957) о потреблении *M. fuscus* в Мингечаурском водохранилище растительной пищи и детрита следует отнести к *M. distinctus*; тем более что хищный образ жизни *M. fuscus* был доказан Н. А. Дзюбаном (1939), Ж. Фрайером (Fryer, 1957) и подтвердился нашими исследованиями по питанию циклопов этого рода.

ЛИТЕРАТУРА

- Д з ю б а н Н. А. 1939. Новые данные о питании некоторых *Copepoda*. Тр. Мосрыбвтуза, вып. II.
- З и н о в ь е в А. 1935. Постоянные пресные водоемы Троицкого лесостепного заповедника и его окрестностей. Фауна *Copepoda* и *Phyllopora*. Тр. Пермск. бнol. научно-иссл. инст., № 6.
- М о н ч е н к о В. И. 1954. Про знаходження *Macrocyclops distinctus* на Україні. Студентські наукові праці, Зб. XIV. Біологія.
- Р з а е в а С. Г. 1957. К вопросу о роли фитопланктона в питании зоопланктона и рыб Мингечаурского водохранилища. Докл. АН Азерб. ССР, т. XIII, № 5.
- Р ы л о в В. М. 1948. *Cyclopoida* пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные, т. III, вып. 3.
- B r a u n H. 1909. Die spezifischen Chromosomenzahlen der einheimischen Arten der Gattung Cyclops. Arch. Zellf., № 3.
- F r y e r G. 1957. The food of some freshwater *Cyclopoid Copepods* and its ecological significance. J. anim. ecol., vol. 26, № 2.
- H a r d i n g J. P. a. W. A. S m i t h. 1960. A Key to British Freshwater *Cyclopoid* and *Calanoid Copepods*. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, № 18.
- L i n d b e r g K. 1941. *Cyclopides* (Crustacés Copépodes) del'Inde, VI, VII. Records of the Indien Museum, vol. XLIII.
- L i n d b e r g K. 1959. *Cyclopides* (Crustacés Copépodes) Contribution à l'étude de la faune Afghanistan, 13. Lunds Universitets Arsskrift. N. F., Avd. 2, Bd. 56, № 4.
- N e u b a u r R. 1912. Ueber Beziehungen zwischen *Cyclops fuscus* (Jur), *Cyclops albidus* (Jur) und dem angenommenen Bastard *Cyclops distinctus* (Richard). Zool. Jahrb., Syst. 34.
- S c h m e i l O. 1892. Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden, 1. *Cyclopiidae*, Bibl. Zool., Bd. 4, H. 11.
- S c h m e i l O. 1898. Deutschlands, freilebende Süßwasser-Copepoden. Nachtrag zu den Familien der Copepoden und Centropagiden. Bibl. Zool., Bd. 8, 21.

М. Я. КИРПИЧЕНКО и С. М. ЛЯХОВ

О ПРОНИКНОВЕНИИ *THEODOXUS PALLASI* LINDH.
(MOLLUSCA GASTROPODA) В НИЖНЮЮ ВОЛГУ

В пресных и солоноватых водах СССР обитает 6 видов рода *Theodoxus* (Жадин, 1952). Из них *Th. pallasii* распространен в Каспии, Арале, Азовском и Черном морях, *Th. schultzei* встречается только в Каспии, а остальные связаны в той или иной степени с речными системами Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов.

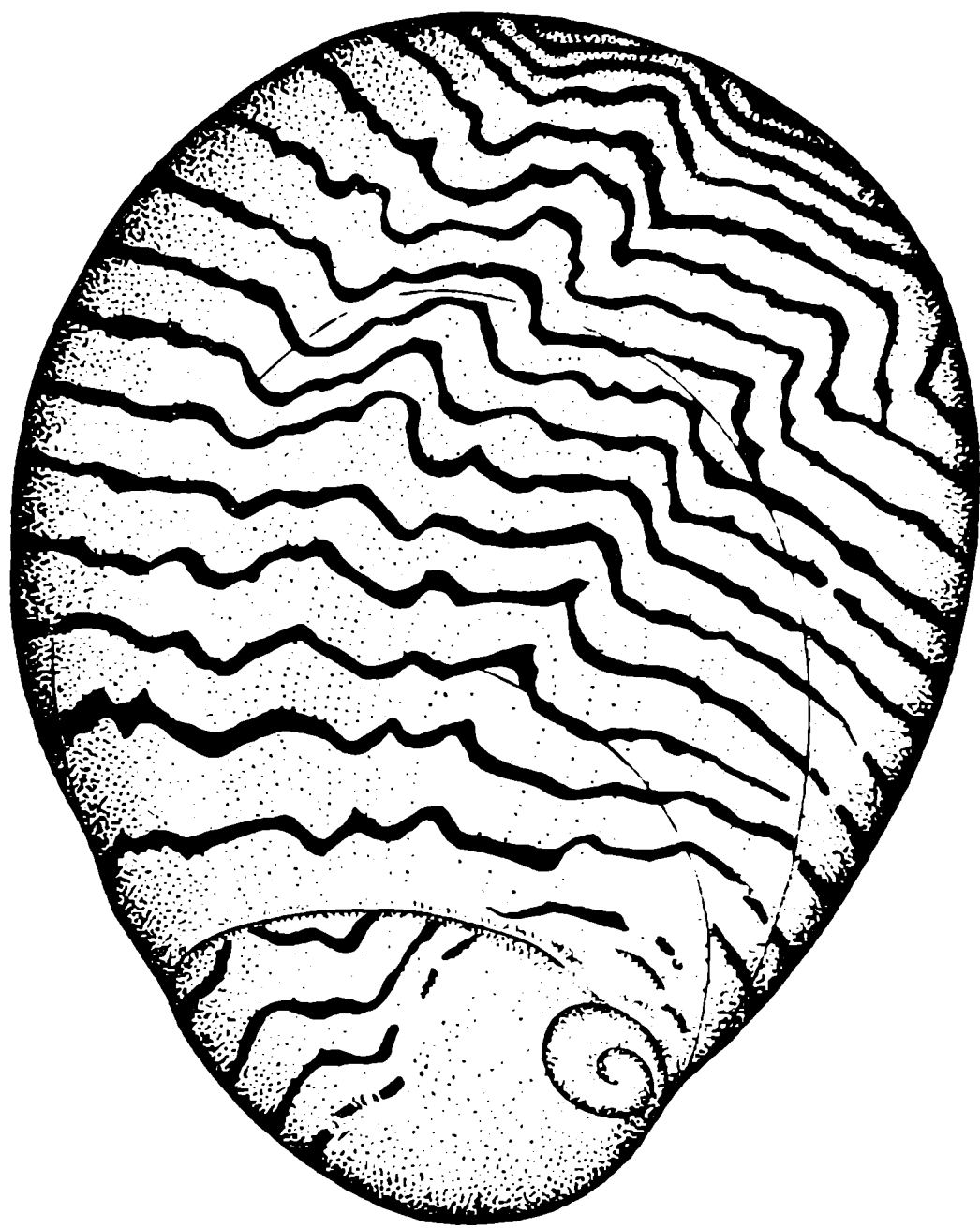
При проведении в 1958 г. гидробиологического обследования Нижней Волги, а в 1960 г. Волгоградского водохранилища нами дважды были обнаружены живые *Theodoxus*. Приводим описание условий этих находений.

27 IX 1958. Волга в районе строительства Волжской ГЭС им. В. И. Ленина, глубина 10 м, грунт каменистый, 36 экз.

16 IX 1960. Волгоградское водохранилище в районе устья Еруслана, близ правого берега, глубина 10 м, грунт илистый, на каменистой подстилке, 3 экз. По этим признакам моллюски определялись как *Th. pallasii* (Lindh.). Правда, по характеру темных полос они несколько отличались от типичных *Th. pallasii* Каспия и приближались к *Th. danubialis* (Pfeiffer), но О. А. Гримм (1876) и А. С. Скориков (1903) еще давно указывали на то, что по характеру этих полос каспийские *Theodoxus* сильно варьируют, а С. А. Сидоровым (1929) в устье Сыр-Дарьи были найдены одновременно экземпляры *Th. pallasii* с самыми разнообразными вариациями рисунка на раковинах и степени развития завитка. По всей видимости, *Th. danubialis* не есть самостоятельный вид и указание А. Л. Бенинга (1938) на нахождение его (при этом под некоторым сомнением) в Узбое следует отнести за счет *Th. pallasii*.

Как это свойственно большинству неритид (Мордухай-Болтовской, 1960, стр. 110), *Th. pallasii* сохраняет в условиях Нижней Волги свой литофильный характер. В обоих случаях он обнаружен на правобережных станциях, для которых в Волге характерны каменистые биотопы.

До настоящего времени *Th. pallasii* в фауне собственно Волги не был зарегистрирован. По данным А. Л. Бенинга (1924), в начале нашего столетия он встречался лишь в различных участках дельты Волги. По-видимому, мы сталкиваемся с происходящим в наше время расширением ареала этого вида. Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1960, стр. 204) указывает, что каспийская фауна (а к ней принадлежит и описываемый вид) поныне находится в процессе перемещения и расселения и современная картина ее распространения является не конечным результатом, а моментом в процессе расселения. К приведенным им фактам можно присое-



Theodoxus pallasii Lindh. из Нижней Волги.

длинить и наши данные о проникновении в Волгу *Th. pallasii*. Как и во многих других случаях, при нашем незнании биологии и тонкой аутоэкологии этого вида трудно установить факторы его передвижения вверх по Волге. Поскольку *Th. pallasii* является литофилом, он может механически перемещаться, прикрепляясь к днищам судов. Возможно, что в данном случае играет роль все более развивающееся судоходство.

В Волгоградском водохранилище, более проточном, чем другие волжские водохранилища, каменистые биотопы и в дальнейшем будут сохраняться вдоль правого горного берега. Поэтому *Th. pallasii*, проникший сюда еще до возникновения плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина, не обречен здесь на вымирание. Более того, не исключено и дальнейшее продвижение его вверх по Волге, а может быть также и по волжскому каскаду водохранилищ.

Примечательно, что в материале 1958 г. моллюски были представлены двумя резко различающимися размерными группами. Очевидно, более крупные имели в сентябре возраст 1+, в то время как мелкие являлись сеголетками. Следовательно, в 1958 г. моллюски в Волге размножались, что убедительно свидетельствует об их натурализации на новых акваториях ареала.¹

ЛИТЕРАТУРА

- Б е н и н г А. Л., 1924. К изучению придонной жизни р. Волги. Моногр. Волжск. биол. ст.
- Б е н и н г А. Л., 1938. Каспийские реликты среди фауны озер Узоя. Докл. АН СССР, т. XXI, № 6.
- Г р и м м О. А. 1876. Каспийское море и его фауна. Тр. Арало-Касп. экспед., вып. 2, тетр. 1.
- Ж а д и н В. И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1960. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. Изд. АН СССР, М.—Л.
- С и д о р о в С. А. 1929. Моллюски Арала и его ближайших окрестностей. Русск. гидробиол. журн., т. VIII, № 1—3.
- С к о р и к о в А. С. 1903. К фауне северного Каспия. Летние работы Волжской биологической станции за 1902 г. Тр. Саратовск. общ. естествоиспыт., т. III, вып. 2.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

Е. А. ЦИХОН-ЛУКАНИНА

О РОСТЕ VALVATA PULCHELLA STUDER (GASTROPODA, PROSOBRANCHIA)

Изучение роста затворки (*Valvata pulchella* Studer) производилось как непосредственно на животных, собранных в природе, так и на содержащихся в лаборатории. Материал собирался в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища, около «Борка».

¹ После сдачи в печать настоящей статьи в работе Н. П. Дремковой и М. П. Мирошниченко «Донная фауна р. Волги до зарегулирования ее в районе [Волгограда]» (Уч. зап. Волгоград. гос. пед. института, вып. 13, 1961) приводятся новые данные о *Theodoxus* в Нижней Волге. Моллюски были обнаружены в 4 случаях на правобережных каменистых грунтах во время экспедиционных обследований Волги в зоне затопления Волгоградского водохранилища в 1956—1958 гг. Авторы относят моллюсков к виду *Th. danubialis*.

С 19 мая по 22 июня 1961 г. в одном и том же пункте отбиралось от 50 до 250 моллюсков для измерений. После 22 июня на этом месте образовалась топь и сборы были прекращены. Из пробы, собранной обычным скребком, выбирались все затворки, которые затем взвешивались по одному экземпляру и измерялись по наибольшему диаметру — расстоянию от внешнего края устья до наиболее удаленной точки на противоположной стороне раковины.

Лабораторные наблюдения производились в июне—июле, когда температура воды была более или менее стабильна и колебалась в пределах 21—23°.

Как известно, рост отдельных животных иногда отличается от роста популяции вследствие асинхронности развития составляющих ее особей;

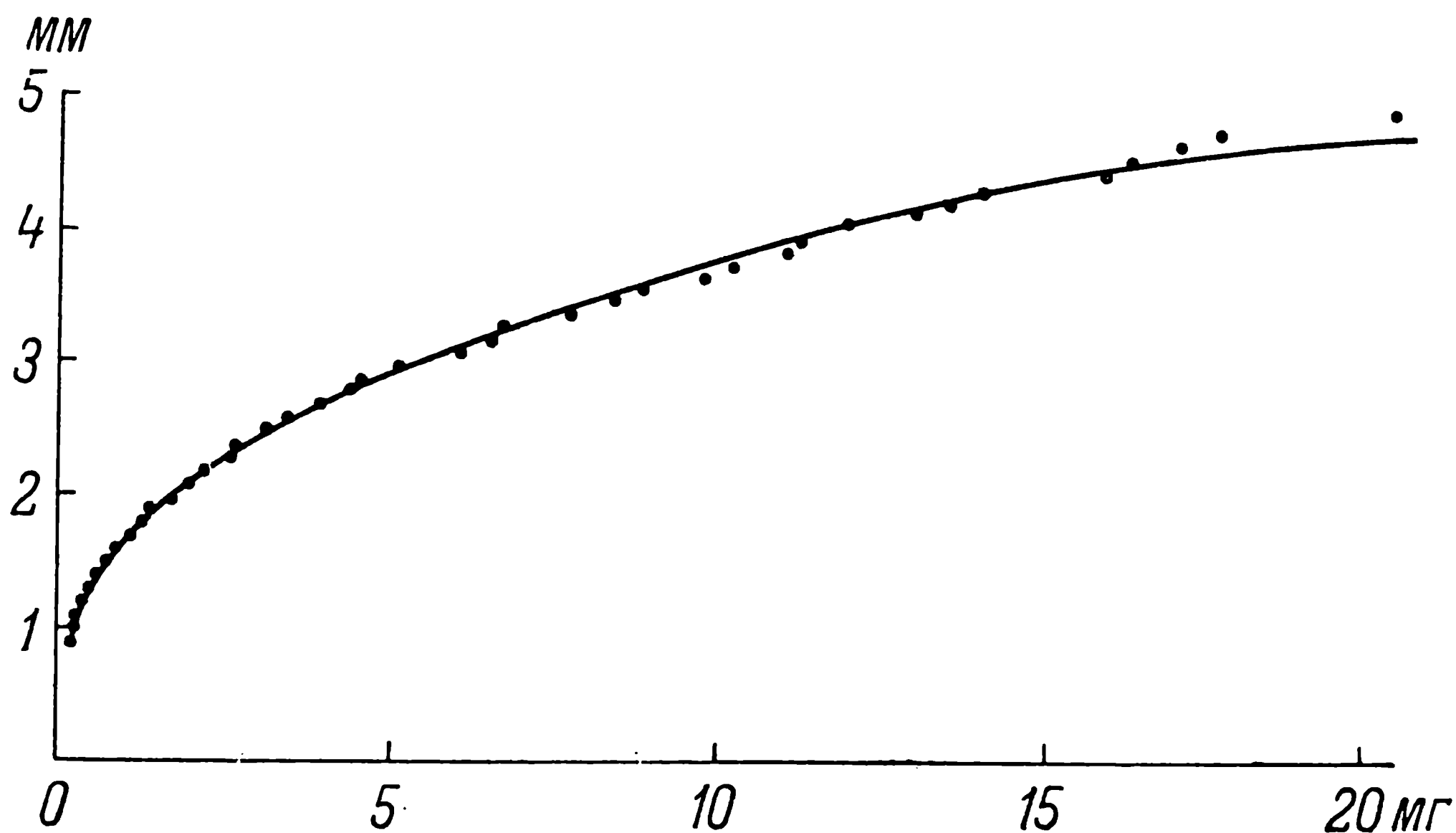


Рис. 1. Зависимость между весом и размером раковины у *V. pulchella*.

поэтому мы изучали рост изолированных животных, посаженных в чашки Петри с 50 мл воды, принесенной из водохранилища и профильтрованной через газ № 49. Для поддержания оптимального кислородного режима в чашки помещалось немного высших водных растений.

Данных о питании затворки в литературе нет. Поэтому было вскрыто 100 кишечников моллюсков; оказалось, что их содержимое состоит из тканей высших водных растений, иловых одноклеточных водорослей, бактерий и мелких песчинок. В лаборатории удалось установить, что высшие водные растения затворки потребляют лишь в сильно разложившемся состоянии, являясь, таким образом, типичными детритофагами. Поэтому мы решили воспитывать наших животных на детрите, что обеспечило в дальнейшем рост моллюсков.

Измерения производились каждую неделю. Одновременно сменялась вода и в избытке задавался свежий корм. Был прослежен рост 36 особей затворок, на которых было сделано 315 измерений.

Так как взвешивание затворок, особенно молодых, не исключает возможности их травмирования, то мы ограничились их измерениями (под биноклем в воде), выяснив предварительно зависимость веса от размера раковин у наших моллюсков. На рис. 1 приведена кривая этой зависимости, построенная на основании промеров и взвешиваний 587 живых затворок.

Для выяснения темпа роста затворки было прослежено изменение соотношения в природной популяции различных размерных групп моллюсков за период наблюдений (рис. 2).

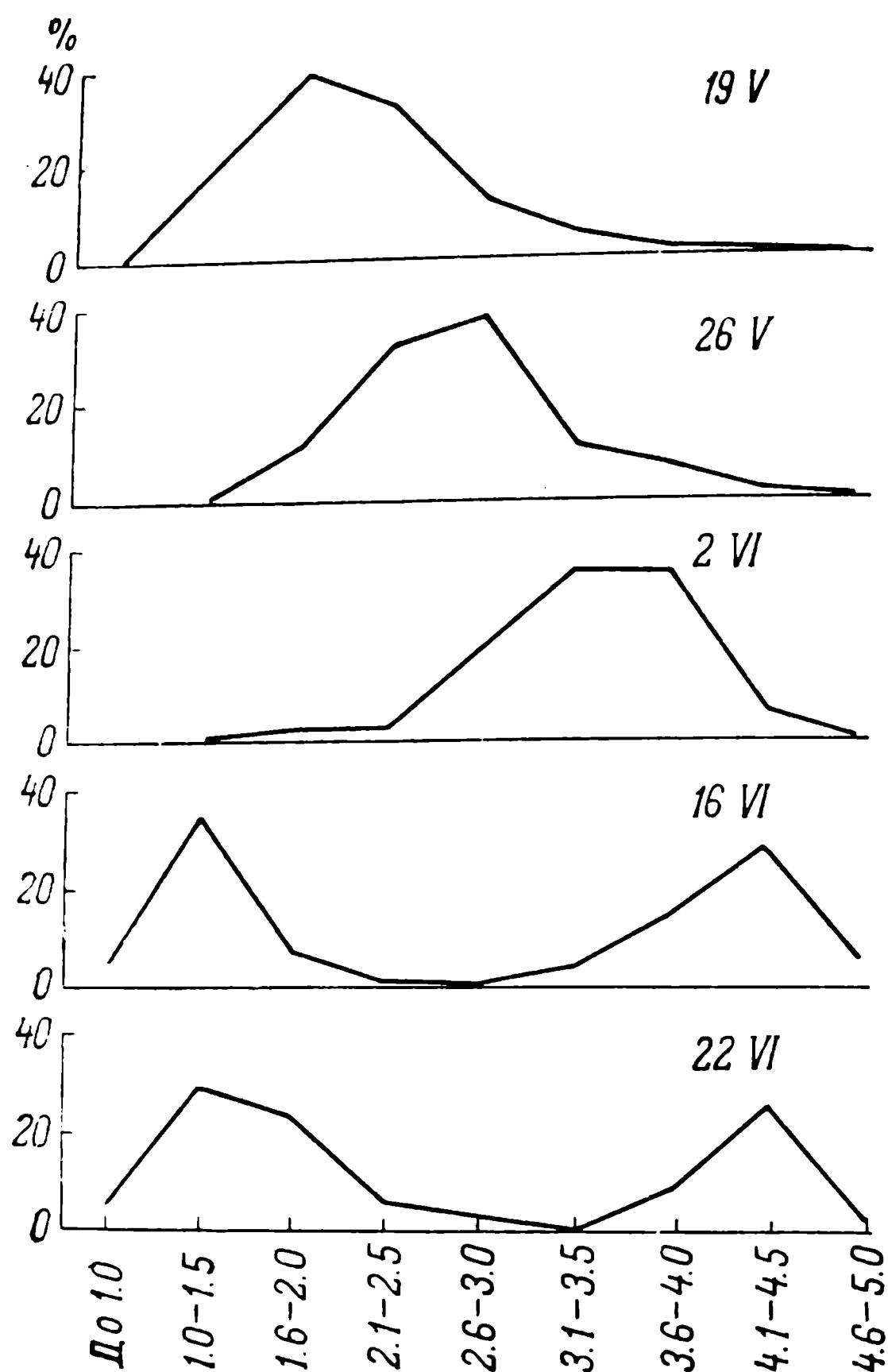


Рис. 2. Изменение во времени процентного соотношения различных размерных групп в популяции *V. pulchella*.

19 мая моллюски еще не размножались и популяция состояла из прошлогодней генерации.¹ В ней присутствовали все размерные группы, за исключением самых малых (до 1.0 мм; вылупившиеся из яиц затворки имеют размеры 0.8—0.9 мм) и самых больших (4.5—5.0 мм), но преобладали животные величиной 1.6—2.0 мм. 26 мая, т. е. через неделю, в популяции уже преобладали моллюски размером 2.6—3.0 мм; исчезла размерная группа 1.0—1.5 мм, появились, правда в небольшом количестве, животные максимальных размеров. Еще через неделю моллюсков величиной до 2.5 мм было ничтожное количество, а преобладали более крупные животные размером 3.1—4.0 мм. 16 июня почти все животные были уже взрослыми; таким образом, за период с 19 мая по 16 июня затворки выросли от 1.6—2.0 мм до 4.1—4.5 мм.

С 16 июня началось размножение затворки. Правильно судить о темпе роста стало невозможно, так как постоянно нарождающиеся

животные сильно снижали средние величины размеров затворок.

В табл. 1 приведены данные по линейному и весовому темпу роста затворок генерации 1960 г. — 600 измерений. Величины отно-

Таблица 1

Темп роста затворки в природной популяции

Продолжительность роста, в днях	Средние размеры и вес моллюска				Относительный среднесуточный прирост, в %	
	исходный		конечный		к размеру	к весу
	мм	мг	мм	мг		
7 (с 19 V по 26 V)	2.20	2.42	2.75	4.20	3.2	9.1
7 (с 26 V по 2 VI)	2.75	4.20	3.50	8.10	3.5	9.8
14 (с 2 VI по 16 VI)	3.50	8.10	4.20	12.50	1.4	3.1
6 (с 16 VI по 22 VI)	4.20	12.50	4.40	15.40	0.7	3.5
Всего за 34 дня (с 19 V по 22 VI)					2.1	5.5

¹ По нашим наблюдениям, затворка живет один год.

сительного среднего суточного прироста у моллюсков в процентах к размеру или весу тела вычислялись по формуле сложных процентов

$$r = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{P_n}{P_0}} - 1 \right),$$

где *r* — среднесуточный прирост в процентах к размеру или весу тела, *n* — продолжительность роста в днях, *P*₀ — начальный размер или вес, *P*_{*n*} — конечный размер или вес.

Линейный и весовой относительные среднесуточные приросты у молодых затворок более высоки, чем у старших возрастов. За 34 дня моллюск увеличил свой размер в два раза, а вес в 6.4 раза.

На рис. 3 изображены кривые изменения среднего размера и веса затворок генерации 1960 г. за период наблюдений.

В лаборатории нам удалось проследить темп роста затворок от вылупления из яйца до достижения ими зрелого возраста. В табл. 2 приведены осредненные данные по темпу линейного и весового роста затворок разного размера.

Линейный относительный среднесуточный прирост постепенно уменьшается с возрастом, приближаясь к нулю у взрослых моллюсков. То же можно сказать и о весовом относительном приросте, за исключением первых дней после вылупления животных из яйца. Приведенные данные показывают также, что в лабораторных условиях затворка достигает пол-

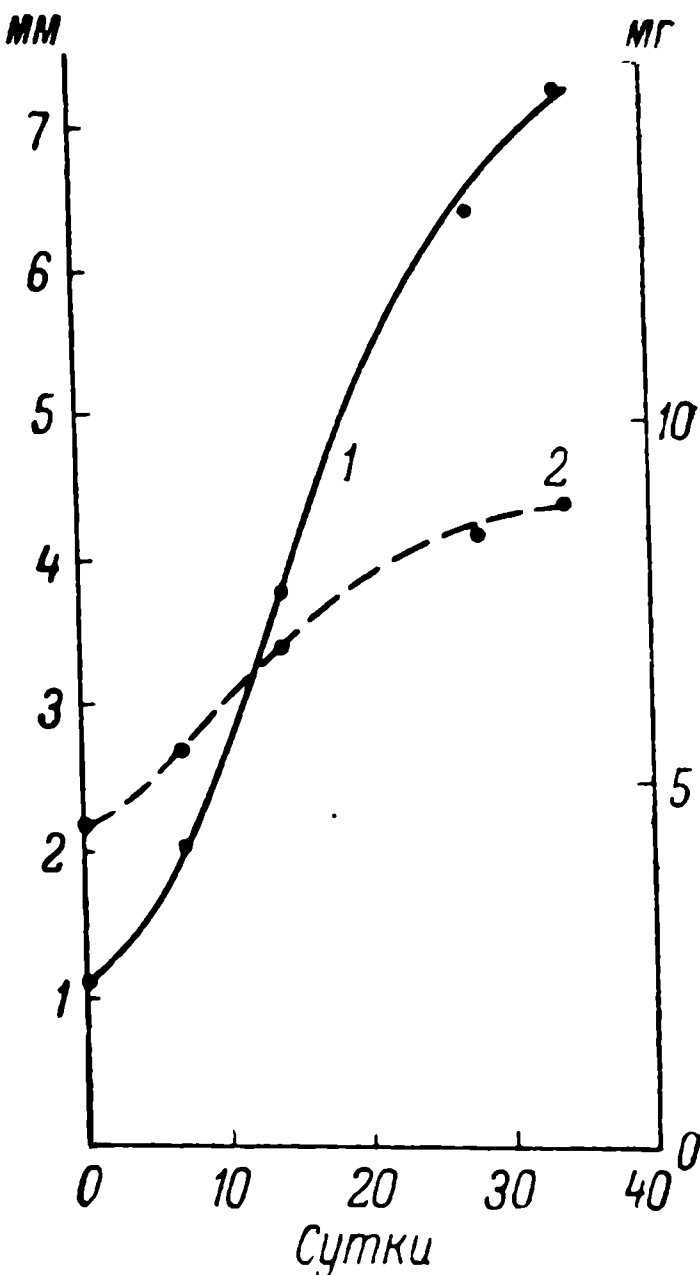


Рис. 3. Линейный и весовой рост *V. pulchella* в природе.
1 — весовой рост; 2 — линейный рост.

Таблица 2

Темп роста затворки в лабораторных условиях

Продолжительность роста, в днях	Средние размер и вес моллюска				Относительный среднесуточный прирост, в %	
	исходный		конечный		к размеру	к весу
	мм	мг	мм	мг		
6	0.88	0.19	1.15	0.30	4.5	7.9
6	1.15	0.30	1.48	0.69	4.2	14.9
6	1.48	0.69	1.85	1.36	3.8	12.2
6	1.85	1.36	2.23	2.45	3.2	8.5
6	2.23	2.45	2.66	3.37	2.9	8.6
6	2.66	3.73	3.06	5.72	2.3	7.4
6	3.06	5.72	3.31	7.17	1.3	3.8
7	3.31	7.17	3.46	7.91	0.7	1.4
7	3.46	7.91	3.60	9.09	0.6	1.9
7	3.60	9.09	3.78	10.03	0.7	1.4
7	3.78	10.03	3.80	10.25	0.1	0.2
5	3.80	10.25	3.85	11.06	0.2	0.2
9	3.85	11.06	3.93	11.10	0.0	0.0
11	3.93	11.10	4.00	11.23	0.0	0.0
Всего за 95 дней					1.6	4.3

ного возраста за 95 дней. За это время ее размеры увеличиваются в 4.5 раза, а вес в 59 раз.

Как и следовало ожидать, рост затворки в естественных условиях идет значительно быстрее (в 2.5 раза), чем в лабораторных. Это явление наблюдали многие авторы, изучавшие рост самых различных животных. В частности, А. П. Сушкина (1949) обнаружила, что прудовики (*Limnaea stagnalis* L.) в водоеме растут в 1.8 раза быстрее (расчет наш), чем в лабо-

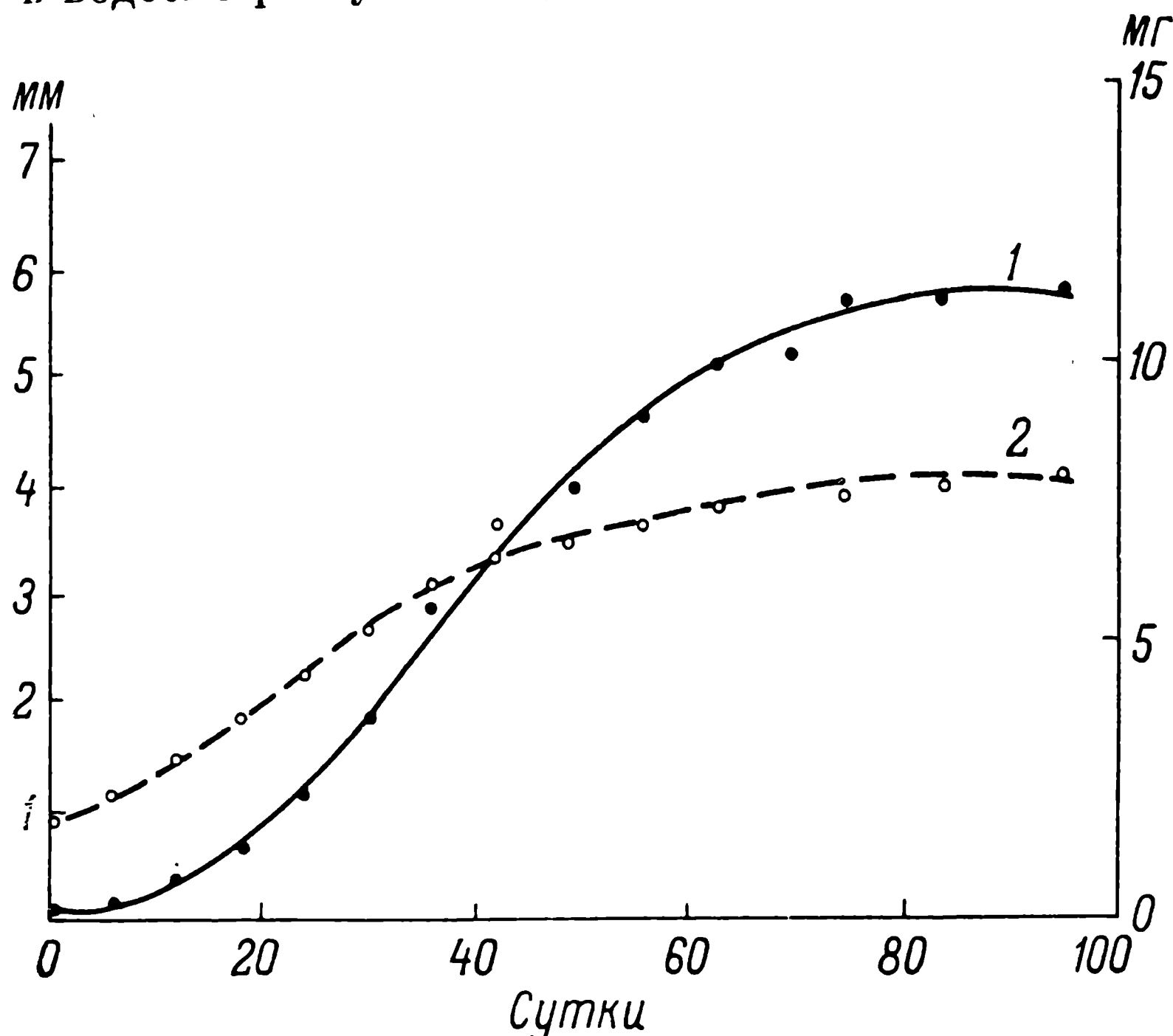


Рис. 4. Линейный и весовой рост *V. pulchella* в лаборатории.

1 — весовой рост; 2 — линейный рост.

ратории. При анализе характера линейного и весового роста отдельных особей затворок было установлено, что его кривая имеет S-образную форму. Такую же форму имеет и обобщенная кривая роста всех моллюсков, содержащихся в лаборатории (рис. 4). По имеющимся у нас предварительным данным, рост *Gyraulus albus* (Müller) выражается также S-образной кривой, и таков же он у *Limnaea stagnalis* L. и *Coretus corneus* L. (Сушкина, 1949). S-образная кривая характеризует рост животных разного систематического положения. Такой рост был отмечен у олигохет, ракообразных, насекомых (Алпатов, 1935; Ивлев, 1938; Боруцкий, 1939). Будущие исследования должны показать, в какой мере характер роста определяется принадлежностью данного вида к определенной систематической группе и в какой — его экологическими особенностями. Полученные до сих пор данные свидетельствуют, что для брюхоногих S-образная кривая роста достаточно характерна.

ЛИТЕРАТУРА

- А л п а т о в В. В. 1935. Среда и рост животных. Сб. «Рост животных», Биомедгиз, М.
 Б о р у ц к и й Е. В. 1939. Динамика биомассы *Chironomus plumosus* profundали Белого озера. Тр. лимнолог. ст. в Косине, вып. 22.
 И в л е в В. С. 1938. О превращении энергии при росте беспозвоночных. Бюлл. Мос. общ. испыт. природы, Отд. биологии, т. XLVII, вып. 4.
 С у ш к и н а А. П. 1949. Питание и рост некоторых брюхоногих моллюсков. Тр. Всес. гидробиол. общ., т. 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

П. А. ЖУРАВЕЛЬ

ПЕРСПЕКТИВЫ ВСЕЛЕНИЯ АККЛИМАТИЗИРОВАННЫХ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ КРЫМА ЛИМАННЫХ ВЫСШИХ РАКООБРАЗНЫХ В ДРУГИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА СССР

С целью обогащения обедненной пресноводной фауны Крыма с весны 1955 г. местные организации с помощью Гидробиологических институтов Днепропетровска и Киева вселяют в водохранилища новые для них виды промысловых рыб и их кормовых организмов. В отношении тех и других в настоящее время уже имеются определенные положительные результаты.

Из рыб хорошо прижились тарань, лещ, судак (Белый, 1959). Эти виды в большом количестве попадают в уловах. Особенно много в водохранилищах тарани, которая превратилась в жилую форму.

О приживаемости в водохранилищах кормовых организмов (брюхоногих моллюсков, бокоплавов, мизид), которых вселяли в опытном порядке, сообщает ряд авторов (Журавель, 1958, 1961а; Мельников и Лубянов, 1958; Пузанов, 1960; Цееб, 1961; Жадин и Герд, 1961, и др.). Позже получены данные о приживаемости лиманных высших ракообразных, которых вселяли в Симферопольское и Чернореченское водохранилища в 1959 и 1960 гг. Для вселения кормовые животные отлавливались в Днепровском лимане и Днепровском водохранилище, а для Чернореченского водохранилища — также в Симферопольском и Бахчисарайском, в которых брюхоногие моллюски, бокоплавы и мизиды были акклиматизированы в предыдущие годы. Переселенные в Чернореченское водохранилище брюхоногие моллюски, бокоплавы и мизиды вскоре начали в нем приживаться.¹

Гидрологическая, химическая и биологическая характеристика водохранилищ предгорного Крыма в литературе освещалась. Чернореченское водохранилище, расположенное в горной зоне, очень напоминает предгорные — Симферопольское и другие. Минерализация воды в нем колеблется от пониженной до средней (сумма ионов равняется 200—400 мг/л), общая жесткость воды 6—12°.

Как указывается в литературе по водохранилищам предгорного Крыма и в наших отчетах по Чернореченскому водохранилищу, доложенных на научных заседаниях Института гидробиологии Днепропетровского гос. университета, из лиманных высших ракообразных хорошо прижились бокоплавы — *Dikerogammarus haemobaphes*, *Chaetogammarus tenellus* — и мизиды — *Limnomysis benedeni*, *Mesomysis kowalewskyi*, *M. intermedia*.

В 1959 и 1960 гг. в Симферопольское и Чернореченское водохранилища мы вселяли в опытном порядке и других высших ракообразных. Из них начали приживаться бокоплавы — *Pontogammarus maeoticus*, *Chaetogammarus warpachowskyi*; кумацей — *Pseudocuma cercaroides*; мизиды — *Hemimysis anomala*, и некоторые другие.

Таким образом, в водохранилищах Крыма очень хорошо приживаются представители лиманной фауны, некоторые из них достаточно размножились и входят в пищевой рацион промысловых видов рыб.

Прижившихся в Симферопольском водохранилище бокоплавов и мизид переселяли как в другие водохранилища Крыма, так и в водохранилища, находящиеся далеко за его пределами. По Крыму их переселяли

¹ В работах по вселению нам оказывали всестороннее содействие сотрудники гидроузла, особенно его начальник А. И. Осипенко, за что мы приносим им сердечную благодарность.

в Белогорское (Тайганское), Чернореченское и другие; вне Крыма — в Каунасское на р. Неман и Краснооскольское на р. Оскол Харьковской области.

В Каунасское водохранилище вселение производил Литовский совнархоз, с участием сотрудников Академии наук Литовской ССР (И. И. Гасюнас), а в Краснооскольское — Харьковская рыбконтора с участием сотрудников Кафедры гидробиологии и ихтиологии Харьковского гос. университета (В. В. Дукина и др.) при нашей консультации. В эти водохранилища бокоплавов и мизид переселяли также и из Днепровского водохранилища. О перспективности этих вселений свидетельствует приживаемость бокоплавов и мизид как в упоминавшихся, так и в других водохранилищах, а также в иных водоемах.

Во всех этих случаях вселенные бокоплавы и мизиды вскоре начали приживаться и входить в пищевой рацион промысловых видов рыб. По водохранилищам Крыма проверка приживаемости вселенных организмов производилась нами. Проверку по Каунасскому водохранилищу производил И. И. Гасюнас, а по Краснооскольскому — В. В. Дукина. Результаты проверки недавно любезно сообщены нам. В водохранилища Крыма (включая и Симферопольское) необходимо вселять и другие виды лиманных высших ракообразных, а также представителей иных групп, например из моллюсков монодакту. Но тех высших ракообразных, которые в них уже прижились, следует широко использовать для вселения в разные водохранилища СССР.

Лучшим временем для перевозки ракообразных из Симферопольского водохранилища является ранняя весна: март—апрель. Следует также сказать о больших удобствах Симферопольского водохранилища как в отношении отлова, так и транспортировки организмов из него.

На важное значение каспийской фауны в обогащении кормовой базы рыб водохранилищ СССР, кроме нас, указывают многие исследователи. Подробно этот вопрос рассмотрел Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1960). Ряд данных также приводится В. И. Жадиным и С. В. Гердом (1961).

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что в водохранилищах Крыма хорошо приживается тарань (Журавель, 1961б). Нам представляется, что в водохранилищах Крыма (в первую очередь в Симферопольском и Чернореченском) имеются подходящие условия для акклиматизации в них также осетровых рыб, азовской шемаи, рыбака и других видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Б е л ы й Н. Д. 1959. Днепровские рыбы в Крымских водохранилищах. Рыбоводство и рыболовство, № 6.
- Ж а д и н В. И., С. В. Г е р д. 1961. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. Учпедгиз, Л.
- Ж у р а в е л ь П. А. 1958. Обогащение фауны пресных водоемов Крыма. Природа, № 6.
- Ж у р а в е л ь П. А. 1961а. Некоторые соображения по вселению новых видов кормовой фауны в водохранилища Крыма. Тр. Всес. гидробиол. общ., т. 11.
- Ж у р а в е л ь П. А. 1961б. Перспективы пополнения запасов тарани в Азово-Черноморском бассейне. Рыбное хозяйство, № 1.
- М е л ь н и к о в Г. Б. и И. П. Лубянов. 1958. Формирование зоопланктона и донной фауны Симферопольского водохранилища в Крыму. Зоол. журн., т. 37, вып. 6.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1960. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. Изд. АН СССР, М.—Л.
- П у з а н о в И. И. 1960. По нехоженому Крыму. Географгиз, М.
- Ц е е б Я. Я. 1961. Гидробиологическая характеристика крымских водохранилищ за 20 лет их существования. Сб. «Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование», Изд. АН СССР, М.
- Научно-иссл. институт гидробиологии
Днепропетровского гос. университета

В. С. ЛУКАНИН

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ФИЛЬТРАЦИИ
И ВЕСОМ ТЕЛА У ТЕНДИПЕДИД-СЕСТОФАГОВ

Тендипедиды-сестофаги являются обычным компонентом фитофильной фауны пресных вод. Они ведут образ жизни эпибионтов или минеров и питаются преимущественно фильтрационным способом, прогоняя через домики воду и извлекая из нее с помощью ловчих сетей пищевые частицы (Burt, 1940; Калугина, 1958; Константинов, 1958). Этот процесс с количественной стороны почти не изучался; все относящиеся сюда данные принадлежат Е. Бартту и А. С. Константинову и касаются частоты ундуляции, темпов плетения сетей и эвакуации пищи.

Под скоростью фильтрации у тендипедид-сестофагов следует понимать объем воды, пропускаемой животным через домик в единицу времени. Эта величина является одной из основных трофэкологических характеристик. Будучи тесно связана со скоростями питания и дыхания и, в конечном счете, с обменом, она позволяет подойти вплотную к количественной оценке воздействия популяции фильтраторов на среду (Воскресенский, 1948).

В настоящей статье приводятся данные о зависимости между скоростью фильтрации и весом тела у личинок *Glyptotendipes glaucus* Mg., *Glyptotendipes imbecillis* Walk и *Endochironomus albipennis* Mg., отловленных в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища у «Борка». Работа выполнялась в июне—ноябре 1959—1960 гг. Эксперименты ставились в светлое время суток при средней температуре воды 21.5° и концентрации протококковой водоросли *Scenedesmus quadricauda* Bréb. 10 тыс. ценобиов в 1 мл. Продолжительность опытов составляла 0.5—1.5 часа.

МЕТОДИКА

Объемы воды, пропускаемой гидробионтами через специальные полости тела или вдоль него, определялись неоднократно и для различных групп водных беспозвоночных. Большинство авторов пользовалось косвенным методом, основанным на сопоставлении количества потребленных или осажденных частиц с их концентрацией в среде при условии, что в процессе фильтрации вода полностью освобождается от взвеси (Воскресенский, 1948; Gauld, 1951; Эрман, 1956; Сущеня, 1958; Nauwerck, 1959). Для тендипедид он неприменим, так как в домиках задерживается далеко не весь поступающий в них взвешенный материал. Это относится не только к личинкам типа *Tendipes*, у которых осаждение детрита и планктона является вспомогательным способом питания, но и к личинкам-фильтраторам (*Endochironomus*, *Glyptotendipes*), питающимся главным образом сестоном. Прямой метод измерения расхода воды, насколько нам известно, разработан лишь для двустворчатых моллюсков (Galtsoff, 1926).

Применявшаяся нами методика определения величины скорости фильтрации у личинок тендипедид заключалась в следующем. Личинка, помещенная в П-образный стеклянный капилляр и построившая там домик (рис. 1, 12), перекачивала воду из одного сосуда (19) в другой (15). Поверхность воды в сосудах автоматически поддерживалась на одном уровне с целью обеспечения гидростатического равновесия. В сосуде с кормовой взвесью (19) это происходило за счет поступления воды через сифонную трубку (20) из компенсационного резервуара (21), где благодаря значительной площади водного зеркала (2100 см²) сработка уровня к концу опыта при изъятии 10 мл составляла всего лишь 0.05 мм; ею можно было пренебречь. Из приемного сосуда (15) вода отсасывалась шприцем емкостью 10 мл (7); его поршень приводился в движение через редуктор (3) от синхронного электродвигателя СД-2, управлявшегося тиратронным реле, которое срабатывало и включало мотор всякий раз, когда контактная игла (11) касалась поверхности воды. Колебания уровня в приемном сосуде не превышали ± 0.1 мм. Такая относительно высокая стабильность уровня, недостижимая простейшими гидравлическими способами его регулировки, потребовалась ввиду чувствительности личинок

к различию давлений на концах домика и необходимости устранить самопроизвольное перетекание воды из одного сосуда в другой.

Перед началом опыта сосуды (19 и 15) соединялись сифонной П-образной трубкой. После полного выравнивания поверхности воды игла (11) опускалась почти до сопри-

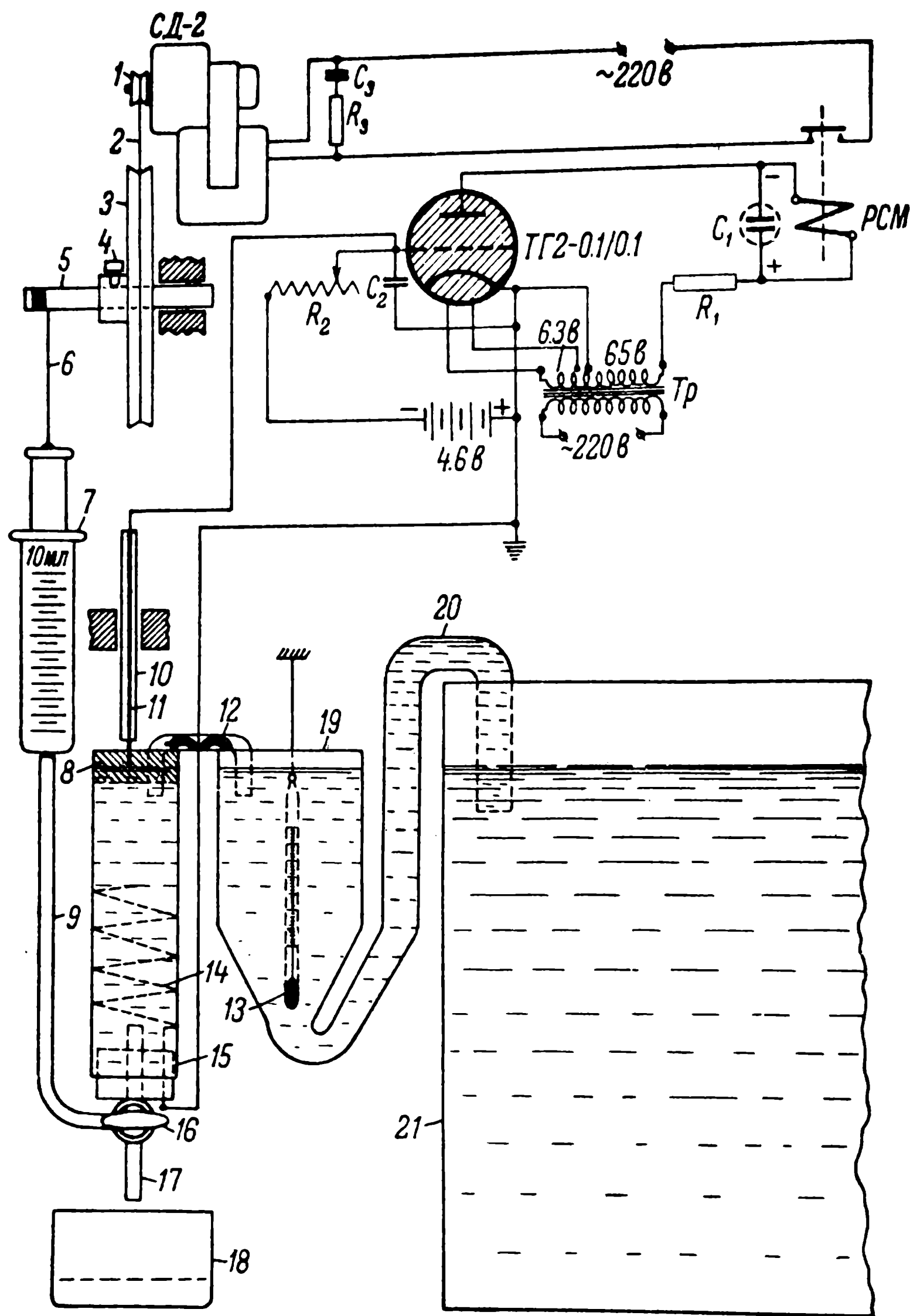


Рис. 1. Схема установки для измерения скорости фильтрации у личинок тендипедид.

1 — шкив электродвигателя (диаметр 12 мм); 2 — приводная нить; 3 — шкив редуктора (диаметр 100 мм); 4 — стопорный винт; 5 — ось редуктора (диаметр 9 мм); 6 — нить; 7 — шприц на 10 мл; 8 — кольцо из фильтровальной бумаги; 9 — резиновая трубка; 10 — стеклянная трубка; 11 — платиновая игла (диаметр 0.1 мм); 12 — стеклянный капилляр с подопытным животным; 13 — термометр; 14 — спираль из медной луженой проволоки диаметром 0.7 мм и длиной 50 см; 15 — стеклянный цилиндр (внутр. диаметр 31 мм); 16 — трехходовой кран; 17 — сливная трубка; 18 — склянка; 19 — сосуд с кормовой взвесью (внутр. диаметр 53 мм); 20 — сифонная трубка (внутр. диаметр 11 мм); 21 — компенсационный резервуар; C_1 — конденсатор КЭ, 40 мкф, 150 в; C_2 — конденсатор КБГ-И, 0.01 мкф, 600 в; C_3 — конденсатор КБГ-И, 0.20 мкф, 400 в; R_1 — сопротивление ПЭ, 250 ом, 15 вт; R_2 — сопротивление СП, 1 ом, 0.5 вт; R_3 — сопротивление ВС, 50 ом, 1 вт.

косновения с нею и сифон заменялся капилляром с подопытным животным, ориентированным головой в сторону сосуда (19). В момент, когда личинка, складываясь вдвое, готовилась изменить направление волнообразного движения тела (ундуляции), капилляр извлекался из воды, поворачивался на 180° и вновь опускался в установку. Таким

образом, животное перекачивало воду только в одном направлении и ее расход можно было определить непосредственно по шкале шприца. После наполнения последнего отвинчивался стопорный винт (4) и поворотом трехходового крана (16) вода из шприца выливалась в склянку (18) и из нее — в компенсационный резервуар.

Стеклянные П-образные капилляры изготавливались из мерных пипеток с диаметром канала от 0.85 до 3.00 мм, которые разрезались на части длиной 55 мм и оплавливались с торцов. Подопытная личинка помещалась в капилляр, диаметр которого чуть превышал амплитуду ундуляции животного; более узкие или широкие трубки оказались непригодными, так как, во-первых, эта амплитуда ограничивалась, а во-вторых, отверстия домика полностью не перекрывали просвета капилляра и внутри него образовывалась мест-

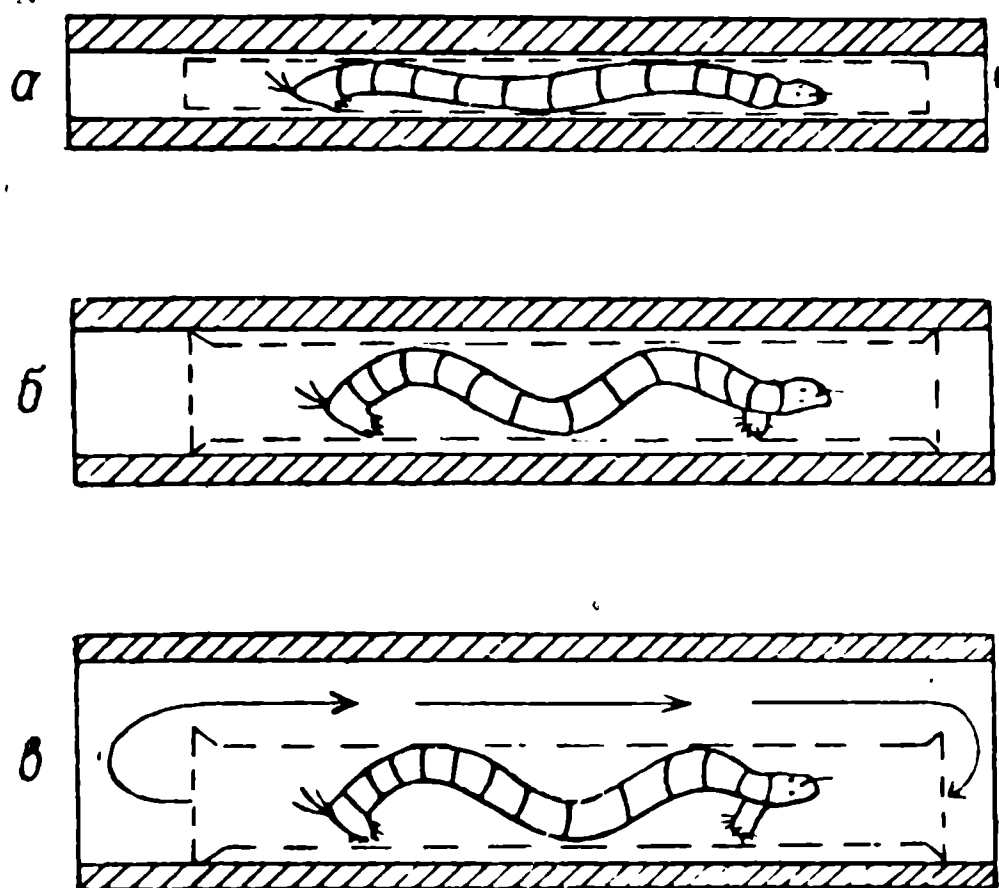


Рис. 2. Схема, поясняющая выбор капилляра с диаметром, соответствующим размеру личинки.

а — капилляр слишком узок, движения личинки стеснены; б — капилляр соответствует размеру личинки; в — капилляр слишком широк, отверстия домика полностью не перекрывают просвета трубки, в ней образовалась местная замкнутая циркуляция.

ной бумаги (8) с целью уменьшить сопротивление пленки поверхностного натяжения, облегчить гидрокинетическую работу личинки и стабилизировать форму мениска; для наиболее полного смачивания бумажное кольцо проглаживалось по периметру стеклянной палочкой.

Сведения относительно принципа действия и устройства тиратронного реле можно найти в специальной литературе (Чмутов, 1948; Шляндин, 1954), здесь мы отметим лишь некоторые особенности данной схемы (рис. 1). В качестве электронной лампы был использован тиратрон ТГ2-0.1/0.1. Для погашения дуги на контактах вспомогательного электромагнитного реле РСМ (ток срабатывания 46 ма) двигатель СД-2 шунтировался цепочкой C_3R_3 . С помощью конденсатора C_2 , который припаивался непосредственно к основанию штырьков лампы, ослаблялись индукционные помехи. Электролитический конденсатор C_1 сглаживал пульсации выпрямленного тока, а сопротивление R_1 ограничивало его силу до 85 ма. Медная луженая спираль (14) уменьшала сопротивление цепи управления тиратроном. Реле включалось в сеть переменного тока через силовой трансформатор Тр; отрицательное напряжение на сетку подавалось от карманной батарейки и регулировалось переменным сопротивлением R_2 .

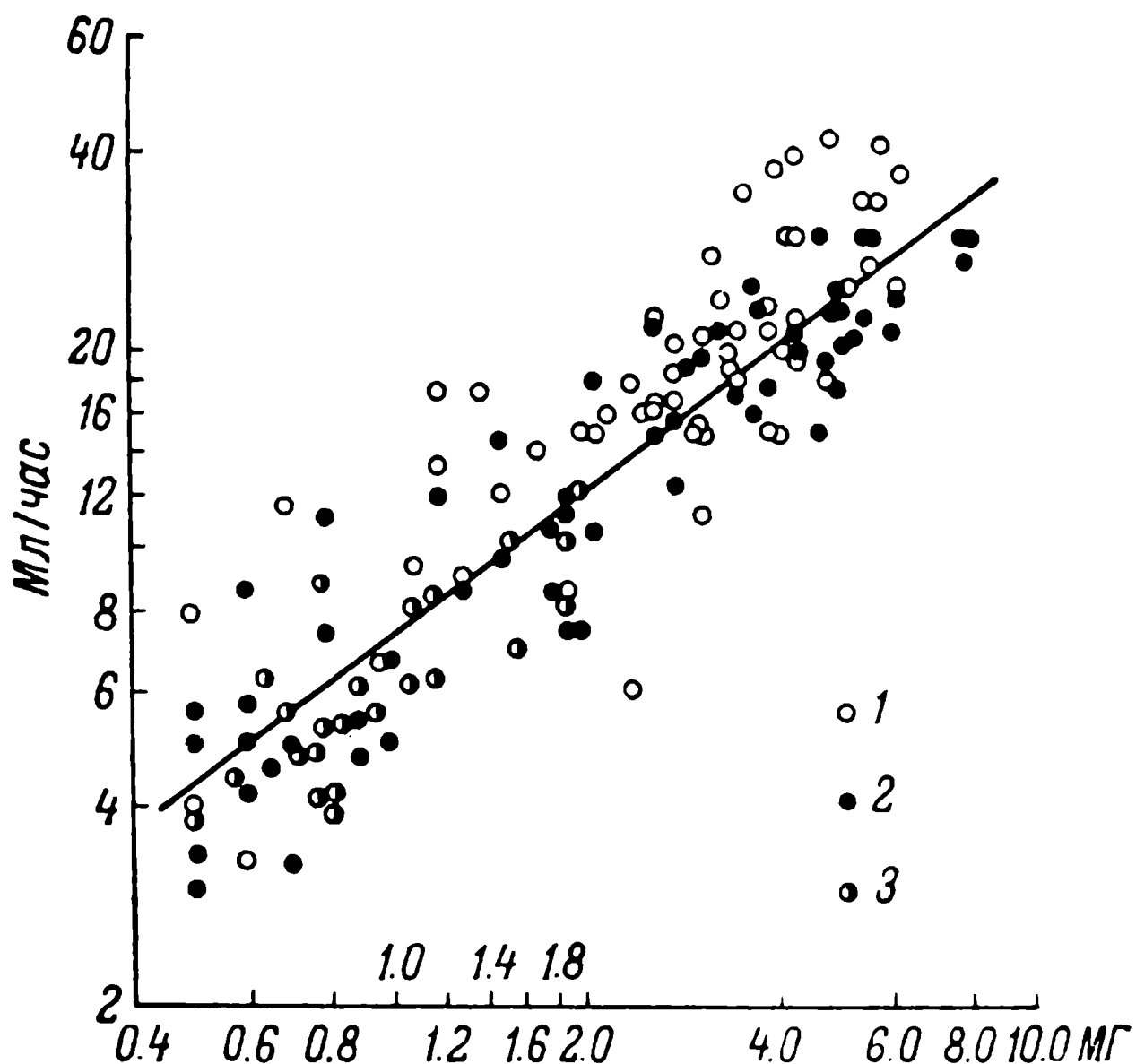


Рис. 3. Зависимость между скоростью фильтрации и весом тела у тендипедид-сестофагов на логарифмическом графике.

Прямая линия проведена по уравнению (1). 1 — *Endochironomus albipennis*; 2 — *Glyptotendipes glaucus*; 3 — *Glyptotendipes imbecillis*.

ная замкнутая циркуляция воды (рис. 2).

Верхняя часть приемного сосуда выстилалась изнутри узкой полоской фильтроваль-

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Зависимость между скоростью фильтрации в мл/час (V) и весом тела в мг (P) у тендипедид-сестофагов изображена на рис. 3. Сравнивая опытные данные, относящиеся к каждому из трех видов, в первую оче-

редь уместно поставить вопрос, достоверно ли отличаются они друг от друга. Вычисление критерия общего различия сравниваемых линий от друга. Вычисление критерия общей регрессии V на P дает для *Glyptotendipes glaucus* и *G. imbecillis* $\Theta_1=0.30$, в то время как табличное значение пограничного показателя достоверности F , соответствующее вероятности 0.95, равно 2.82; ввиду того, что $\Theta_1=0.30 < F_{0.95}=2.82$, следует признать различие недостоверным (Длин, 1958). Аналогичным образом при межродовом сопоставлении опытных данных для *Endochironomus* и *Glyptotendipes* имеем $\Theta_1=1.11 < F_{0.95}=2.17$, т. е. опять-таки различие недостоверно. Следовательно, имеется основание соединить все три группы эмпирических точек и затем отыскать форму зависимости и значения параметров, общие для изученных видов.

Если поместить результаты всех 140 измерений скорости фильтрации на линейный и логарифмический графики, то в обоих случаях экспериментальные точки расположатся близ прямой, что доказывается статистической проверкой гипотезы линейности. Однако для V и P показатель достоверности линейной связи $\Theta_r=304.4$, в то время как для $\lg V$ и $\lg P$ $\Theta_r=477.0$ при $F_{0.95}=3.92$. Так как второе значение Θ_r больше первого, то более вероятна линейная связь между $\lg V$ и $\lg P$. Таким образом, задача сводится к нахождению параметров уравнения регрессии $\lg V = \lg a + k \lg P$.

Метод наименьших квадратов дает $\lg V = 0.8616 + 0.7452 \lg P$, или

$$V = 7.27 P^{0.745} \quad (1)$$

при доверительных границах $a = 7.27 \pm 0.24$ и $k = 0.745 \pm 0.004$, вычисленных для вероятности 0.95. Коэффициент корреляции $r = 0.856 \pm 0.004$, т. е. между $\lg V$ и $\lg P$ имеется довольно тесная связь.

Сведения относительно зависимости скорости фильтрации от веса тела у других беспозвоночных содержатся в ряде цитированных выше работ, однако приводимый в них цифровой материал математически не обработан и мы затрудняемся сопоставить его с нашими данными. С другой стороны, имеется возможность сравнить их с данными многих авторов по зависимости между обменом и весом у ракообразных, насекомых и моллюсков, обобщенными Г. Г. Винбергом (1956, 1959). Такое сравнение оправдывается тем, что скорость фильтрации стоит в косвенной связи с обменом. Согласно Г. Г. Винбергу, последний у названных животных связан с весом тела аналогичной зависимостью при коэффициенте регрессии k , равном 0.81 для ракообразных, 0.75—0.88 для насекомых и 0.75 для моллюсков.

Ввиду того что для трех видов тендипедид, относящихся к двум родам, не найдено достоверных отличий в характере кривых, описывающих упомянутую выше зависимость, можно предполагать, что уравнение пригодно также и для других видов фитофильных тендипедид-сестофагов. Это предположение находит косвенное подтверждение в том, что для фитофильных тендипедид найдено общее выражение параболической зависимости обмена от веса (Касаткина, 1960).

Проведенное исследование представляет собою первый шаг в направлении количественной оценки роли тендипедид как биофильтраторов. В дальнейшем при получении недостающих сведений по влиянию на скорость фильтрации температуры и концентрации пищевых частиц окажется возможным перейти к ориентировочным расчетам количества воды, профильтровываемой популяциями личинок в водосеме.

ЛИТЕРАТУРА

- В и н б е р г Г. Г. 1956. О зависимости интенсивности обмена у членистоногих от величины тела. Уч. зап. Белорусск. гос. унив., сер. биол., вып. 26.
- В и н б е р г Г. Г. 1959. Соотношение интенсивности обмена и веса тела у пресноводных брюхоногих моллюсков. Зоол. журн., т. 38, вып. 8.
- В о с к р е с е н с к и й К. А. 1948. Пояс фильтраторов как биогидрологическая система моря. Тр. Гос. океаногр. инст., вып. 6 (18).
- Д л и н А. М. 1958. Математическая статистика в технике. 3-е изд., «Советская наука», М.
- К а л у г и н а Н. С. 1958. Места обитания и питание личинок *Glyptotendipes glaucus* Mg. из Учинского водохранилища. Зоол. журн., т. 37, вып. 7.
- К а с а т к и н а М. Н. 1960. Зависимость между весом и интенсивностью газообмена у экологически различных видов хирономид. Докл. АН СССР, т. 135, № 1.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1958. Биология хирономид и их разведение. Тр. Саратовск. отд. Всес. научно-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., вып. 5.
- С у щ е н я Л. М. 1958. Количественные данные о фильтрационном питании планктонных рачков. Научн. докл. Высш. школы, сер. биол., № 1, М.
- Ч м у т о в Н. В. 1948. Техника физико-химического исследования. Госхимиздат, М.
- Ш л я н д и н В. М. 1954. Элементы автоматики и телемеханики. Оборонгиз, М.
- Э р м а н Л. А. 1956. О количественной стороне питания коловраток. Зоол. журн., т. 35, вып. 7.
- B u r t t E. T. 1940. A filter-feeding mechanism in a larva of the *Chironomidae* (Diptera: Nematocera). Proc. R. Ent. Soc. London, (A), vol. 15, parts 10—12.
- G a l t s o f f P. S. 1926. New methods to measure the rate of flow produced by the gills of oyster and other molluscs. Science, vol. 63.
- G a u l d D. T. 1951. The grazing rate of planctonic *Copepods*. Journ. Mar. Biol. Ass., vol. XXIX, 3.
- N a u w e r c k A. 1959. Zur Bestimmung der Filtrierrate limnischer Planktontiere. Arch. Hydrob., Suppl., Bd. XXV, H. 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

И. П. ДЬЯЧЕНКО

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УЛОВИСТОСТИ ПЛАНКТНОЧЕРПАТЕЛЯ СИСТЕМЫ БОГОРОВА И ПЛАНКТНОБАТОМЕТРА

Со времени открытия в 1845 г. И. Мюллером морского планктона для исследования микроскопического населения водоемов применялись самые различные приборы. В начале это были лишь сети для так называемых «качественных» сборов, затем наряду с ними стали применяться сети для количественных учетов. В дальнейшем, однако, выяснилось, что вследствие неполной фильтрации воды (Рылов, 1926; Сабанеев, 1938 и др.) и недолавливания наннопланктонных форм сети давали искаженное представление о составе и распределении планктона в водоемах. Применение коэффициента фильтрации, введенного еще Гензеном, не устраняет ошибки полностью, так как весьма трудно определить факторы, влияющие на его величину. В связи с этим многие планктонологи стали применять различные приборы, не профильтровывающие, а вырезающие определенный объем воды. Это были или применяемые гидрологами батометры и приборы типа батометров, или специально сконструированные для лова планктона планктоночерпатели. В практике гидробиологических исследований в СССР в последнее время наиболее широко применялись планктоночерпатели системы В. Г. Богорова (1940) и Ф. И. Вовка (1948).

В одной из предыдущих статей (Дьяченко, 1960) нами было показано, что вырезающие объем воды приборы по многим признакам имеют явные преимущества перед сетями, причем по уловистости выше других оказывается планктоночерпатель Богорова.

Вместе с тем, однако, этот прибор обладает рядом серьезных недостатков. Положительной особенностью планктоночерпателя Богорова является то, что он захватывает за один подъем большой объем — 50 л воды. Но имея горизонтальные нижнее и верхнее днища, прибор, перемещаясь по вертикали вниз и вверх, особенно при волнении, перемешивает ими слои воды и распугивает подвижных рачков. Ополаскивание газовой сетки прибора после взятия пробы не освобождает его полностью от прилипающих организмов. При задевах за подводные предметы или при ударе о борт судна газ прибора рвется, зимой же смерзается, создавая много затруднений при обращении. Все это влияет на уловистость прибора и создает различные помехи и задержки в работе. Недостатком, общим для этого и других применявшихся планктоночерпателей и батометров, является то, что они закрываются не сразу по достижении требуемого горизонта, а через некоторое время, после удара спускаемого по тросу посыльного груза. Таким образом, лов производится не внезапно и наиболее подвижные планктонные формы, особенно некоторые рачки, могут уйти из прибора.

Учитывая эти недостатки, мы сконструировали прибор, названный «планктонобатометром», в основу конструкции которого лег принцип свободного «прорезания» воды и внезапного автоматического (без почтальона) закрывания при достижении необходимой глубины (Дьяченко, 1959). Этот планктонобатометр прочнее планктоночерпателя, значительно сокращает время, необходимое для сбора планктона, и, главное, — обладает более высокой уловистостью за счет наиболее подвижных форм планктонных рачков. Различие в уловистости, однако, показать трудно при чрезвычайно сильных колебаниях последовательных уловов одного орудия лова в одной точке, обусловленных неравномерностью распределения планктона. Как было показано нами ранее (Дьяченко, 1960), эти уловы в отдельных пробах изменяются не менее чем в несколько раз (в 3—4 раза и более), в то время как уловистость одного прибора бывает выше уловистости другого лишь на какую-то долю единицы. Поэтому сравнение разных приборов при малом числе проб может ничего не дать. Для выяснения сравнительной уловистости нашего планктонобатометра и планктоночерпателя Богорова нами были выполнены три серии многократных одновременных ловов обоими приборами при различных условиях. Первая серия была сделана в июле при цветении синезеленых (*Aphanizomenon*) и преобладании в зоопланктоне босмин (*Bosmina coregoni*); вторая — в августе, при преобладании по биомассе дафний (*Daphnia longispina*), а по численности — цериодафний и циклопов; третья серия — в конце марта, подо льдом, при относительно высокой прозрачности и резком преобладании копепод — циклопов и диапомид.

В первой серии нами было взято по 9 проб планктоночерпателем и планктонобатометром в южной части Центрального плёса водохранилища, в районе затопленного города Мологи, в точке с глубиной 15 м. Данные этой серии уловов показаны в табл. 1. Поскольку объем сравниваемых приборов различный, количество уловленных рачков приведено к объему 1 м³.¹

¹ Так как различия в уловистости можно было ожидать только по отношению к подвижным элементам планктона — рачкам, мы не приводим данных по коловраткам и простейшим. По отношению к этим и другим более мелким организмам планктоноба-

Из табл. 1 видно, что, хотя величина уловов в отдельных пробах обоих приборов, как всегда, сильно колеблется, уловы планктонобатометра

Т а б л и ц а 1

Количество планктонных ракообразных в пробах
планктоночерпателя Богорова и планктонобатометра
(приведенное к объему 1 м³) в первой серии ловов — 29 июля 1959 г.

Пробы	Состав планктона								Всего
	<i>Nauplii</i>	<i>Cyclo- poida</i>	<i>Diapto- mus</i>	<i>Sida</i>	<i>Daphnia</i>	<i>Cero- daphnia</i>	<i>Bosmina</i>	<i>Chydo- rus</i>	
I	600	6600	330	—	6600	300	31300	2600	48330
	8750	7500	1250		3750	1250	42500	—	65000
II	12600	8000	1300	—	6300	330	36600	2300	67430
	6650	2500	2500		2500	—	102500	9150	125800
III	7500	2500	250	—	1000	250	13250	1250	26000
	7500	7500	2500		12500	1250	122500	7500	161250
IV	11300	15300	1600	—	7000	1000	75600	4600	116400
	7500	5000	2500		5000	—	98500	1250	119750
V	8660	5000	—	—	6330	2000	50330	1660	73980
	3750	2500	2500		8750	3750	82500	3750	107500
VI	13000	17600	3000	—	20300	300	68300	9000	131500
	1250	2500	1250		2500	—	60000	2500	70000
VII	3500	6000	500	—	14000	3000	63500	1000	91500
	1250	10000	2500		5000	—	140000	3750	162500
VIII	6000	7600	1000	—	7000	2000	50600	3500	77700
	3750	1250	1250		1250	2500	33700	1250	44950
IX	9000	11000	1000	—	7300	1000	65300	6600	101200
	2500	8750	—		17500	3750	76200	1250	111200
Всего	72160	79600	8980	—	75830	10180	454780	32510	734040
	42900	47500	16250	1250	58750	12500	758400	30400	967950
Среднее на 1 м ³	8617	8844	997	—	8425	1134	50531	3612	82160
	4766	5277	1805	138	6527	1500	84266	3377	107656

П р и м е ч а н и е. В таблицах №№ 1—3 даны дроби: в числителе — показатели проб из планктоночерпателя Богорова, в знаменателе — из планктонобатометра.

в общем больше, чем планктоночерпателя. Если сравнивать попарно первую, вторую, третью и т. д. пробы планктонобатометра с первой, второй и т. д. пробами планктоночерпателя, то в шести случаях из девяти первые оказываются выше. Максимальный улов планктонобатометра (162 500 экз.) и минимальный (44 950 экз.) выше соответствующих уловов планктоночерпателя (131 500 экз. и 26 000 экз.). Средний улов планктонобатометра (107 656 экз./м³) тоже выше среднего улова планктоночерпателя (82 160 экз./м³). Это различие, однако, если учитывать широкий размах колебаний по отдельным пробам, невелико. Для решения вопроса

тометр, как и всякий батометр, должен быть более уловист, чем планктоночерпатель, в котором возможна некоторая потеря за счет прохождения наиболее мелких форм через газовые стенки и застревания в их ячеях.

Т а б л и ц а 2

Количество планктонных ракообразных в пробах планктоночерпателя Богорова и планктонобатометра (приведенное к объему 1 м³) во второй серии ловов — 16 августа 1959 г.

Пробы	Состав планктона								Всего
	<i>Nauplii</i>	<i>Cyclo-poida</i>	<i>Diapto-mus</i>	<i>Bosmina</i>	<i>Daphnia</i>	<i>Cero-daphnia</i>	<i>Sida</i>	<i>Chydo-rus</i>	
I	<div>330012500</div>	<div>650018750</div>	<div>6505000</div>	<div>1501250</div>	<div>130010000</div>	<div>650015000</div>	<div>500—</div>	<div>150—</div>	<div>1905062500</div>
II	<div>150010000</div>	<div>16525000</div>	<div>—5000</div>	<div>—1250</div>	<div>800—</div>	<div>3008000</div>	<div>165—</div>	<div>—1250</div>	<div>293050500</div>
III	<div>43002500</div>	<div>765012500</div>	<div>300500</div>	<div>650750</div>	<div>3500500</div>	<div>75002750</div>	<div>—250</div>	<div>650—</div>	<div>2455019750</div>
IV	<div>36602300</div>	<div>43004600</div>	<div>6001000</div>	<div>600600</div>	<div>33001600</div>	<div>60002000</div>	<div>—</div>	<div>1330500</div>	<div>1979012600</div>
V	<div>40006750</div>	<div>700035200</div>	<div>500700</div>	<div>10001000</div>	<div>40001700</div>	<div>40002200</div>	<div>500—</div>	<div>—1250</div>	<div>2100048800</div>
VI	<div>1630012500</div>	<div>1000016500</div>	<div>3302500</div>	<div>666300</div>	<div>230012500</div>	<div>460011500</div>	<div>1000—</div>	<div>10001500</div>	<div>3619657300</div>
VII	<div>430015750</div>	<div>70008250</div>	<div>3002500</div>	<div>3003250</div>	<div>36007500</div>	<div>33006500</div>	<div>—750</div>	<div>600750</div>	<div>1940045250</div>
VIII	<div>430011250</div>	<div>800014250</div>	<div>6001750</div>	<div>6002500</div>	<div>13006750</div>	<div>56004250</div>	<div>330—</div>	<div>13001750</div>	<div>2203042500</div>
IX	<div>330020750</div>	<div>1400024000</div>	<div>13005750</div>	<div>300750</div>	<div>26004000</div>	<div>760018500</div>	<div>600—</div>	<div>1000750</div>	<div>3070074500</div>
X	<div>13008250</div>	<div>500016500</div>	<div>300825</div>	<div>3001650</div>	<div>20001650</div>	<div>360011500</div>	<div>—</div>	<div>300—</div>	<div>1280040375</div>
XI	<div>10009000</div>	<div>1250018250</div>	<div>13007500</div>	<div>13002500</div>	<div>66004000</div>	<div>560017500</div>	<div>—</div>	<div>3001500</div>	<div>2860060250</div>
XII	<div>36002000</div>	<div>266034000</div>	<div>3306500</div>	<div>6601500</div>	<div>133010720</div>	<div>133018250</div>	<div>330—</div>	<div>6003250</div>	<div>1084076220</div>
XIII	<div>82009000</div>	<div>200010000</div>	<div>—3250</div>	<div>200850</div>	<div>4001700</div>	<div>2004000</div>	<div>—1700</div>	<div>6002500</div>	<div>1160033000</div>
Всего . . .	<div>59060122550</div>	<div>86775237800</div>	<div>651042775</div>	<div>672618150</div>	<div>3303062620</div>	<div>56130121950</div>	<div>34252700</div>	<div>783015000</div>	<div>259486623545</div>
Среднее на 1 м³. .	<div>45439427</div>	<div>667618292</div>	<div>5003290</div>	<div>5171396</div>	<div>26404813</div>	<div>43179380</div>	<div>263207</div>	<div>6021153</div>	<div>2005847958</div>

о реальности этого отличия можно воспользоваться применяющейся в вариационной статистике величиной

$$K_{\text{dif.}} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где M_1 и M_2 — средние двух вариационных рядов (в нашем случае — чисел планктонных рачков в отдельных пробах), а m_1 и m_2 — их средние ошибки. Для рассматриваемой серии эта величина составляет 2.0, тогда как различие средних считается реальным при $K_{\text{dif.}} = 3.0$. Таким образом, на основании первой серии ловов нельзя с достоверностью утверждать, что планктонобаторметр более уловист, чем планктоночерпатель.

Более явственную картину дала выполненная 16 августа 1959 г. вторая серия ловов, в которой обоими приборами было взято по 13 проб (табл. 2).

При парном сравнении проб уловы планктонобаторметра превосходили уловы планктоночерпателя в 11 случаях из 13. Максимальные (94 220 экз.) и минимальные (12 600 экз.) уловы планктонобаторметра были заметно (максимальные даже почти втрое) больше соответствующих уловов планктоночерпателя (36 196 экз. и 10 840 экз.). Средняя же величина улова планктонобаторметра превосходила среднюю величину улова планктоночерпателя примерно в 2.5 раза. При сравнении отдельных групп замечалось наибольшее повышение уловистости планктонобаторметра по отношению к копеподам (циклоподам и диаптомидам). Вычисление величины $K_{\text{dif.}}$ показало, что отличие средних вполне реально, так как величина эта была значительно выше 3, а именно 4.7.

Третья серия ловов планктона, проведенных в чистой подледной воде в марте 1960 г. на Рыбинском водохранилище в районе Перебор, дала результаты, показанные в табл. 3. Хотя в этой серии было взято еще больше, а именно по 20 проб, результаты получились примерно такие же, как и во второй серии. Колебания в размерах уловов отдельных подъемов обоих приборов были особенно велики, что объясняется, видимо, локализацией планктона в сравнительно небольшом слое воды. Но по всем признакам планктонобаторметр показал бóльшую уловистость: превосходство уловов при попарном сравнении в 15 пробах из 20, превосходство максимальных и минимальных (5200 экз. и 400 экз.) в несколько раз (для планктоночерпателя соответственно 1896 экз. и 119 экз.) и средней — в три раза (1830 экз. против 610 экз.). Реальность отличий средних подтверждается при вычислении $K_{\text{dif.}}$, оказавшегося равным 3.8. По всем без исключения группам среднее число экземпляров в пробах планктонобаторметра было выше.

Таким образом, приведенные материалы достаточно хорошо подтверждают более высокую уловистость планктонобаторметра по отношению к рачковому (а очевидно, и ко всему) зоопланктону при сравнении с планктоночерпателем. Очевидно, это следствие указанных выше конструктивных преимуществ первого. Мы думаем, что главное значение имеет свободное прорезание воды благодаря вертикально стоящим при спуске прибора крышкам (что предусматривается и в приборах Фридингера, Паталаса и некоторых других) и мгновенное автоматическое замыкание его на заданном горизонте воды. Лучшее улавливание наиболее подвижных рачков всего яснее видно по повышенному содержанию в уловах планктонобаторметра копепод, особенно диаптомид. Последние, наиболее

Т а б л и ц а

Количество планктонных ракообразных в пробах планктоночерпателя Богорова
и планктонобатометра (приведенное к объему 1 м³)
в третьей серии ловов — 24 марта 1960 г.

Пробы	<i>Nauplii</i>	<i>Cyclopoida</i>	<i>Diaptomus</i>	<i>Bosmina</i>	<i>Daphnia</i>	Всего
I	$\frac{179}{1400}$	$\frac{78}{1200}$	$\frac{20}{700}$	$\frac{20}{100}$	—	$\frac{297}{3400}$
II	$\frac{199}{1300}$	$\frac{99}{2700}$	$\frac{40}{2000}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{—}{100}$	$\frac{358}{6200}$
III	$\frac{59}{800}$	$\frac{59}{100}$	$\frac{40}{600}$	$\frac{—}{100}$	—	$\frac{158}{1600}$
IV	$\frac{179}{—}$	$\frac{380}{1100}$	$\frac{157}{300}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{—}{100}$	$\frac{736}{1600}$
V	$\frac{99}{300}$	$\frac{99}{300}$	$\frac{59}{200}$	$\frac{—}{—}$	—	$\frac{257}{800}$
VI	$\frac{99}{1300}$	$\frac{139}{700}$	$\frac{60}{600}$	$\frac{20}{100}$	—	$\frac{318}{2700}$
VII	$\frac{79}{600}$	$\frac{20}{600}$	$\frac{79}{—}$	$\frac{20}{—}$	—	$\frac{198}{1200}$
VIII	$\frac{40}{700}$	$\frac{80}{500}$	$\frac{20}{800}$	—	—	$\frac{140}{2000}$
IX	$\frac{60}{1300}$	$\frac{40}{1600}$	$\frac{20}{500}$	$\frac{—}{300}$	$\frac{—}{300}$	$\frac{120}{4000}$
X	$\frac{158}{400}$	$\frac{979}{200}$	$\frac{719}{100}$	—	$\frac{40}{—}$	$\frac{1896}{700}$
XI	$\frac{120}{1000}$	$\frac{260}{300}$	$\frac{220}{400}$	—	$\frac{—}{100}$	$\frac{600}{1800}$
XII	$\frac{80}{400}$	$\frac{—}{600}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{—}{200}$	—	$\frac{100}{1300}$
XIII	$\frac{319}{300}$	$\frac{379}{100}$	$\frac{60}{—}$	$\frac{—}{100}$	—	$\frac{778}{500}$
XIV	$\frac{99}{200}$	$\frac{—}{200}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{—}{100}$	—	$\frac{119}{600}$
XV	$\frac{99}{300}$	$\frac{20}{—}$	$\frac{20}{200}$	—	—	$\frac{139}{500}$
XVI	$\frac{539}{—}$	$\frac{439}{300}$	$\frac{439}{200}$	—	—	$\frac{1417}{500}$
XVII	$\frac{220}{100}$	$\frac{639}{—}$	$\frac{299}{100}$	$\frac{80}{200}$	$\frac{99}{—}$	$\frac{1337}{400}$

Т а б л и ц а 3 (продолжение)

Пробы	<i>Nauplii</i>	<i>Cyclopoida</i>	<i>Diaptomus</i>	<i>Bosmina</i>	<i>Daphnia</i>	Всего
XVIII	$\frac{199}{700}$	$\frac{399}{600}$	$\frac{311}{1000}$	$\frac{—}{100}$	$\frac{—}{100}$	$\frac{909}{2500}$
XIX	$\frac{1119}{500}$	$\frac{359}{500}$	$\frac{239}{400}$	$\frac{40}{—}$	—	$\frac{1757}{1400}$
XX	$\frac{139}{300}$	$\frac{359}{2200}$	$\frac{80}{400}$	—	—	$\frac{578}{2900}$
Всего...	$\frac{4084}{11900}$	$\frac{4827}{13800}$	$\frac{2922}{8700}$	$\frac{240}{1500}$	$\frac{139}{700}$	$\frac{12212}{36600}$
Среднее на 1 м³	$\frac{204}{595}$	$\frac{241}{690}$	$\frac{146}{435}$	$\frac{12}{75}$	$\frac{7}{35}$	$\frac{610}{1830}$

способные к большим прыжкам, во всех сериях (и почти всегда при попарном сравнении проб) оказывались в уловах планктонобатометра в значительно большем количестве, чем в уловах планктоночерпателя.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о г о р о в В. Г. 1940. К методике исследования планктона в море. Зоол. журн., т. 19, вып. 1.
- В о в к Ф. И. 1948. Экскурсионные количественные гидробиологические приборы. Сб. «Задачи научно-исследовательских организаций в 4-й пятилетке в области развития рыбного хозяйства Сибири», Новосибирск.
- Д ь я ч е н к о И. П. 1959. Автоматически закрывающийся планктонобатометр. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 5.
- Д ь я ч е н к о И. П. 1960. Предварительные результаты сравнительных исследований уловистости орудий лова планктона. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 8—9.
- Р ы л о в В. М. 1926. Краткое руководство к исследованию пресноводного планктона. Саратов.
- С а б а н е е в П. 1938. Ревизия методов количественного изучения планктона. Тр. гидробиол. ст. АН УССР, № 16.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Д. А. ПАНОВ и Ю. И. СОРОКИН

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ГОЛОДАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК ГУСТЕРЫ

Зависимость между длительностью голодания и активностью питания молоди рыб в общих чертах рассматривается в работе В. С. Ивлева (1955). Но данные этой работы относятся к подростовой молоди, способной переносить сравнительно длительное голодание (несколько десятков суток), а не к раннему периоду развития, когда предельная длитель-

ность голодания составляет 7—10 суток (Крыжановский, 1956; Фроленко, 1959). Несомненно, что при одинаковой длительности голодания изменения активности питания у личинок и подросшей молоди будут носить различный характер. Поэтому результаты работы В. С. Ивлева нельзя распространить на личиночный период жизни рыб; здесь требуются специальные исследования.

Сведения о влиянии различной длительности голодания на пищевую активность личинок рыб необходимы при экспериментальном изучении их питания. Так, в работах Д. Н. Логвинович (1955) и Д. А. Панова (1960) по выяснению роли концентрации кормовых объектов в питании личинок рыб применялось предварительное выдерживание их без пищи в течение 2—3 суток до освобождения кишечника. При анализе же результатов исследования предварительное голодание в расчет не принималось, что в значительной степени снижало ценность полученных данных.

В целях выяснения влияния предварительного голодания на пищевую активность личинок, нами был поставлен специальный опыт с применением радиоизотопа C^{14} . Попутно мы попытались определить относительную скорость расщедования меченого углерода, поступившего с пищей в тело личинок, на обмен веществ в зависимости от длительности их голодания.

Методика постановки опыта заключалась в следующем. В качестве корма для личинок были взяты босмины (*Bosmina longirostris*), которые в течение 4 суток кормились взвесью мелких хланийдомонад, помеченных C^{14} . В результате такого питания босмины приобрели активность 90 импульсов в минуту на 1 экземпляр. Опыты ставились с личинками густеры, предварительно голодавшими в течение 1, 2, 3 и 4 суток. Личинки были получены из искусственно оплодотворенной икры одной самки густеры. Возраст их был 8 суток с момента выклева из икры; размеры колебались от 7.3 до 8.2 мм, причем голодавшие личинки были мельче неголодавших (использовавшихся для контроля) вследствие приостановки их роста в период голодания.

В пять полуторалитровых аквариумов с предварительно профильтрованной водой было внесено по 1000 меченых босмин, отмытых от радиоактивного корма. В 4 из этих аквариумов было посажено по 80 личинок, голодавших в течение 1, 2, 3 и 4 суток. В пятый—контрольный аквариум— было посажено 80 личинок, не получавших пищи в течение 3 часов с тем, чтобы на полученные данные меньшее влияние оказала суточная ритмика питания личинок. Температура воды в аквариумах составляла $19^{\circ}C$. По истечении 2 часов личинки были выловлены, отмыты от возможных радиоактивных остатков и посажены в аквариумы с профильтрованной водой. Затем по 40 личинок из каждой партии было выловлено и высушено на предметных стеклах для определения их радиоактивности. Оставшимся личинкам был задан обычный немеченый планктон. Через 12 часов и эти личинки были выловлены и высушены.

Кратковременность питания личинок меченым кормом (2 часа) давала возможность учесть потребление корма, так как за это время пища еще не успевала перевариться и личинки не теряли C^{14} с экскрементами. Продолжительное выдерживание личинок на немеченом корме (12 часов) позволяло учесть отложенное в их теле органическое вещество корма, меченого C^{14} , поскольку за это время личинки полностью освобождали кишечники от остатков меченого корма. Для того чтобы выразить найденные величины радиоактивности личинок и босмин в сопоставимых величинах, необходимо было ввести поправки на самопоглощение излучения в теле животных. Величины поправок на самопоглощение были определены путем сопоставления активности C^{14} в телах животных в высушенном виде и активности C^{14} после сжигания органического вещества этих же животных до CO_2 и определения их истинной радиоактивности в осадках $BaCO_3$ с поправкой на самопоглощение излучения в последних. Эти поправки оказались следующими: для босмин 1.17 и для личинок густеры 4.1.

Результаты опыта представлены в таблице, где величины радиоактивности, приходящиеся на одну личинку, представляют собою средние из величин активности 40 личинок.

Наибольшая величина потребления пищи наблюдается у личинок, предварительно голодавших в течение одних суток. По мере увеличения

Влияние предварительного голодания личинок густеры на потребление корма и величину остатка усвоенного C^{14}

Длительность голодания личинок, в сутках	Среднее потребление корма одной личинкой		Потребление пищи голодавшими личинками по сравнению с неголодавшими, в %	Остаток C^{14} в теле личинок после выдерживания на немеченом корме в течение 12 часов	
	в импульсах радиоактивности	в экземплярах босмин		остаточная радиоактивность личинок, имп./1 личинку	в процентах к потребленному корму
0	1562	17.3	100	1030	66
1	2476	27.5	159	1501	61
2	1931	21.4	124	992	51
3	1812	20.1	116	693	38
4	1710	19.0	109	612	36

продолжительности голодания активность личинок в отношении поиска и потребления пищи понижается, но при голодании в течение 4 суток все же остается несколько более высокой, чем у личинок, питавшихся нормально. Это обстоятельство необходимо учитывать при исследованиях питания личинок с применением предварительного голодания.

В правой части таблицы приведены количества C^{14} , обнаруженные в теле личинок после 12 часов пребывания их в аквариумах с немеченым кормом. Этот показатель, названный нами остатком, представляет собой разницу между количеством усвоенного C^{14} и его потерями на обмен веществ за 12 часов. По величине этого остатка можно судить о скорости расходования органического вещества усвоенного личинками меченого корма на обмен веществ при различной длительности их предварительного голодания. У нормально питавшихся личинок остаток C^{14} составил 66% от потребленного с пищей. Это свидетельствует о том, что радиоактивный углерод, поступавший с пищей, некоторое время задерживался в теле личинок, а обмен веществ происходил за счет ранее усвоенных веществ. По мере увеличения длительности голодания скорость поступления C^{14} на обмен увеличивается, остаток же, наоборот, уменьшается.

Здесь следует отметить, что, по литературным данным (Карзинкин, 1952), кратковременное голодание у рыб приводит к некоторому повышению усвоения пищи, поэтому нет оснований относить уменьшение остатка C^{14} за счет снижения усвоения пищи у голодавших личинок.

У личинок, предварительно голодавших в течение 3 суток, остаток меченого углерода в теле составил лишь 38% от потребленного, что почти в 2 раза меньше остатка у неголодавших личинок. Увеличение длительности голодания до 4 суток уже почти не повлияло на величину остатка (36% к потребленному). Следовательно, у личинок, голодавших 3 суток, обмен веществ начинает осуществляться полностью за счет вновь принятой пищи. Видимо, к этому времени личинки израсходовали все вещества, которые без особого ущерба для организма могли пойти на энергетический обмен.

Исходя из полученных данных, можно понять, почему, как указывает Г. И. Фроленко (1959), голодание личинок леща в течение 3 суток не причиняет им «серьезного вреда», в то время как после 4 суток голода-

ния наступают резкие изменения в состоянии личинок. Вероятно, начиная с 4 суток голодания обмен у личинок начинает осуществляться за счет таких веществ, потеря которых в короткое время приводит к существенным расстройствам основных функций.

Результаты опыта относятся к личинкам густеры размером 7.3—8.2 мм, но они, вероятно, могут быть распространены на одинаковых по развитию личинок других рыб, сходных по биологии.

Применение радиоактивного углерода позволяет изучать такие стороны питания рыб, которые трудно осветить с помощью методов, применявшихся до настоящего времени в исследованиях по этому вопросу. Точность этой методики, а также возможность использования в опытах массового материала дают результаты большой достоверности.

ЛИТЕРАТУРА

- И в л е в В. С. 1955. Экспериментальная экология питания рыб. Пищепромиздат, М.
- К а р з и н к и н Г. С. 1952. Основы биологической продуктивности водоемов. Пищепромиздат, М.
- К р ы ж а н о в с к и й С. Г. 1956. Материалы по развитию сельдевых рыб. Тр. Инст. морфол. животн. АН СССР, вып. 17.
- Л о г в и н о в и ч Д. Н. 1955. Влияние солености и плотности кормовых объектов на питание и рост личинок и мальков донского леща и судака. Тр. Всес. научно-иссл. инст. морск. рыбн. хоз. и океаногр., т. XXXI, вып. 2.
- П а н о в Д. А. 1960. О питании личинок леща Рыбьеского водохранилища. Сообщение I (экспериментальные исследования). Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 3 (6).
- Ф р о л е н к о Г. И. 1959. Влияние голодания на развитие личинок леща и обыкновенного карася. Научн. докл. Высш. школы, Биол. науки, № 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

А. В. АНАНИЧЕВ

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И РЫБ

Одной из важнейших задач сравнительной биохимии является изучение аминокислотного состава белков различных организмов. Работы эти ведутся много лет, но лишь с введением в практику биохимических лабораторий современных микрометодов, в частности бумажной хроматографии, были достигнуты большие успехи. Однако аминокислотный состав водных организмов (особенно пресноводных беспозвоночных) до сих пор изучается недостаточно, хотя его значение крайне важно для определения пищевой ценности этих организмов, так как аминокислоты являются важнейшим пластическим материалом для воспроизводства тканевых белков.

Настоящая работа характеризует аминокислотный состав белков пресноводных организмов одного биотопа в летние месяцы. Естественно, чтобы установить средний аминокислотный состав белков как характеристику того или иного вида, а также минимальные и максимальные

границы их содержания и изменчивость соотношений между отдельными аминокислотами, необходимы дальнейшие систематические анализы.

Нами были собраны следующие виды водных беспозвоночных: *Dytiscus marginalis* L. (имаго и личинки), *Tendipes plumosus* L. (личинки), *Procladius* sp. sp. (личинки), *Notonecta glauca* L. (имаго), *Phryganea grandis* L. (личинки), *Enallagma cyathigerum* Charp. (личинки), *Hydrachna* sp., *Eylais* sp., *Limnodrilus newaensis* Mich., *Herpobdella testacea* var. *nigricollis* G. Brand., *Dreissena polymorpha* Pall. Для сравнения был изучен аминокислотный состав белков мышц, печени и головного мозга щуки, налима и леща.

Материал был собран в прибрежной зоне Волжского плёса Рыбинского водохранилища против «Борка» летом 1959 г.

Тщательно измельченные и обезжиренные навески образцов в количестве 1—2 г абсолютно сухого вещества гидролизовались в 20%-м растворе соляной кислоты в течение 24 часов с последующей отгонкой кислоты в вакууме. Образующиеся гуминовые вещества отфильтровывались, а гидролизат упаривался на водяной бане до $\frac{1}{3}$ первоначального объема.

Аминокислоты определялись хроматографически в модификации, предложенной Е. А. Ермаковой (1957), с полным проявлением пятен нингидрином. При этом была использована хроматографическая бумага марки 2-Б Ленинградской фабрики им. Володарского.

Как следует из анализов, приведенных в таблице, в белках ряда беспозвоночных и рыб не были обнаружены некоторые аминокислоты. Так, например, цистин отсутствует у жуков-плавунцов и у дрейссены; серин и глютаминовая кислота у *Eylais*; аланин у ручейников, *Herpobdella* и в головном мозгу щуки; тирозин и валин у дрейссены; лейцин у *Herpobdella*; фенилаланин у жуков-плавунцов и *Hydrachna*. Белки всех изученных беспозвоночных оказались богаты лизином, глютаминовой кислотой (кроме *Eylais*) и лейцином (кроме *Herpobdella*). Белки мышц рыб также содержат много лизина, глютаминовой кислоты и лейцина; белки печени — лизина, аспарагиновой и глютаминовой кислот; белки головного мозга — глютаминовой кислоты. Кроме того, весьма интересным фактом является накопление в белках *Herpobdella* гистидина (15.833%), в белках *Limnodrilus* и *Herpobdella* аргинина (12.841 и 10.564%), в белках жуков-плавунцов аланина (10.000%).

Для белков млекопитающих, так же как для белков исследованных пресноводных организмов, характерно высокое содержание лизина, глютаминовой кислоты и лейцина (Тристрам, 1956).

В белках рыб цистин, аргинин, глицин, серин, глютаминовая кислота, валин, метионин и фенилаланин содержатся в более или менее одинаковом количестве. Содержание же других аминокислот заметно колеблется, что указывает на специфичность этих белков. Лизина, гистидина и аспарагиновой кислоты больше всего в белках печени; тирозина — в белках головного мозга; лейцина — в белках мышц. Аланин содержится приблизительно в одинаковом количестве в белках мышц, а в белках печени и головного мозга его содержание резко колеблется (в головном мозгу щуки он вообще не обнаруживается).

Таким образом, несмотря на единство биохимической организации животного мира (Флоркэн, 1947), каждая группа и даже отдельные виды животных имеют свои биохимические особенности. Кроме того, на химизм животных оказывает влияние всякое изменение химического состава среды их обитания, что ведет к изменению процессов обмена и в конечном итоге даже к морфологическим изменениям (Ковальский, 1941, 1958).

Аминокислотный состав белков (в процентах от белка)

	Цистин	Лизин	Листин	Аргинин	Аспарагино- вая кислота	Глицин	Серин	Людотамино- вая кислота	Аланин	Тирозин	Валин	Метионин	Лейцин	Фенил- аланин
Насекомые:														
<i>Dytiscus</i> (личинка) . . .	2.000	11.844	3.866	6.600	6.391	3.366	5.100	19.368	6.376	3.990	3.010	2.841	9.733	0.000
<i>Dytiscus</i> (имаго) . . .	0.000	12.000	3.866	9.090	7.544	1.980	5.500	10.000	10.000	4.086	3.120	3.000	15.800	0.000
<i>Tendipes</i> (личинка) . . .	3.864	13.836	2.986	8.364	9.789	2.950	5.300	20.384	7.584	0.440	3.650	4.310	10.483	5.300
<i>Procladius</i> (личинка) . . .	2.434	11.344	3.110	8.584	8.654	3.019	6.090	19.754	6.936	3.956	3.531	3.651	14.651	2.410
<i>Notonecta</i> (имаго) . . .	4.486	4.364	4.000	2.687	7.876	0.000	2.000	18.383	6.674	5.000	3.000	4.900	12.200	4.850
<i>Phryganea</i> (личинка) . . .	5.656	0.000	6.340	2.311	6.400	6.038	5.100	20.383	0.000	5.300	2.856	1.815	11.000	5.455
<i>Enallagma</i> (личинка) . . .	5.134	2.586	5.860	8.300	7.000	3.010	4.900	26.376	4.000	6.100	2.734	1.754	10.539	4.750
Клещи:														
<i>Hydrachna</i>	4.225	1.002	6.410	8.418	3.542	2.865	5.100	22.383	1.186	5.397	2.000	1.650	12.825	0.000
<i>Eylais</i>	4.300	8.100	6.400	8.400	12.000	2.765	0.000	0.000	8.300	4.958	2.850	1.700	13.100	4.844
Черви:														
<i>Limnodrilus</i>	2.086	11.056	3.330	12.841	0.000	2.834	5.800	9.397	8.561	4.184	2.440	2.563	13.343	4.234
<i>Herpobdella</i>	3.033	10.000	15.833	10.564	4.861	8.938	5.750	13.241	0.000	5.041	2.021	3.381	0.000	4.000
Моллюски:														
<i>Dreissena</i>	0.000	13.586	4.654	6.734	3.000	2.333	5.330	12.839	6.440	0.000	0.000	4.053	18.564	3.500
Рыбы:														
мышцы щуки	1.456	10.854	1.258	7.877	8.900	2.560	3.910	22.333	6.811	3.411	3.844	3.563	15.400	4.300
мышцы налима	1.839	11.354	1.353	6.934	7.000	2.060	3.744	21.831	5.990	3.518	2.312	4.010	10.400	5.611
мышцы леща	1.731	9.763	1.853	5.854	7.659	2.133	3.133	20.534	6.010	2.440	6.114	3.000	11.676	4.054
печень щуки	1.683	18.110	3.488	6.564	13.840	3.440	5.480	14.886	0.956	3.860	5.061	3.311	5.460	5.610
печень налима	1.534	17.665	3.584	6.400	13.414	2.800	0.330	10.534	9.544	8.130	4.038	3.280	6.280	4.000
печень леща	1.200	15.451	2.733	6.784	12.560	2.000	1.800	20.814	3.841	4.000	0.980	3.056	8.000	0.000
головной мозг щуки	1.884	7.641	1.543	7.663	5.811	1.450	2.711	28.767	0.000	6.540	3.031	3.561	2.000	5.800
головной мозг налима	1.936	6.384	1.053	6.581	4.391	2.344	3.000	27.064	0.987	5.431	2.810	4.663	3.455	4.000
головной мозг леща	1.800	7.000	1.943	6.443	6.954	3.856	4.564	25.039	2.544	5.861	3.000	3.841	3.338	0.900

ЛИТЕРАТУРА

- Ермакова Е. А. 1957. Метод количественного определения аминокислот на полностью проявленных нингидрином хроматограммах. Биохимия, т. 22, № 5.
- Ковальский В. В. 1941. Периодическая изменчивость химических свойств организмов и ее биологическое значение. Усп. совр. биол., т. XIV, вып. 3.
- Ковальский В. В. 1958. Новые направления и задачи биологической химии сельскохозяйственных животных в связи с изучением биогеохимических провинций. Изд. Мин. сельск. хоз. СССР, М.
- Тристрам Г. 1956. Аминокислотный состав белков. Сб. «Белки», т. 1, М.
- Флоркэн М. 1947. Биохимическая эволюция. М.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Н. В. БОДРОВА и Б. В. КРАЮХИН

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЫБ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ТОКУ

Пороговые величины напряжения электрического тока, вызывающие определенные реакции рыб (первичную реакцию, анодную реакцию, наркозоподобное состояние), зависят от многих факторов. Из них большинство авторов придает наибольшее значение физическим факторам среды и главным образом температуре и электропроводности окружающей воды (McMillan, 1928; Holzer, 1931, 1933; Denzer, 1956; Spiecker, 1957, и др.). При этом обычно не учитывается, что температура и электропроводность не только изменяют физические условия распространения электрического тока в воде, но и оказывают влияние на физиологическое состояние рыб и прежде всего вызывают определенные сдвиги в интенсивности обмена.

Резко выраженная зависимость интенсивности обмена у рыб, как у всех пойкилотермных животных, от температуры среды хорошо известна (Lindstedt, 1914; Krogh, 1916; Свиренко, 1937; Строганов, 1939, и др.). Что же касается влияния интенсивности обмена на чувствительность рыб к электрическому току, то по этому вопросу имеется только работа Е. Хальсбанда (Halsband, 1957). Он установил на форели и карпе, что при более высокой интенсивности обмена (определяемой по потреблению кислорода, частоте дыхания и температуре кишечника) наблюдается более высокая чувствительность рыб к постоянному электрическому току.

В настоящем сообщении нами излагаются результаты экспериментального изучения чувствительности рыб к переменному электрическому току при изменении интенсивности обмена, которое достигалось повышением температуры окружающей среды.

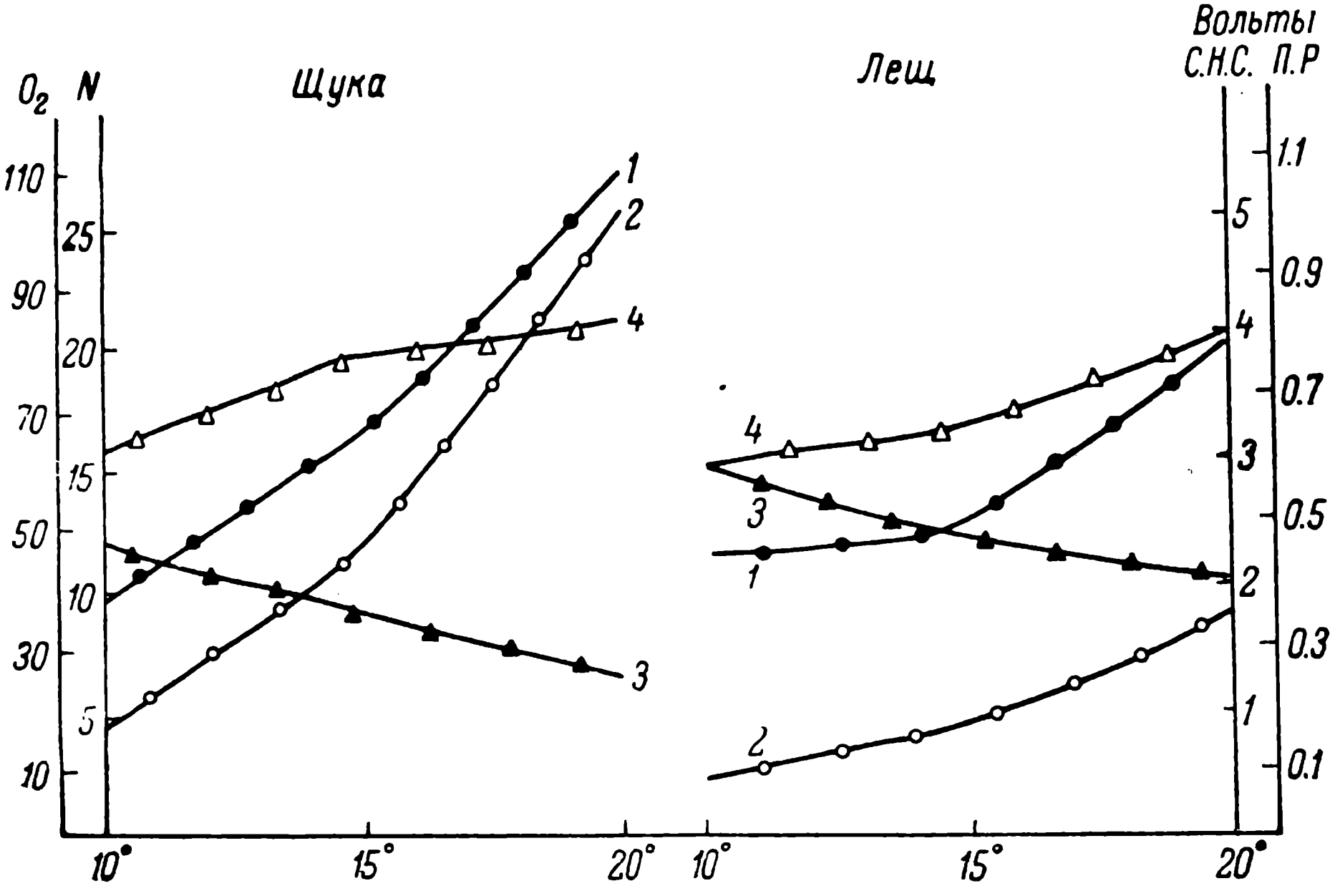
Исследование производилось на щуках (живой вес 114—161 г) и лещах (170—280 г). Рыбы содержались в больших аквариумах с проточной, хорошо аэрируемой водой при той же температуре, при которой проводился опыт. Рыбы не кормились. Опыты начинались через 2—3 дня после вылова рыбы в водохранилище. Определения потребления кислорода и выделения общего азота производились в замкнутых сосудах. Подсчитывалась частота дыхания. Кислород определялся по методу Винклера, общий азот — по методу Конвея. Полученные данные перечислялись на единицу веса (кг) и времени (часы).

После определения интенсивности обмена у этих же рыб и при той же температуре воды определялись две стадии влияния переменного электрического тока — пороги

первичной реакции и стадии наркозоподобного состояния (на основании полученных данных вычислялось напряжение тела в вольтах). Методика определения порогов реакций рыб описана нами ранее (1959).

Произведено 3 серии опытов при температуре воды 10, 15 и 20° С. Электропроводность воды определялась реохордным мостом Р-38. Всего произведено 146 опытов, из них со щукой 58, с лещом 88.

В табл. 1 (щука), табл. 2 (лещ) и на рисунке показано, как изменяются интенсивность обмена (потребление кислорода и выделение общего азота) и пороговые величины напряжения тока, вызывающие первичную реакцию



Интенсивность обмена веществ и чувствительность щуки и леща к переменному электрическому току.

1 — потребление O₂; 2 — выделение общего азота (N); 3 — порог первичной реакции (П. Р.); 4 — порог стадии наркозоподобного состояния (С. Н. С.).

цию и стадию наркозоподобного состояния при температуре воды 10, 15 и 20°. Из приведенных данных видно, что по мере повышения температуры воды интенсивность обмена возрастает. При этом сильнее всего увеличивается выделение общего азота. Это свидетельствует о значительном

Т а б л и ц а 1

Интенсивность обмена и чувствительность щуки к переменному электрическому току

Тем- пера- тура воды, °С	Коли- чество опы- тов	Электропро- водность воды, в ом ⁻¹ · см ⁻¹	Интенсивность обмена (мг/кг за час)				Чувствительность к току (напря- жение тела, в вольтах)			
			потребление кислорода		выделение общего азота		первичная реакция		наркозоподобное состояние	
			сред- нее	колебания	сред- нее	колебания	сред- нее	колебания	сред- нее	колебания
10	16	2.48 · 10 ⁻⁴	39.2	36.0—44.0	4.4	2.6—6.6	0.49	0.40—0.50	3.14	2.88—3.79
15	25	2.78 · 10 ⁻⁴	63.2	52.0—71.0	10.8	7.1—14.0	0.36	0.29—0.44	3.72	3.35—4.05
20	17	2.85 · 10 ⁻⁴	102.4	88.0—119.0	24.3	18.8—28.0	0.27	0.26—0.33	4.08	3.82—4.61

Т а б л и ц а 2

Интенсивность обмена и чувствительность леща к переменному электрическому току

Тем- пера- тура воды, °C	Коли- чество опы- тов	Электропро- водность воды (в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)	Интенсивность обмена (мг/кг за час)				Чувствительность к току (напря- жение тела, в вольтах)			
			потребление кислорода		выделение общего азота		первичная реакция		наркозоподобное состояние	
			сред- нее	колебания	сред- нее	колебания	сред- нее	колебания	сред- нее	колебания
10	30	$2.42 \cdot 10^{-4}$	43.6	34.0—41.0	2.20	1.6—2.8	0.58	0.54—0.68	2.99	2.44—3.51
15	33	$3.01 \cdot 10^{-4}$	49.4	43.0—56.0	4.50	3.5—6.2	0.47	0.41—0.63	3.38	2.58—3.96
20	25	$3.05 \cdot 10^{-4}$	78.8	67.0—93.0	8.57	6.7—10.0	0.40	0.38—0.42	3.79	2.66—4.36

повышении белкового обмена. Наиболее заметно интенсивность обмена повышается при 20° и особенно у щуки.

Если интенсивность обмена и чувствительность к току при 10° принять за 100%, то при 20° потребление кислорода щукой увеличивается на 277% и лещом на 180%, а выделение общего азота соответственно на 461 и 389%.

Частота дыхания, свидетельствующая об интенсивности потребления кислорода, и, следовательно, обмена, с повышением температуры у обоих видов рыб увеличивается при 15° на 20—30%, а при температуре 20° на 40—50% по сравнению с частотой дыхания при 10° . У щуки частота дыхания была выше, чем у леща, особенно при 20° (на 23—25%).

В то же время величина порога первичной реакции с повышением температуры с 10 до 20° снижается для щуки на 45%, а для леща на 31%, т. е. чувствительность к току повышается. Что же касается стадии наркозоподобного состояния, то как для щуки, так и для леща величина порогового напряжения тока увеличивается соответственно на 29 и 26%.

Сравнение интенсивности обмена и чувствительности к току леща и щуки показывает следующее. Если принять все показатели для леща за 100%, то для щуки они будут выше по потреблению кислорода на 11% при 10° , на 19% при 15° и на 38% при 20° , а по выделению общего азота соответственно на 100, 140 и 183%. Величина же порога первичной реакции для щуки оказывается ниже соответственно на 16, 24 и 33%.

Из приведенных данных следует, что разница в интенсивности обмена и пороге первичной реакции у исследованных видов рыб наиболее выражена при 20° . Что же касается величины напряжения тока, необходимой для стадии наркозоподобного состояния, то для щуки она была выше на 5—10%.

Таким образом, при повышении интенсивности обмена порог первичной реакции снижается, т. е. чувствительность рыб к току повышается. В отличие от первичной реакции стадия наркозоподобного состояния наступает при повышении напряжения тока. Какова причина этого явления — пока сказать трудно.

На примере щуки и леща, отличающихся интенсивностью обмена (особенно при температуре 20°) и чувствительностью к току, подтвердилось мнение Е. Хальсбанда (Halsband, 1957), что различная интенсив-

ность обмена может служить одной из причин видовой чувствительности рыб к току.

Исследование позволило установить, что физиологическое состояние имеет большое значение для поведения рыб в электрическом поле и что чувствительность их к электрическому току находится в зависимости от интенсивности их обмена веществ. Очевидно, независимо от причин, во всех случаях, когда у рыб изменяется интенсивность обмена, соответственно изменяется и их чувствительность к току.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о д р о в а Н. В. и Б. В. К р а ю х и н. 1959. К вопросу о видовой чувствительности рыб к электрическому току. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 5.
- С в и р е н к о Е. Г. 1937. Поглощение кислорода стерлядью в зависимости от изменения физико-химических факторов внешней среды. Уч. зап. МГУ, Сер. биол., № 9.
- С т р о г а н о в Н. С. 1939. Действие температуры на соотношение процессов газообмена у окуней. Физiol. журн. СССР, т. 26, № 1.
- D e n z e r H. W. 1956. Elektrofischerei. In: Handb. d. Binnenfischerei Mitteleuropas. Stuttgart.
- H a l s b a n d E. 1957. Der Einfluss der Stoffwechselintensität auf die Reizempfindlichkeit der Fische gegen elektrischen Strom. Arch. Fischereiwiss., Bd. 8, № 1—2.
- H o l z e r W. 1931. Über eine absolute Reizspannung bei Fischen. Pflüg. Arch. ges. Physiol., Bd. 229, H. 2.
- H o l z e r W. 1933. Modelltheorie über die Stromdichte in Körpern von Lebewesen bei galvanischer Durchströmung in Flüssigkeit. Pflüg. Arch. ges. Physiol., Bd. 232, H. 6.
- K r o g h A. 1916. The respiratory exchange of animals and man. London.
- L i n d s t e d t Ph. 1914. Untersuchungen über Respiration und Stoffwechsel von Kaltblütern. Zeitschr. Fischerei, Bd. 14.
- M c M i l l a n F. O. 1928. Electric fish screen. Bull. USA Bureau of Fisheries, vol. 44, № 1042.
- S p i e c k e r D. 1957. Die Galvanotaxis der Fische und ihre Auslösung auf Grund unmitttelbarer Irritabilität der Rumpfmuskulatur. Zool. Jahrb., Abt. allg. Zool. u. Physiol., Bd. 67, H. 2.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Л. И. СМЕРНОВА

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПАРАЗИТОВ НА КРОВЬ РЫБ

Данных о влиянии жаберных паразитов на кровь рыб мало. Отмечалось снижение содержания гемоглобина при сильном заражении жабер у орфы *Ergasilus sieboldi* (Nordmann) (Ракова, 1953) и у карпа, зараженного *Dactylogyrus vastator* Nybelin (Успенская, 1961). О влиянии паразитов на общее количество лейкоцитов в крови рыб никаких указаний в литературе найти не удалось.

При изучении сезонных изменений крови рыб Рыбинского водохранилища нами был собран материал, позволяющий судить о влиянии паразитов на кровь. В крови рыб, в различной степени зараженной паразитами, определялось количество гемоглобина (по гемометру Сали) и эритроцитов как показателей, непосредственно связанных с дыханием. Определялось также количество лейкоцитов. Всего было обследовано 650 экземпляров рыб. Для определения влияния паразитов на кровь

было выбрано из обследованных рыб 169 экземпляров, зараженных тем или иным паразитом. В качестве контроля были использованы рыбы, свободные от данного паразита, и незначительно зараженные другими видами паразитов. Сопоставлялись рыбы, сходные по размеру, одного улова, вскоре после вылова. Результаты представлены в таблице.

Влияние жаберных паразитов на кровь рыб изменяется в зависимости от количества паразитов на жабрах рыб и от времени года. С ростом количества *Ergasilus sieboldi* на жабрах леща и щуки увеличивается количество гемоглобина и эритроцитов в крови. Однако зимой это увеличение идет до определенного предела, а затем количества названных компонентов крови резко падают. Изменение содержания гемоглобина в крови леща в зимний период показано на рис. 1. Содержание гемоглобина в крови здоровых лещей и зараженных небольшим количеством *E. sieboldi* (2—12 экземпляров) в зависимости от времени года изображено на рис. 2. Кривая, изображающая содержание гемоглобина у зараженных лещей в зимний и весенний периоды, расположена выше, чем кривая для здоровых рыб. В летнее время кривые сближены. Если, например, зимой уже при 40 экземплярах *E. sieboldi* наблюдалось понижение кон-

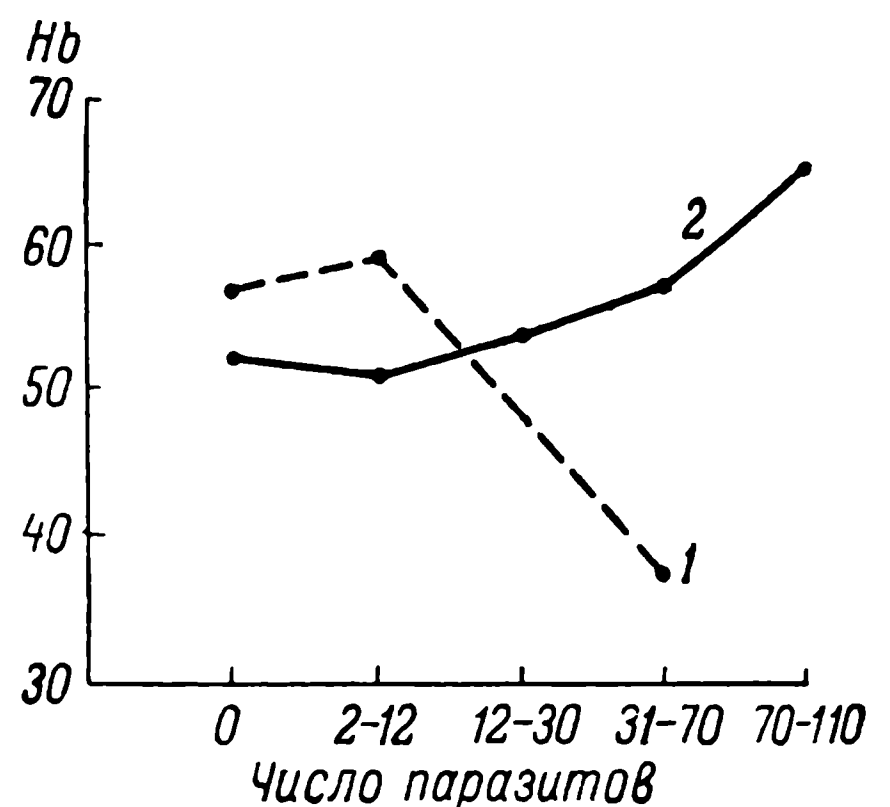


Рис. 1. Изменение концентрации гемоглобина у леща в марте и июне—июле в зависимости от количества *Ergasilus sieboldi*.

1 — март; 2 — июнь—июль.

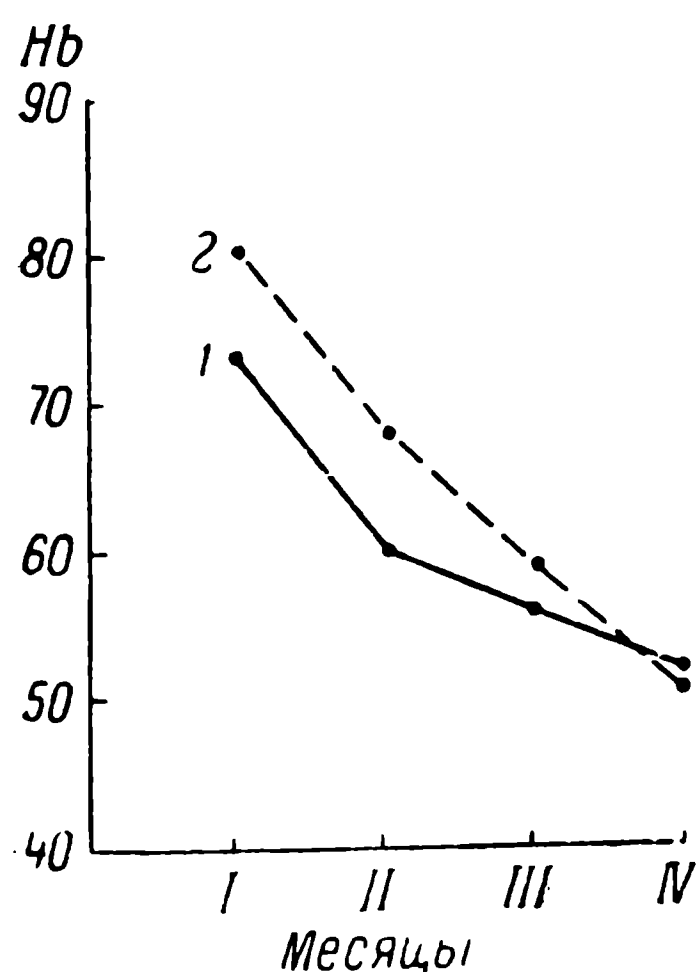


Рис. 2. Изменение концентрации гемоглобина у леща в зависимости от зараженности *Ergasilus sieboldi* и времени года.

1 — не зараженные; 2 — зараженные 2—12 экземплярами *Ergasilus sieboldi*.

центрации гемоглобина и эритроцитов, то летом количество показателей красной крови оставалось высоким даже при 70—110 экземплярах паразитов; т. е. летом организм рыбы продолжает бороться с тяжелыми условиями дыхания, вызванными поражением жабр паразитами, повышением показателей красной крови. Летом лещ легче, чем зимой, переносит заражение одинаковым количеством паразитов. Зимой, в связи с тем, что рыба ослаблена голоданием, а кроветворение крайне замедлено, развивается анемия даже при небольшой инвазии. Поскольку количество жаберных паразитов зимой у леща Рыбинского водохранилища уменьшается вдвое по сравнению с летом (Исюмова, 1958), зимовка рыб облегчается.

Аналогичную реакцию крови вызывает поселение на жабрах синца *Dactylogyrus chranilovi* Burchowsky. При наличии на жабрах до 100—200 экземпляров паразитов наблюдается повышенное количество гемоглобина и эритроцитов. Когда же число паразитов возрастает до 450—480 экземпляров, содержание названных компонентов крови уменьшается.

Значительно повышается количество гемоглобина и эритроцитов у леща, зараженного микроспоридиями в летний период.

Обследованные судаки были поражены одновременно *Achteres percarum* Nordmann и *Ergasilus sieboldi*. У таких рыб наблюдалось сниженное ко-

Влияние некоторых паразитов на кровь рыб Рыбинского водохранилища

Дата	Рыба	Исследо- вано рыб	Паразит и локализация	Степень заражения	Гемо- гло- бин, %	Коли- чество эритро- цитов, тыс./мм³	Коли- чество лейко- цитов, экз./мм³
13—27 I 1960	Лещ	10	<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann, жабры	Нет паразитов	73.7	2048	52600
	»	10	То же	2—12	80.4	2150	54900
26 II 1960	Лещ	4	»	Нет паразитов	60.5	2080	46200
	»	4	»	2—12	68.5	2240	45000
19—31 III 1960	Лещ	19	»	Нет паразитов	56.9	1900	39000
	»	14	»	2—12	59.1	1992	32350
	»	2	»	30—70	37.1	1500	55000
20 VI—19 VII 1960	Лещ	15	»	Нет паразитов	52.5	1780	96000
	»	8	»	2—12	51.0	1880	100000
	»	8	»	12—30	54.2	1735	88400
	»	8	»	31—70	57.3	1930	62500
20—30 VI 1960	Лещ	4	»	70—110	65.4	1945	88500
20 VII 1960	Щука	2	»	0—30	37.8	1700	124000
	»	2	»	80—90	45.5	2210	72000
	»	3	»	100—120	42.3	2110	90000
13 VI—15 VII 1960	Синец	3	<i>Dactylogyrus chranilovi</i> Burchowsky, жабры	2—50	60.0	2090	70000
	»	5	То же	120—210	61.0	2250	89000
	»	4	»	450—480	56.5	1730	21000
15 XII 1959—20 I 1960	Судак	8	<i>Achtheres percarum</i> Nordmann и <i>Ergasilus sieboldi</i> , жабры	Мало паразитов	56.6	2730	50700
	»	8	То же	Много паразитов	45.3	2180	42500
19—25 XII 1959	Плотва	3	<i>Diplozoon paradoxum</i> Nordmann, жабры	0—6	69.2	2120	40000
	»	3	То же	20—22	58.7	1600	45000
21—25 IV 1961	Лещ	4	<i>Myxosporidia</i> , жабры	Нет паразитов	60.0	1967	15000
	»	4	То же	Много паразитов	70.5	2110	17000
26 VII 1960	Окунь	3	<i>Triacnophorus nodulosus</i> (Pallas), печень	Нет паразитов	46.6	2000	140000
	»	3	То же	Есть паразиты	48.0	2105	125000
29 I—3 II 1960	Налим	4	<i>Eubothrium rugosum</i> (Goeze), кишечник	Мало паразитов	37.8	1495	50600
	»	4	То же	Много паразитов	48.8	17200	40000

личество гемоглобина и эритроцитов. То же наблюдалось у плотвы, зараженной *Diplozoon paradoxum* Nordmann (таблица).

При анализе материала по влиянию некоторых жаберных паразитов на количество лейкоцитов в крови рыб была замечена разница в реакции лейкоцитов на заражение жаберными паразитами в разное время года. Зимой у леща не было разницы в количестве лейкоцитов у рыб, зараженных и не зараженных *Ergasilus sieboldi*. В летнее время количество лейкоцитов у инвазированных рыб (лещ, синец) меньше, чем у рыб, сравнительно свободных от паразитов, что можно поставить в связь с меньшей активностью питания зараженных рыб. Зимой, когда эти рыбы не питаются, разницы в количестве лейкоцитов у инвазированных и не инвазированных рыб нет.

Внутренние паразиты также оказывают влияние на кровь рыб. *Triaenophorus nodulosus* (Pallas), паразитирующий в печени окуня, вызывает повышение содержания гемоглобина и эритроцитов и снижение числа лейкоцитов в крови. Паразит кишечника налима *Eubothrium rugosum* (Goeze) при сильном заражении вызывает увеличение процента гемоглобина и количества эритроцитов. Наряду с этим наблюдается снижение числа лейкоцитов.

Таким образом, средняя зараженность рыб жаберными паразитами *Ergasilus sieboldi*, *Diplozoon paradoxum*, *Dactylogyrus chranilovi* приводит к повышению концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови, но значительная инвазия вызывает снижение этих показателей (таблица, рис. 2). Зимой реакция красной крови на инвазию сильнее, чем летом. Зараженность жаберными паразитами в зимнее время не отражается на количестве лейкоцитов в крови рыб, а летом количество лейкоцитов у инвазированных рыб меньше, чем у здоровых.

ЛИТЕРАТУРА

- И з ю м о в а Н. А. 1958. Сезонная динамика паразитофауны рыб Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок» АН СССР, вып. 3.
Р а к о в а В. М. 1953. Инвазия язья и орфы и ее влияние на организм рыбы. Автореф. канд. дисс., М.
У с п е н с к а я А. В. 1961. Влияние *Dactylogyrus vastator* Nybelin 1924 (*Monogeneoidea*, *Dactylogyridae*) на организм карпа. Зоол. журн., т. 40, вып. 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ

ЗАВИСИМОСТЬ ДИНАМИКИ ТОКСИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЯДА ПРИ ФЕНОЛЬНОМ ОТРАВЛЕНИИ КАРАСЕЙ

Один из первых этапов изучения влияния ядов промышленных вод на рыб составляет выяснение зависимости между временем выживания и концентрацией яда, позволяющее судить о характере токсического процесса и степени индивидуальной резистентности. Для этой цели в качестве модельного опыта нами было избрано фенольное отравление карасей.

Литература, посвященная действию фенола на рыб, довольно обширна и крайне разноречива. Концентрации яда, рассматриваемые как токсич-

ческие или смертельные для рыб, варьируют от менее чем 1 мг/л (Ellis, 1937; Symons а. Sympton, 1938; Cole, 1941) до 300 мг/л (Shelford, 1917; Gutsell, 1921; Galtsoff, 1936; Ruchhoft а. Norris, 1947; Веслов, 1957).

Существенным препятствием для сопоставления и оценки литературных данных является большое разнообразие условий постановки опытов

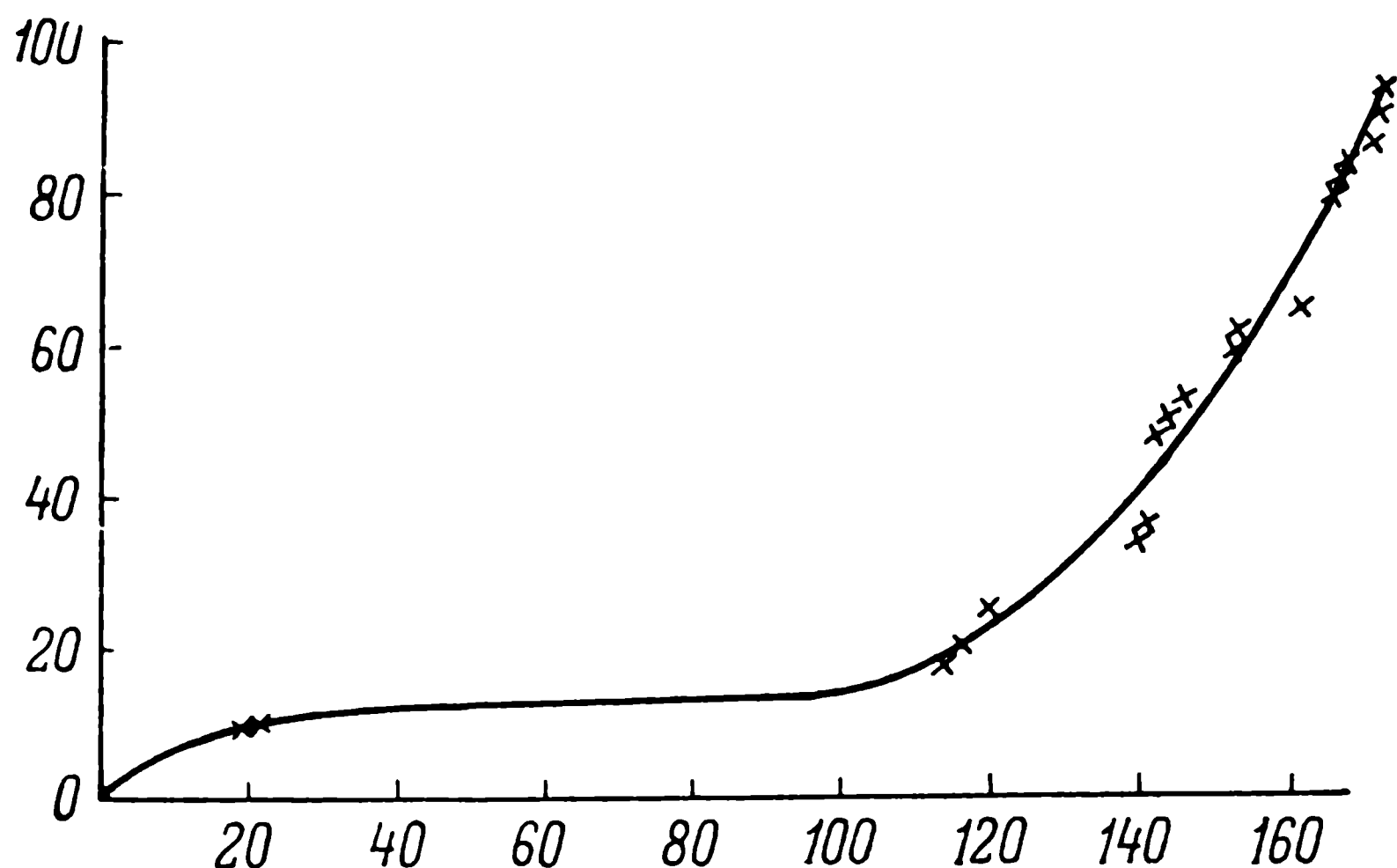


Рис. 1. Динамика гибели карасей в растворе фенола 25 мг/л.

По оси абсцисс — время действия токсического агента, в часах; по оси ординат — процент погибших рыб.

(температура, кислород, жесткость, величина рН), различная видовая принадлежность испытуемых рыб, а также их малое количество (1—3 экземпляра) и кратковременность наблюдений (1—2 дня).

Настоящее исследование проведено на 160 карасях (*Carassius carassius* L.) одной возрастной группы (2.5 года). Изучалась динамика развития токсического процесса

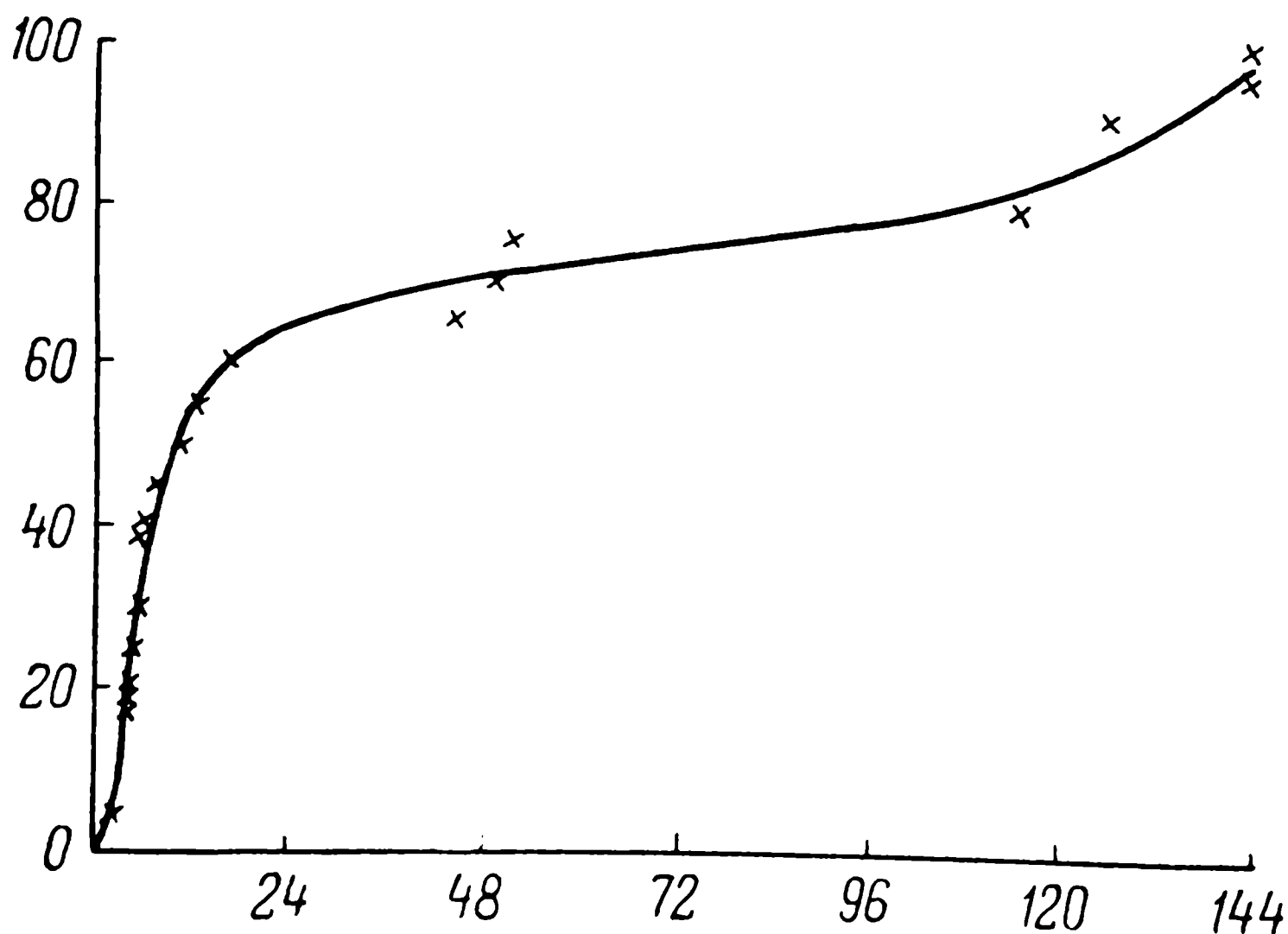


Рис. 2. Динамика гибели карасей в растворе фенола 50 мг/л.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

под влиянием 8 различных концентраций фенола: 5, 15, 25, 50, 100, 200, 400, 800 мг/л. Действие каждой дозы испытывалось в двух параллельных опытах по 10 рыб в каждом в 20-литровых плексигласовых аквариумах. Эксперименты проводились при следующих

стабильных условиях: температура 13—15° С; рН 7.3—7.6; кислород 5—6.5 мг/л; жесткость 9.2—10.6 Н° (немецкие градусы). Содержание кислорода определялось по методу Винклера, жесткость трилометрическим методом, рН электрометрически с помощью лампового потенциометра ЛП-5.

Показателями степени токсичности различных концентраций фенола служили динамика гибели рыб и их поведение в токсическом растворе. Продолжительность опытов при изучении токсического действия нижних концентраций фенола была доведена до 240 часов. Токсический раствор сменялся каждые 24 часа.

Проведенные опыты выявили однотипность внешнего симптомо-комплекса фенольной интоксикации. При концентрациях фенола 25 мг/л и выше были зарегистрированы следующие фазы.

1. Резкая двигательная возбудимость.
2. Потеря рефлекса равновесия, опрокидывание на бок, импульсивное, толчкообразное движение в боковом положении.
3. Боковое положение, сопровождаемое конвульсивными судорогами.
4. Полная потеря двигательной активности, смерть.

Поведение подопытных карасей в растворе фенола при концентрации 5 мг/л ничем не отличалось от поведения контрольных рыб.

Доза фенола 15 мг/л вызывала значительные изменения в поведении подопытных рыб. У всех карасей в первые пять дней отмечалась повышенная двигательная возбудимость, проявляющаяся в стремительных бросках при звуковом раздражении. Рефлекс равновесия на протяжении всего опыта сохранялся. Все рыбы выжили.

Результаты опытов с применением концентраций фенола от 25 до 800 мг/л показаны на рис. 1—6, из которых следует, что во всех этих

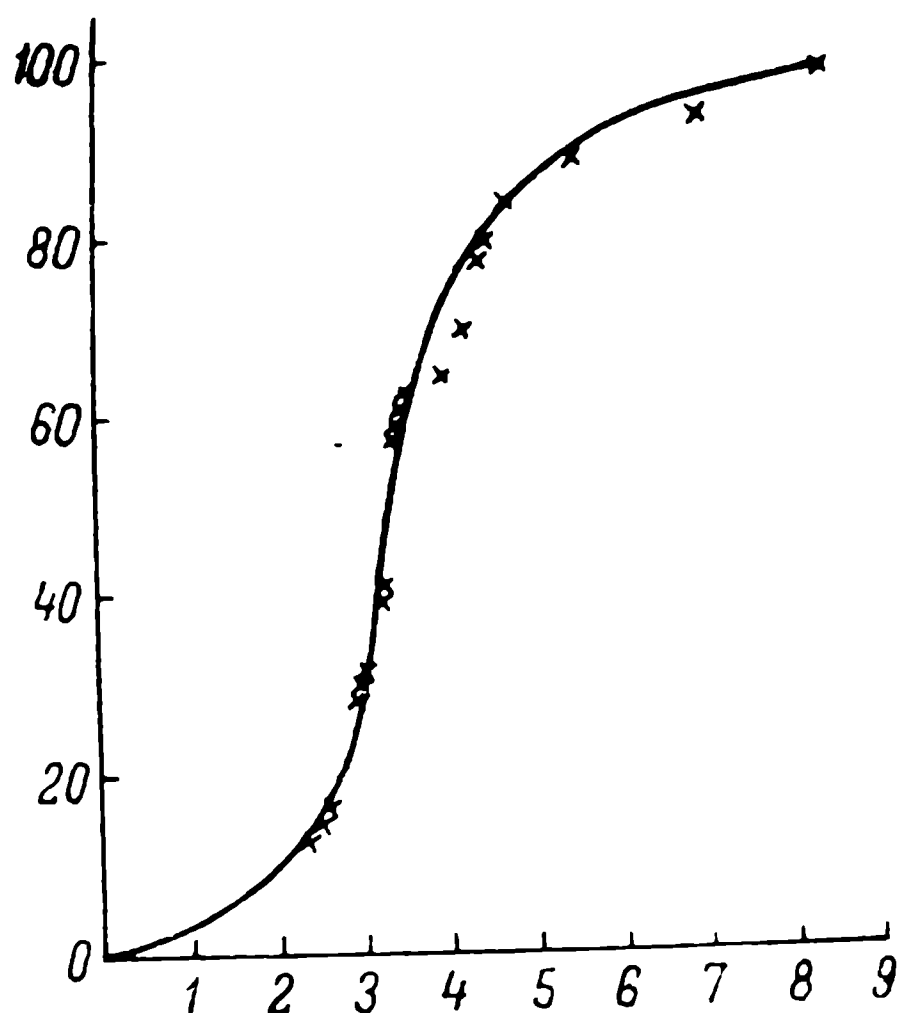


Рис. 3. Динамика гибели карасей в растворе фенола 100 мг/л. Обозначения те же, что и на рис. 1.

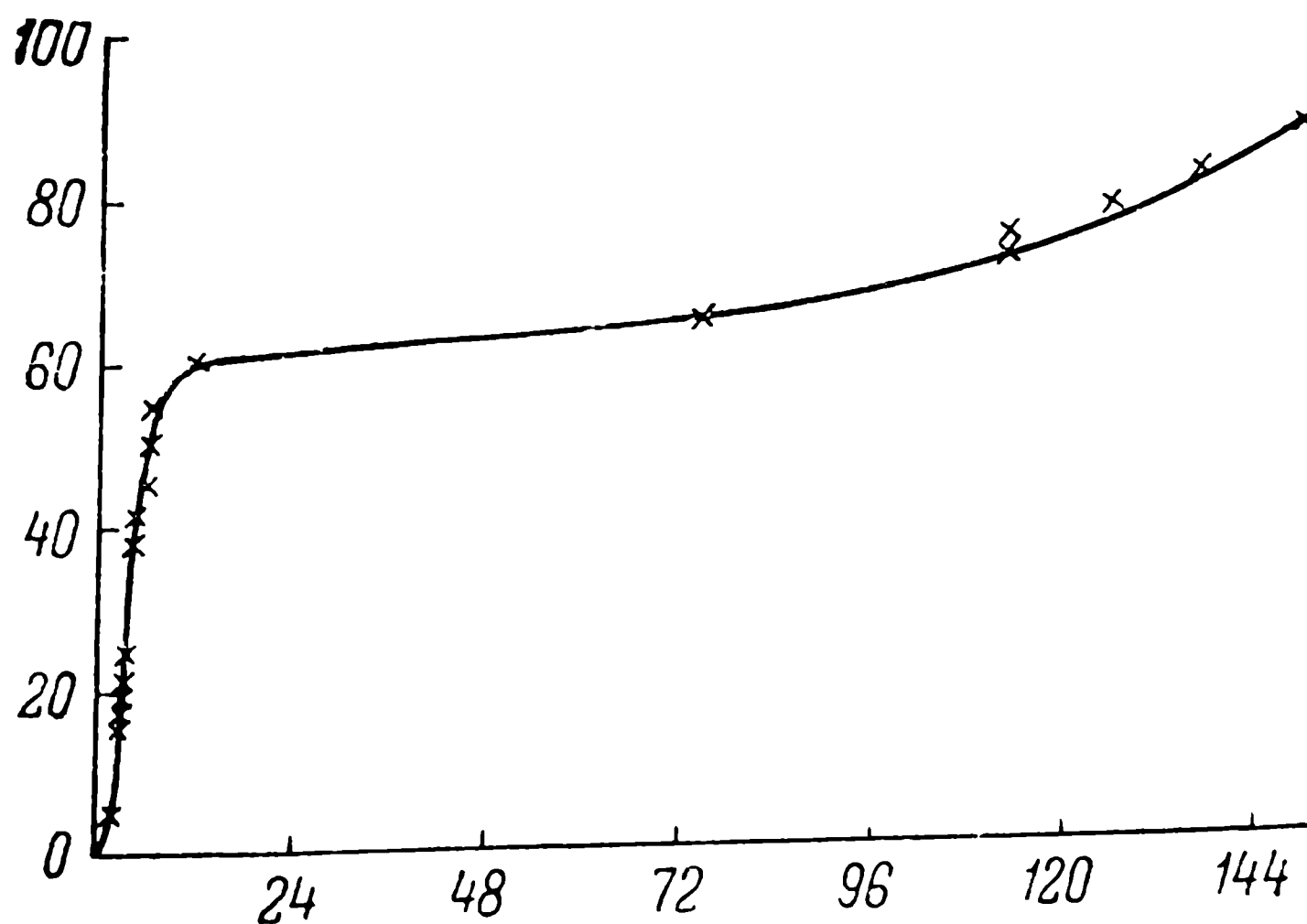


Рис. 4. Динамика гибели карасей в растворе фенола 200 мг/л.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

концентрациях фенол оказался смертельным для рыб, но динамика гибели и скорость развития летального токсического процесса значительно варьировали в зависимости от дозы яда. Однако линейной зависимости

между временем действия токсического агента и степенью выраженности интоксикации не обнаружено.

Анализируя общую зависимость между временем выживания и концентрацией яда (рис. 7), можно отметить, что полученная кривая существ-

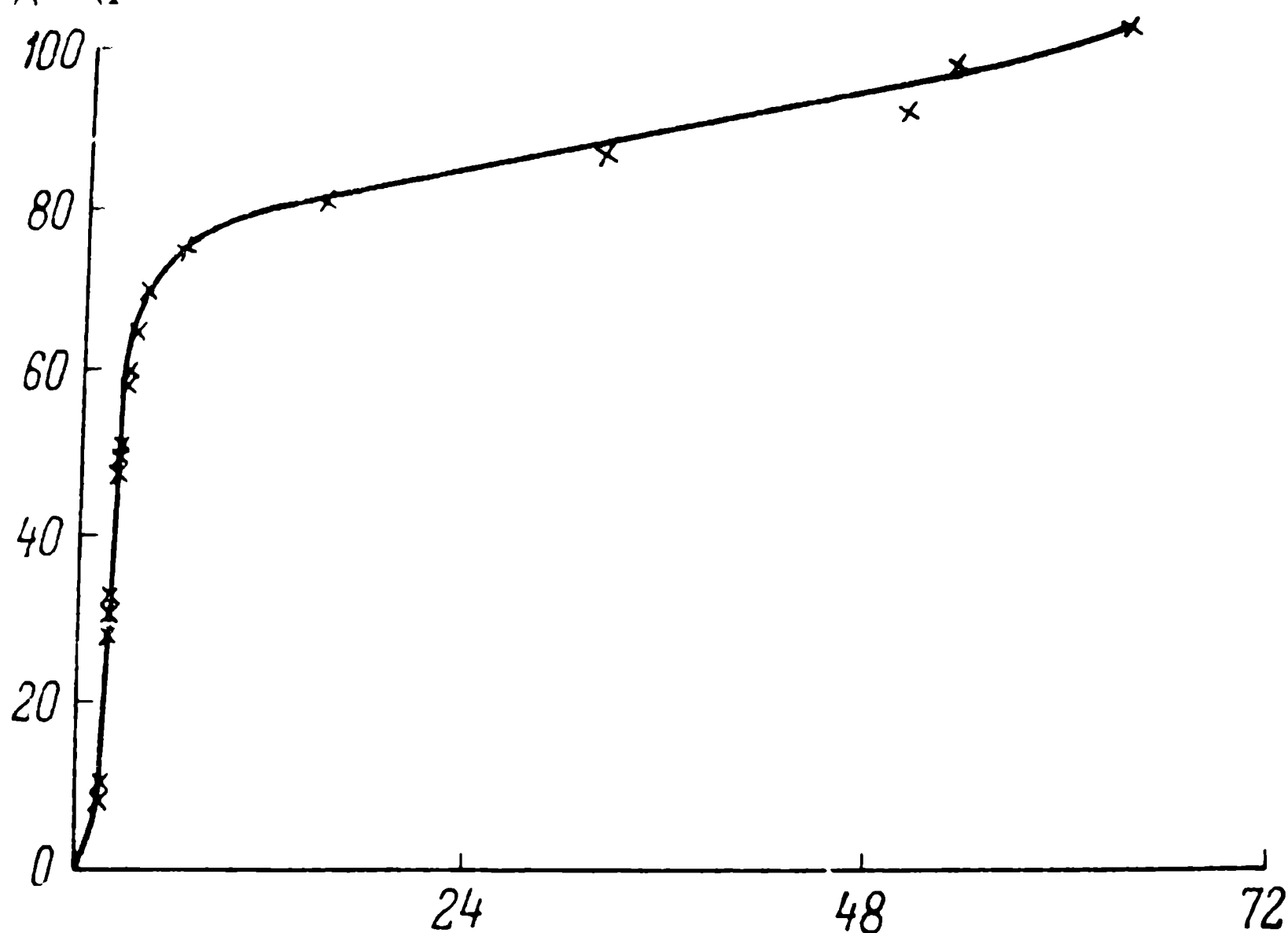


Рис. 5. Динамика гибели карасей в растворе фенола 400 мг/л.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

венно отличается от сигмоидной кривой Е. Пауерса (Powers, 1917) и других авторов (Herbert a. Merkens, 1952; Alexander, Southgate a. Bassin-

Влияние различных доз фенола на выживаемость карасей

Концен-трации фенола, в мг/л	Средняя длина рыб, в см	Сред-ний вес рыб, в г	Средняя продол-жительность жизни, в часах	Амплитуда продолжи-тельности жизни, в часах
5	8.52	10.15	Выжили	—
15	8.34	9.72	Выжили	—
25	9.39	12.10	128.7	20.5—171
50	8.71	11.01	82.5	3—148
100	8.95	11.37	4	2.5—8.5
200	7.88	9.10	43	2—152
400	8.55	9.15	12.6	1.75—64.5
800	8.74	8.53	1.4	1.01—1.91

dale, 1935). Полученная на модели фенольного отравле-ния характеристическая кри-вая не совпадает с сигмоид-ной кривой, что согласуется и с более ранними наблюде-ниями и выводами (Carpenter, 1927; Wuhrmann a. Woker, 1950; Jones, 1957). Время вы-живания при отравлении раз-личными токсическими веще-ствами определяется меха-низмом их действия и другими многочисленными факторами. Поэтому едва ли оправдана надежда на нахождение об-щей математической связи между токсичностью и кон-

центрацией яда. Особый интерес в этом отношении представляет токсическое действие фенола в концентрации 100 мг/л. В этой дозе он оказался токсичнее (по времени выживания), чем в концентрации 200 и 400 мг/л.

С помощью критерия Вилкоксона была произведена оценка досто-верности различия продолжительности жизни карасей при концен-трации 100 и 200 мг/л фенола. Различие оказалось достоверным. Следует обратить внимание на значительную степень изменчивости в индивидуаль-

ной резистентности карасей к фенолу в концентрациях от 25 до 400 мг/л, что было отмечено в группах рыб одинакового возраста и примерно равного размера и веса (см. таблицу). Степень индивидуальной резистентности особенно ярко характеризуется амплитудой вариационного ряда индивидуального времени выживания рыб в различных концентрациях фенола.

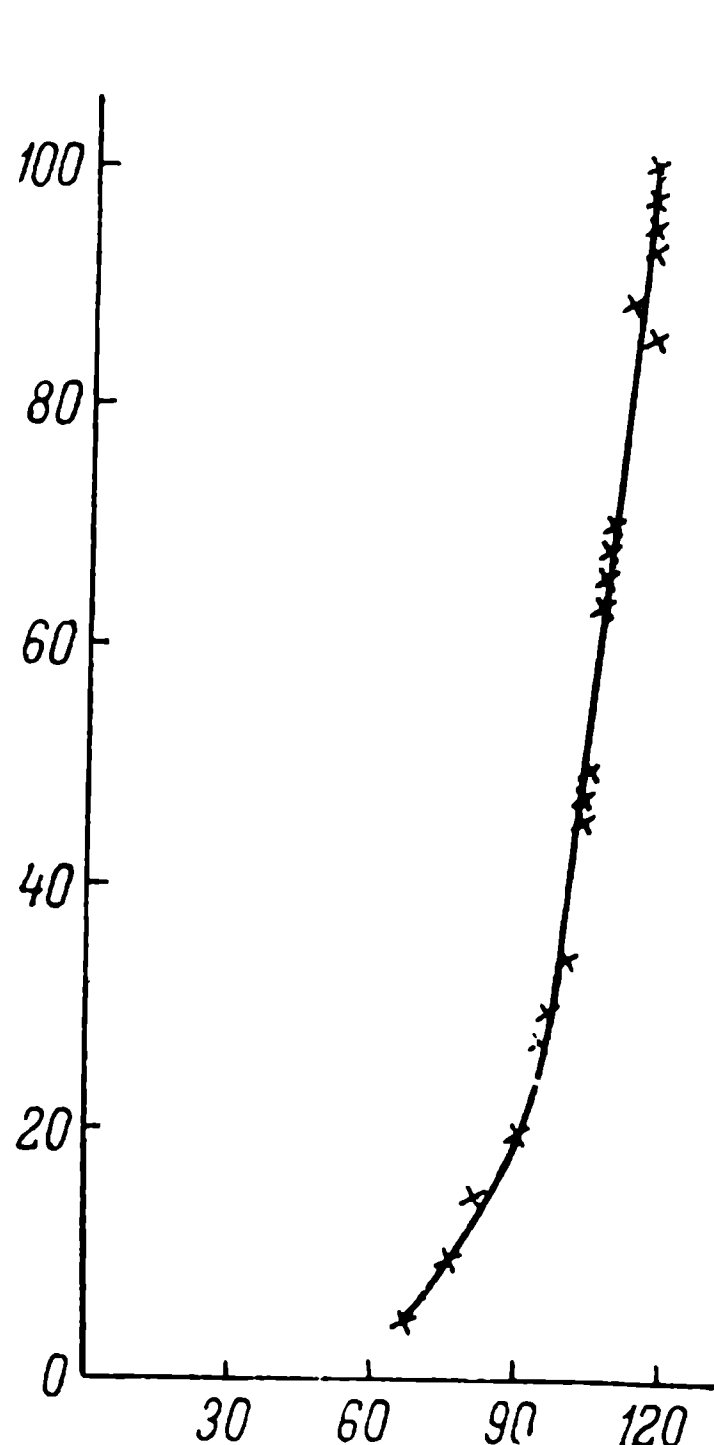


Рис. 6. Динамика гибели карасей в растворе фенола 800 мг/л.

По оси абсцисс — время действия токсического агента, в минутах; по оси ординат — процент погибших рыб.

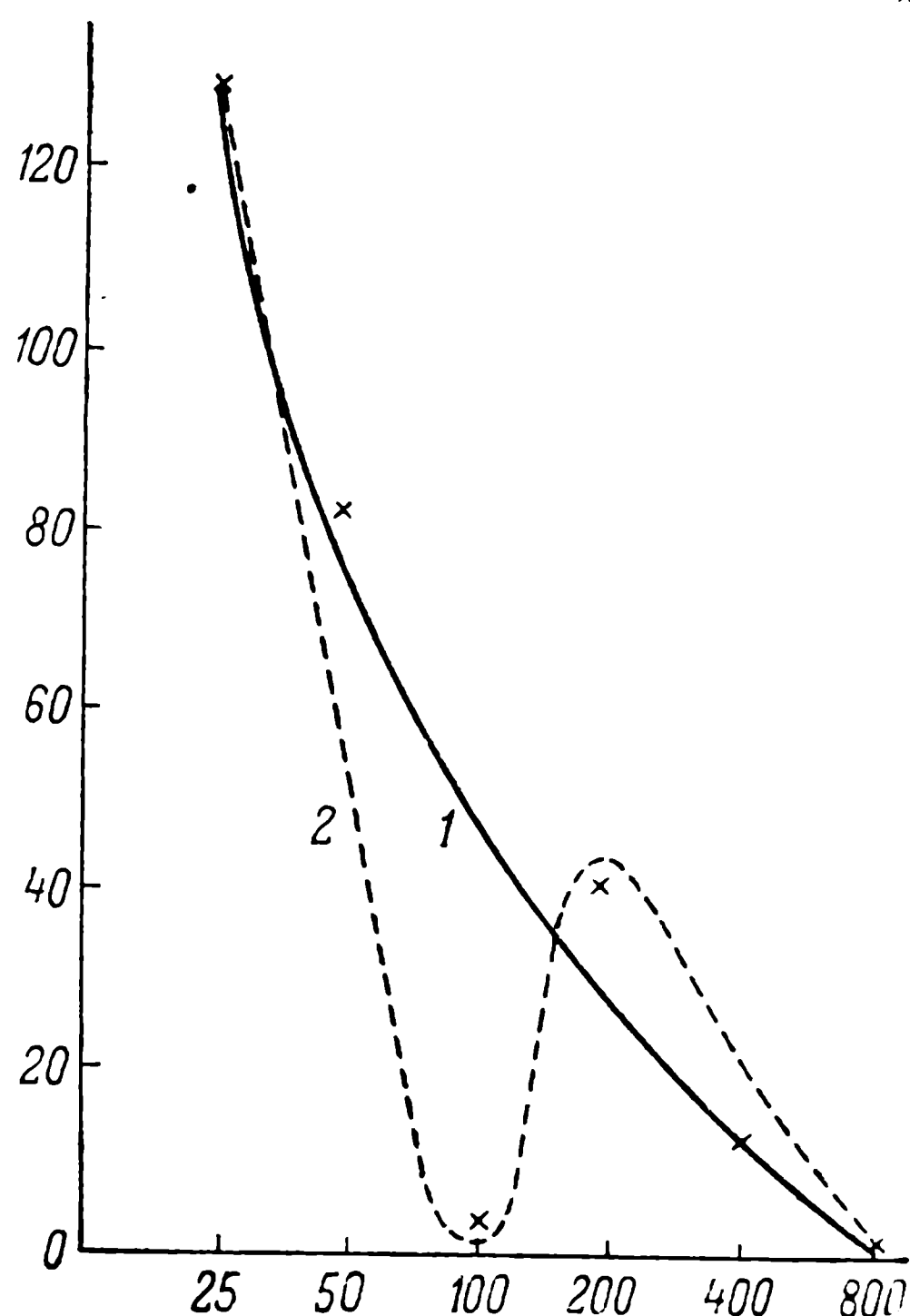


Рис. 7. Зависимость скорости развития летального токсического процесса от концентрации яда.

По оси абсцисс — концентрация яда, в мг/л, логарифмическая шкала; по оси ординат — среднее время гибели рыб, в часах. 1 — теоретически ожидаемая кривая; 2 — опытная кривая.

Общее впечатление от проведенных опытов таково, что чем ниже концентрация токсического агента, тем более выражена индивидуальная резистентность рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Веселов Е. А. 1957. Токсическое действие фенолов на рыб и водных беспозвоночных. Уч. зап. Петрозаводск. гос. унив., т. VII, вып. 3.
- Alexander W., B. Southgate a. R. Bassindale. 1935. Survey of the river Tees. Part. II. The estuary-chemical and biological. Tech. Pap. Water Pollut. Res., № 5.
- Carpenter K. 1927. The letal action of soluble metallic salts on fishes. Brit. Journ. Expt. Biol., № 4.
- Cole A. 1941. The effects of pollutional wastes on fish life. A symposium on Hydrobiology, Univ. of Wisconsin.
- Ellis M. 1937. Pollution and aquatic life. Amer. Wildlife, vol. 26, 38.
- Galtsoff P. 1936. Oil pollution in coustal waters. North. American Wildlife Cont. Proc., vol. I.
- Gutsell I. 1921. Dander to fisheries from oil and tar pollution of waters. App. to Rep. of U. S. Comon of fisheries.
- Herbert D. a. I. Merckens. 1952. The toxicity of potassium cyanide to trout. Brit. Journ. Expt. Biol., № 29.
- Jones I. 1957. Fish and river pollution. In: L. Klein, 1957. Aspects of river pollution.

- P o v e r s E. 1917. The goldfish (*Carassius carassius*) as a test animal in the study of toxicity. Illinois Biol. Monogr., 4.
- R u c h h o f t C. a. F. N o r r i s. 1947. Estimation of ammonium picrate in wastes from bomb — and shell-loading plants. Water Pollution Abstract, 20 December.
- S h e l f o r d V. 1917. An experimental study of the effects of gas waste upon fishes, with especial reference to stream pollution. Bull. III, State Lab. Nat. Hist., 11, March.
- S y m o n s G. a. K. S i m p s o n, 1938. Report on fish destruction in the Niagara river in 1937. Trans. Amer. Fish. Soc., vol. 68.
- W u h r m a n n K. u. H. W o k e r. 1950. Die Giftigkeit von Phenol für verschiedene Fischarten. Schweiz. Zeitschr. Hydrol., Bd. 12.

Институт биологии внутренних вод.
АН СССР

В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ

О ТОКСИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ СЕГОЛЕТКОВ КАРАСЯ

Цель настоящего исследования заключалась в определении степени чувствительности и резистентности сеголетков карася (*Carassius carassius* L.) к различным концентрациям фенола (15, 25, 50, 100, 200, 400, 800 мг/л). Всего соответственно изучавшимся концентрациям было проведено 7 серий опытов на 20 рыбах в каждой. Токсический эффект оце-

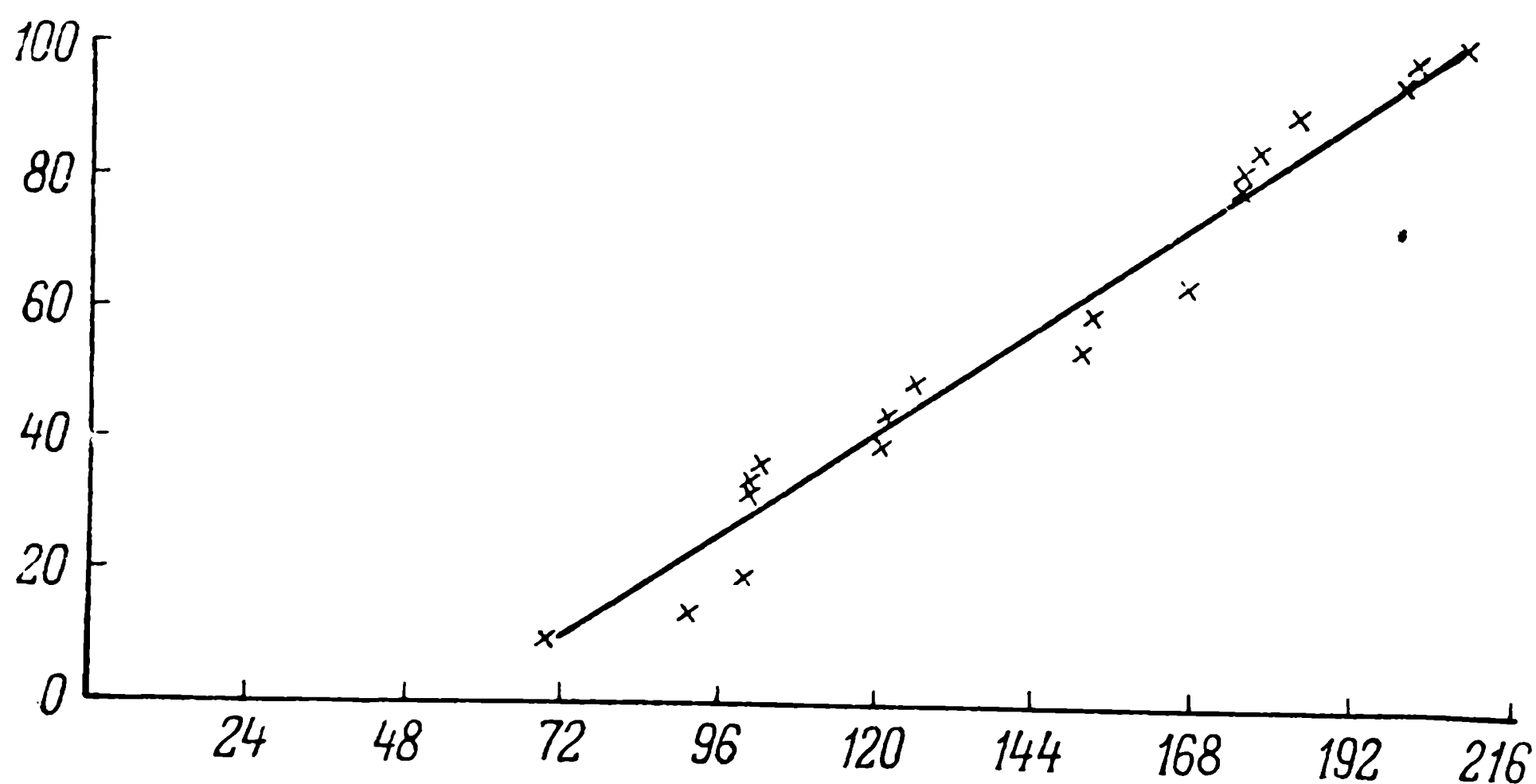


Рис. 1. Динамика гибели карасей в растворе фенола 50 мг/л.

По оси абсцисс — время действия токсического агента, в часах; по оси ординат — процент погибших рыб.

нивался по общему поведению и времени выживания подопытных рыб. При исследовании влияния низких концентраций (15—50 мг/л) наблюдения продолжались в течение 10 суток. Растворы фенола сменялись каждые 24 часа, опыты проводились в жесткой воде (9—10 Н° немецких градусов), при температуре 13—15° С, рН=7.3—7.6, O₂=5—6.5 мг/л. Описание методики дано нами в предыдущем сообщении (Лукьяненко и Флеров, 1963).

Внешний симптомокомплекс отравления фенолом карасей-сеголетков практически не отличался от картины фенольного отравления карасей 2—3-летнего возраста. Во всех случаях наблюдалась типичная четырехфазовая картина интоксикации: начальное двигательное возбужде-

ние, опрокидывание на бок, клонические судороги с последующим параличом.

Характеризуя токсическое действие каждой концентрации порознь, отметим, что при дозе 15 мг/л наблюдались существенные изменения

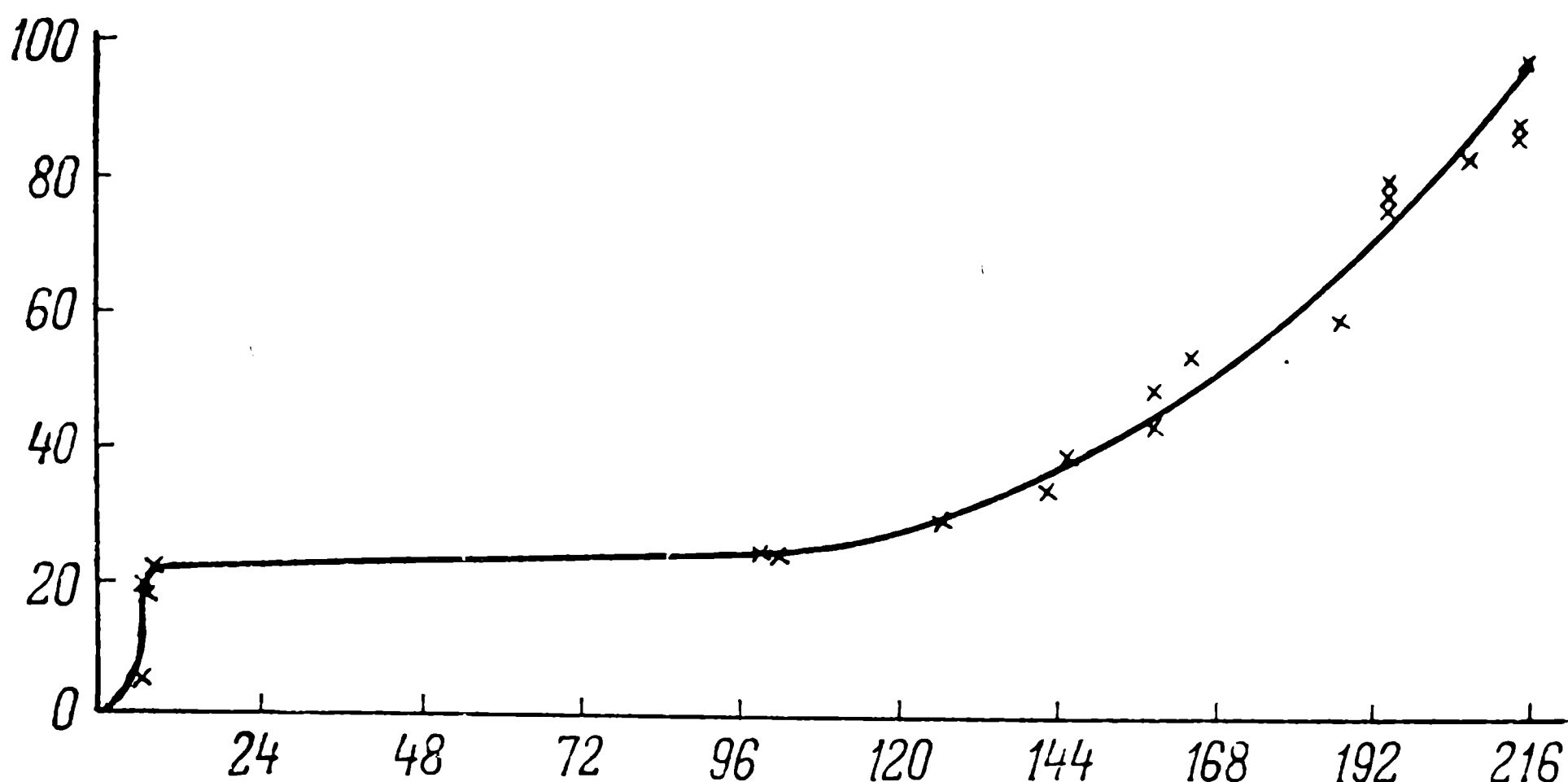


Рис. 2. Динамика гибели карасей в растворе фенола 100 мг/л.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

в поведении рыб: повышенная двигательная возбудимость, иногда — кратковременное опрокидывание на бок, но все рыбы выжили. В дозе 25 мг/л фенол также не оказал летального действия, однако реакции поведения нарушились в большей степени, чем в предыдущем опыте: после кратковременного периода двигательной активности у всех карасей нарушался рефлекс равновесия с последующим восстановлением (через сутки) в токсическом растворе. Общая возбудимость сохранялась до конца наблюдений.

Динамика гибели карасей-сеголетков в растворе фенола 50 мг/л представлена на рис. 1. Типичная картина фенольного отравления закончилась для всех подопытных рыб летальным исходом в период от 2 до 9 дней при средней продолжительности жизни 137 часов.

Увеличение концентрации фенола вдвое (рис. 2) не отразилось существенным образом на средней продолжительности жизни группы в целом.

Парадоксальный результат был получен в опытах с дозой 200 мг/л, которая вызвала в 10-дневный срок наблюдения гибель лишь 20% рыб. У оставшихся в живых карасей после 240-часового нахождения в токсическом растворе были ярко выражены интоксикационные явления: боковое положение и малая подвижность. В последующем из 16 выживших рыб 9 погибли от сапролегнии в течение 4 дней, у остальных наблюдалась обратимость токсического процесса (возвращение к норме) с восста-

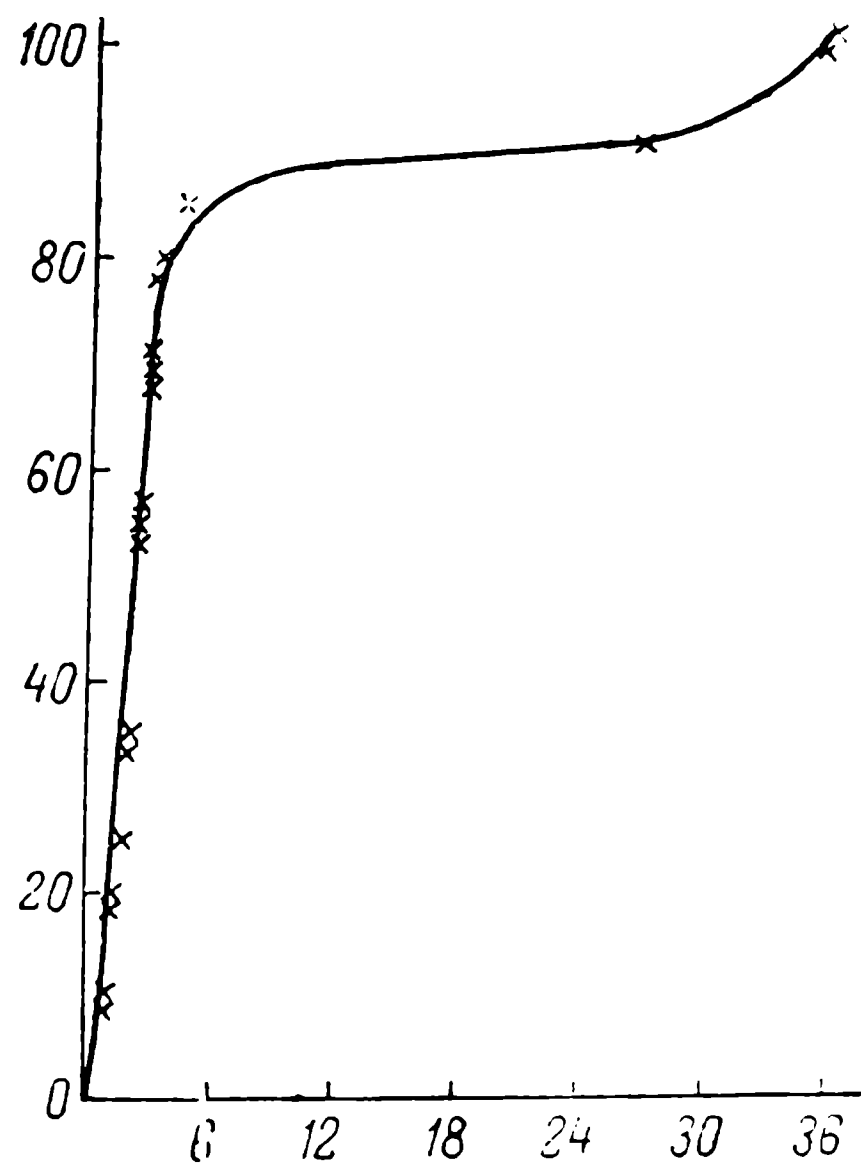


Рис. 3. Динамика гибели карасей в растворе фенола 400 мг/л.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

появлением рефлекса равновесия и двигательной активности. Следует подчеркнуть, что в одновременных наблюдениях за поведением рыб, подвергшихся хроническому действию фенола в дозе 15 мг/л, не было обнаружено их заражения сапролегнией. Это позволяет думать, что у карасей, перенесших интоксикацию, вызванную большой дозой фенола (200 мг/л), наступает общее понижение резистентности ко всякого рода патологическим воздействиям, в том числе и паразитарной природы.

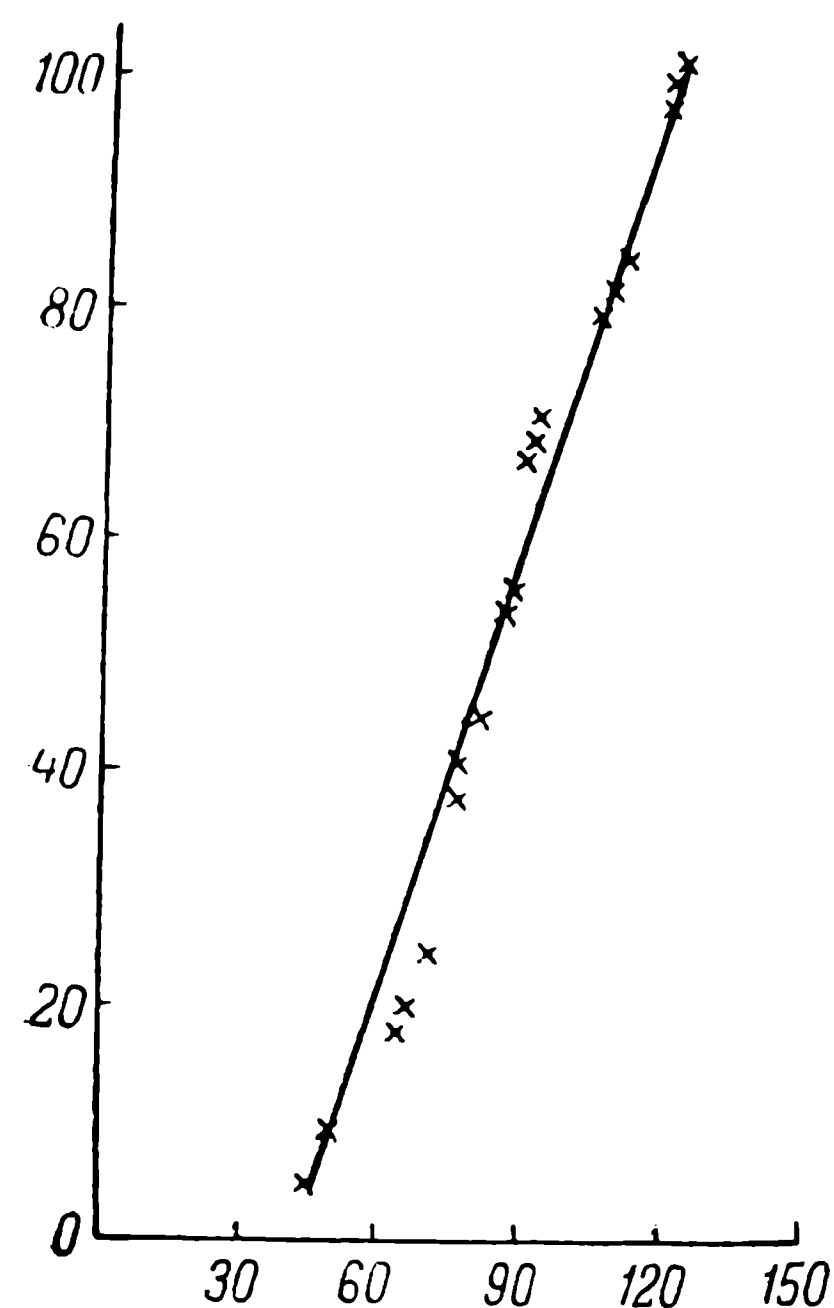


Рис. 4. Динамика гибели карасей в растворе фенола 800 мг/л.

По оси абсцисс — время действия токсического агента, в минутах; по оси ординат — процент погибших рыб.

Высоко токсичным оказался фенол в концентрации 400 мг/л: смерть у 80% карасей наступила в течение 1—7 часов (рис. 3). В дозе 800 мг/л фенол вызвал максимальный токсический эффект — 100%-ю гибель подопытных карасей за 2 часа (рис. 4). Обращает внимание сглаживание фактора индивидуальной резистентности карасей-сеголетков при испытании этой концентрации, что следует из одновременной гибели испытуемых рыб. Такова краткая характеристика токсичности каждой концентрации порошь.

Характеризуя изменение токсичности всего ряда испытанных концентраций (15—800 мг/л) фенола, следует в первую очередь отметить отсутствие функциональной зависимости между концентрацией токсического агента и временем выживания испытуемых животных. Так, например, время выживания карасей в растворах с концентрацией 50 и 100 мг/л фенола оказалось примерно равным (см. таблицу), в то время как доза токсического агента была увеличена вдвое. Дальнейшее увеличение концентрации в четыре раза (от 100 до 400 мг/л) привело к сокращению среднего времени выживания рыб почти в 20 раз, а последующее увеличение концентрации опять вдвое (от 400 до 800 мг/л) — почти в 7 раз.

Анализ приведенных кривых летальности показывает, что караси-сеголетки обнаруживают высокую резистентность к фенолу в концентрации до 25 мг/л. При повышении концентрации резистентность значительно понижается и токсический процесс быстро завершается гибелью животных.

Влияние различных доз фенола на выживаемость карасей-сеголетков

Концентрации фенола, в мг/л	Средняя длина рыб, в см	Средний вес рыб, в г	Среднее время продолжительности жизни, в часах	Амплитуда продолжительности жизни, в часах
15	4.03	0.94	Выжили	—
25	4.19	0.96	Выжили	—
50	3.99	0.89	137.4	50—207
100	4.25	1.02	141.2	6—214
200	4.13	1.12	80% выжили	—
400	4.16	0.91	7.35	1—36
800	4.22	1.31	1.08	0.75—2

Отметим, что для характеристики диапазона резистентности карасей была использована амплитуда токсических доз от максимально переносимых (15—25 мг/л) до минимальной смертельной (ДЛМ) — 50 мг/л

и максимальной летальной концентрации (800 мг/л). Такой подход позволяет обоснованно судить о степени устойчивости той или иной группы животных.

Полученный материал свидетельствует о менее выраженной индивидуальной резистентности у карасей-сеголетков в сравнении с 2—3 летними карасями, изученными нами в этом отношении ранее.

Поэтому при рассмотрении взаимоотношения «доза-эффект» важно учитывать не только время контакта с ядом, но и возраст испытуемых рыб с характерной для него резистентностью к токсическим веществам.

ЛИТЕРАТУРА

Л у к ъ я н е н к о В. И. и Б. А. Ф л е р о в. 1963. Зависимость динамики токсического процесса от концентрации яда при фенольном отравлении карасей. Наст. сборник.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Б. А. ВАЙНШТЕЙН

МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКЕ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ (HYDRACHNELLAE)

II. ДВА НОВЫХ ВИДА РОДА *EYLAI* LATR. 1796

Систематику рода *Eylais* никак нельзя признать удовлетворительной. Большое количество плохо описанных видов чрезвычайно затрудняет определение и установление новых форм. Вполне можно согласиться с Карлом Фитсом, что род *Eylais* это — «тяжкий крест гидрахнологов» (К. Viets, 1956, стр. 49). Однако в последние годы изучение этого рода заметно продвинулось. Салаи (Szalai, 1933, 1934) и Лундблад (Lundblad, 1936) разбили род на подроды, а Курт Фитс в серии работ изучил изменчивость ряда видов (К. О. Viets, 1949, 1950a, 1950b), что позволило ему в дальнейшем (1956) произвести и ревизию рода.

Согласно этой ревизии, из более чем 170 видов *Eylais* (не считая подвидов и «вариететов») 64 сведены в синонимы и 40 признаны *species incertae*. Из оставшихся лишь 23 встречаются в Европе. Такое «уменьшение» числа видов, конечно, облегчает работу систематика. Остается лишь решить вопрос, прав ли автор этой ревизии. Мне думается, что в общем он прав. И виды, описанные по чрезвычайно изменчивым признакам строения очков, не различимые практически между собой, следует попросту отбрасывать. Возможно, разумеется, что и среди очень плохо описанных окажутся настоящие хорошие виды, но тем не менее отсутствие описания, достаточного для точного определения вида, следует рассматривать как основание для отказа от предложенного названия.

Исходя из сказанного, я предлагаю новоописание *Eylais borkenssi* sp. n. — вида, близкого к *E. setosa* Koenike, но не идентичного ему. При этом я допускаю, что форма, послужившая мне основанием для этого

описания, уже встречалась прежним авторам и была ими описана. Однако невозможность использовать эти описания при нынешнем уровне

описания, уже встречалась прежним авторам и была ими описана. Однако невозможность использовать эти описания при нынешнем уровне акарологии заставляет меня, следуя К. О. Фитсу, пренебречь ими. Другой описываемый вид — *E. socolowi* sp. n. имеет очень характерный уникальный признак — две пары крючков на глотке. А так как этот признак никем не отмечался, хотя строение глотки всегда привлекало внимание исследователей, то можно думать, что и сам вид никем никогда не описывался.

Eylais borkensis sp. n.

С а м к а. Глазные капсулы (рис. 1), крупные, удлиненные, соединены узким и длинным мостиком, передний край которого находится немного сзади переднего края капсул, а задний — примерно на уровне середины капсул (под длиной мостика понимаются его размеры вдоль оси тела, под шириной — поперек тела). Мускульный отросток занимает почти всю ширину мостика и несколько выдается за его передний край. Максиллярная пластинка (рис. 2, 3) относительно широкая, ее

передние отростки длинные, задние — умеренной длины, «воздушные мешки» достигают ободка глотки. Глотка яйцевидная, с наибольшей шириной за серединой. Педипальпы длинные, сильно опушенные (см. таблицу). На их вершине 5—6 длинных заостренных шипов (рис. 10, а).

Число щетинок на педипальпах

Членик	Название щетинок	Число щетинок			
		от	до	среднее	мода
Колено.	Вентральные.	13	16	15	15
Голень.	Внутренние гладкие.	6	10	7.3	7
	Внутренние опушенные.	10	16	12.7	12
	Внешние гладкие.	7	8	7.5	7—8
	Внешние опушенные.	—	—	—	—
	Дорсальные.	4	6	5.4	5
Лапка.	Внутренние.	4	6	5.4	5
	Внешние.	3	6	4.3	4

С внешней стороны голени педипальп, за ее серединой, примерно на уровне вентральной уплощенной щетинки, расположена тонкая бичевидная щетинка. Такая же щетинка имеется у переднего края внутренней поверхности колена (рис. 4). Эимеры ног — с длинными поперечными

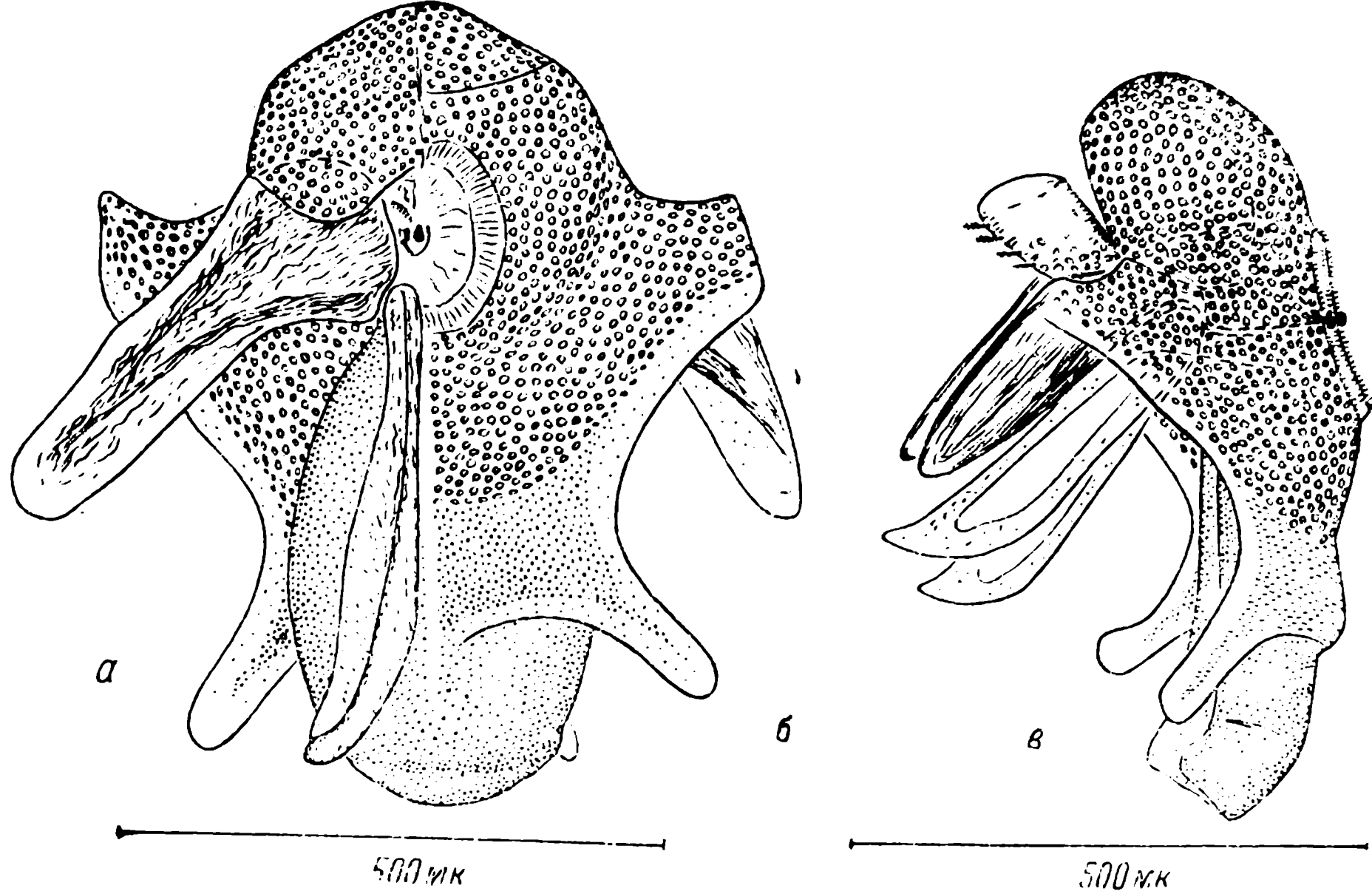


Рис. 2. Максиллярный орган *E. borkensis*.

a — сверху (изнутри); *б* — снизу (снаружи); *в* — сбоку.

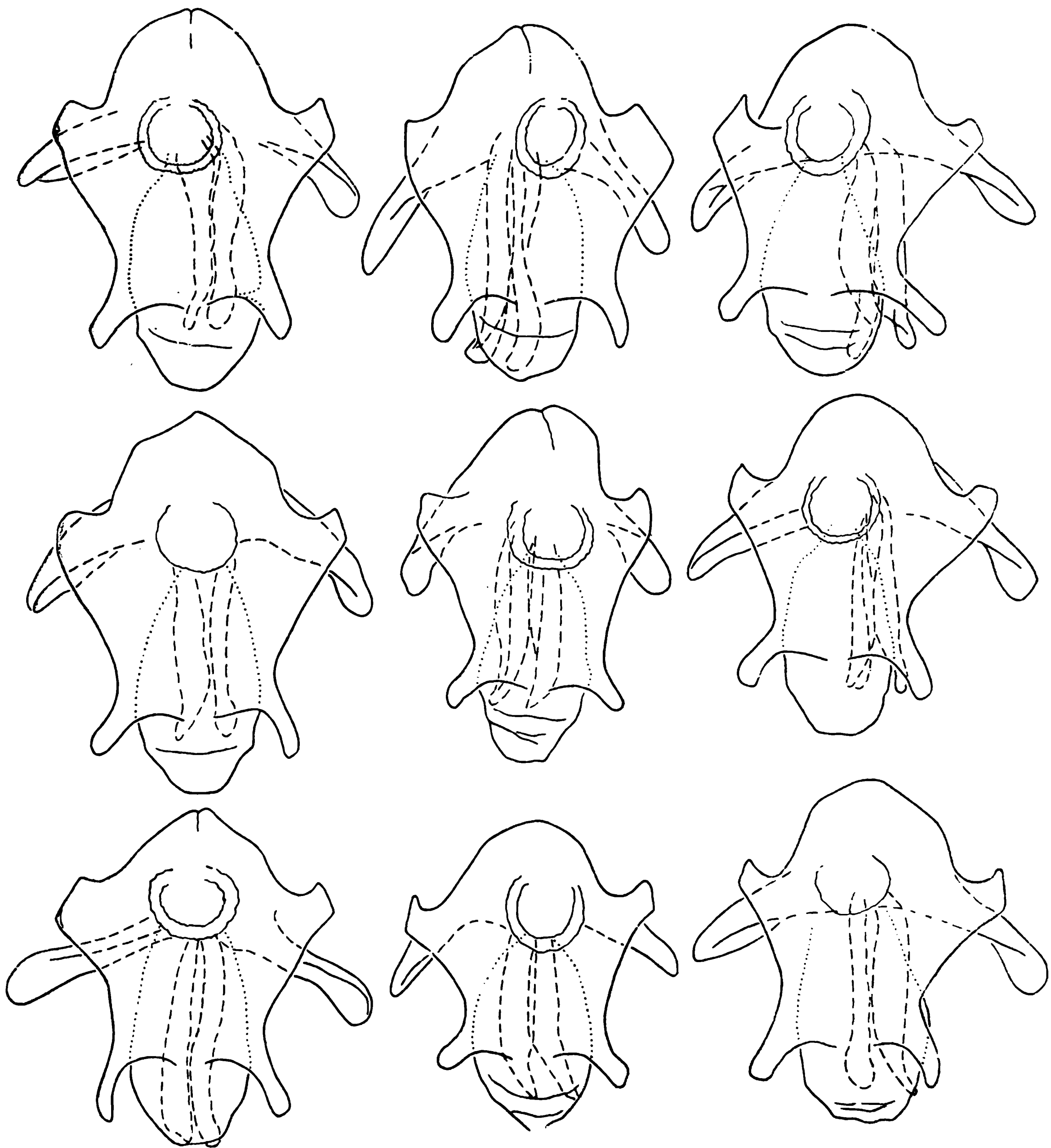


Рис. 3. Изменчивость максиллярного органа *E. borkensis*.

ячейками, как у *E. setosa*, но в отличие от последнего — с мелкими многоугольными ячейками вдоль середины (рис. 5). Половые пластинки не развиты. Вдоль половой щели по 10—12 щетинок с каждой стороны, чаще расположенных спереди.

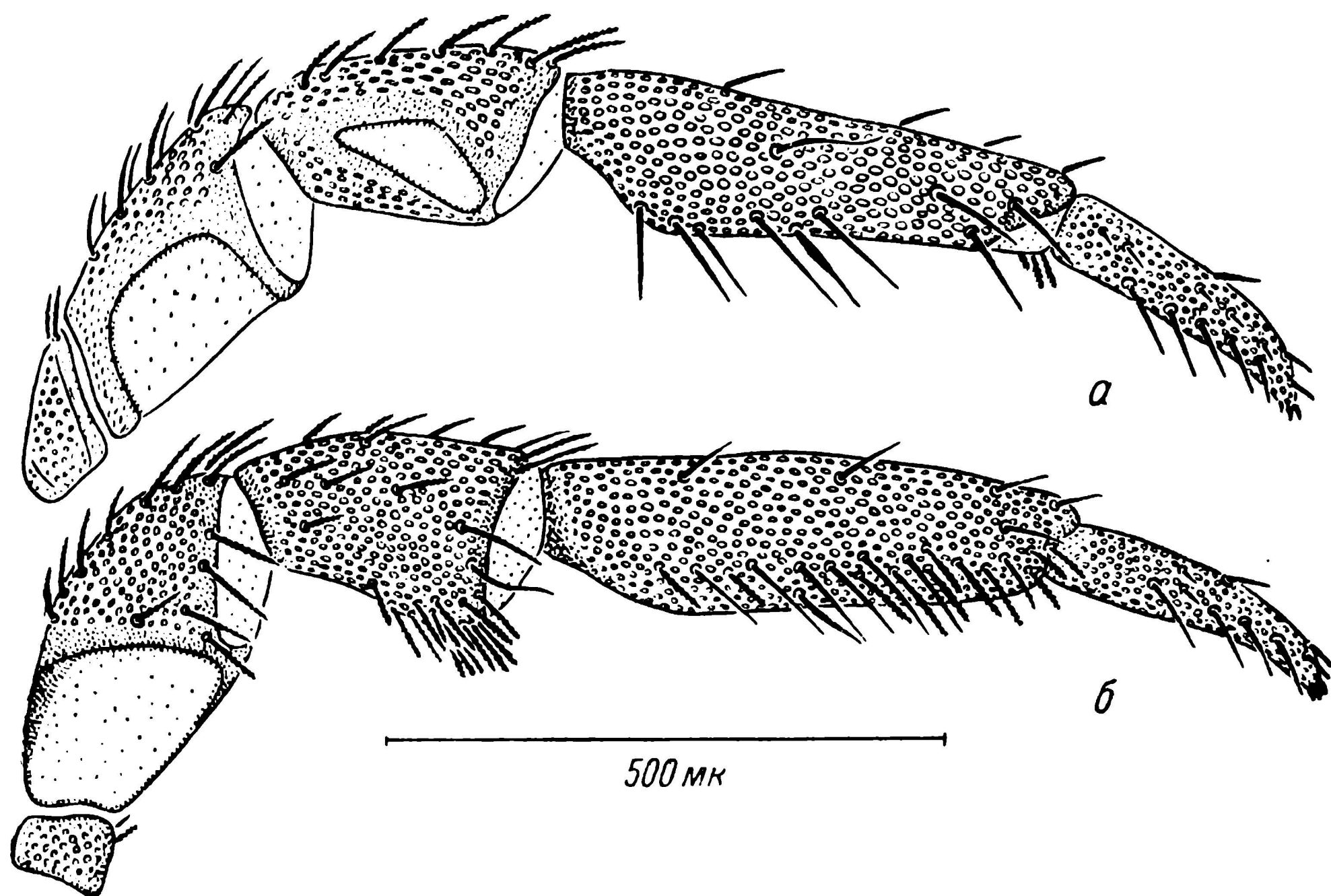


Рис. 4. Педипальпы *E. borkensis*.

а — с наружной стороны; б — с внутренней.

Личинка сходна с личинкой *E. setosa*.

По строению очков *E. borkensis* особенно близок к двум видам: *E. setosa* (в частности, к *E. setosa* var. *goldfeldi* Sokolow, 1940, сведенной Фит-

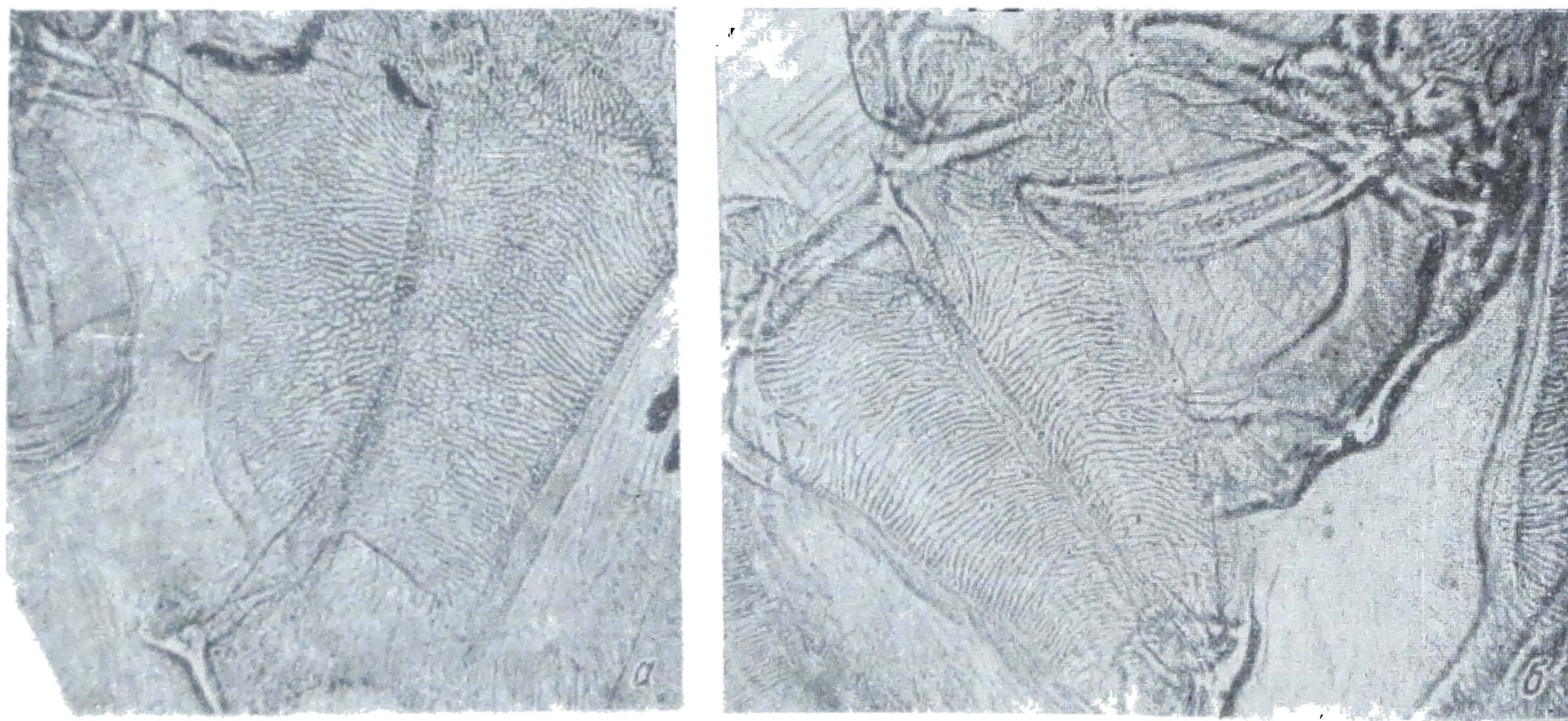


Рис. 5. Эпимеры.

а — *E. borkensis*; б — *E. setosa*.
При равном увеличении.

сом в синонимы) и *E. rimsky-korssakowi* Sokolow. От первого он хорошо отличается по строению эпимер, от второго — по числу щетинок на педипальпах, по форме глотки, «не расширяющейся кзади» у *E. rimsky-korssakowi* (Соколов, 1940) и по размерам. Строение педипальп напоминает

такое у *E. mutila* Koenike. Однако число щетинок у нашего вида меньше, очки имеют более длинный мостик, а эпимеры иное строение: по ячеистые, как у нашего *E. sokolowi* (рис. 9).

Материал: голотип — препарат № 9001, самка, 28 июня 1961 г., прибрежье Рыбинского водохранилища возле Борка. Паратипы: 11 самок с 20 июня 1961 г. по 5 июля 1961 г. в окрестностях Борка (заросли прибрежья водохранилища, пруд, р. Суножка).

Eylais (Meteylais) sokolowi sp. n.

Самка. Глазные капсулы (рис. 6) овальные, широко расставленные. Глазной мостик отодвинут от переднего края глазных капсул почти так же далеко, как и от заднего. Он длинный и очень широкий. Максиллярный орган (рис. 7) короткий, с длинными передними и умеренно длинными задними отростками. «Воздушные мешки» достигают ободка глотки. Глотка яйцевидная, сильно расширена у ободка. На ободке пара боковых

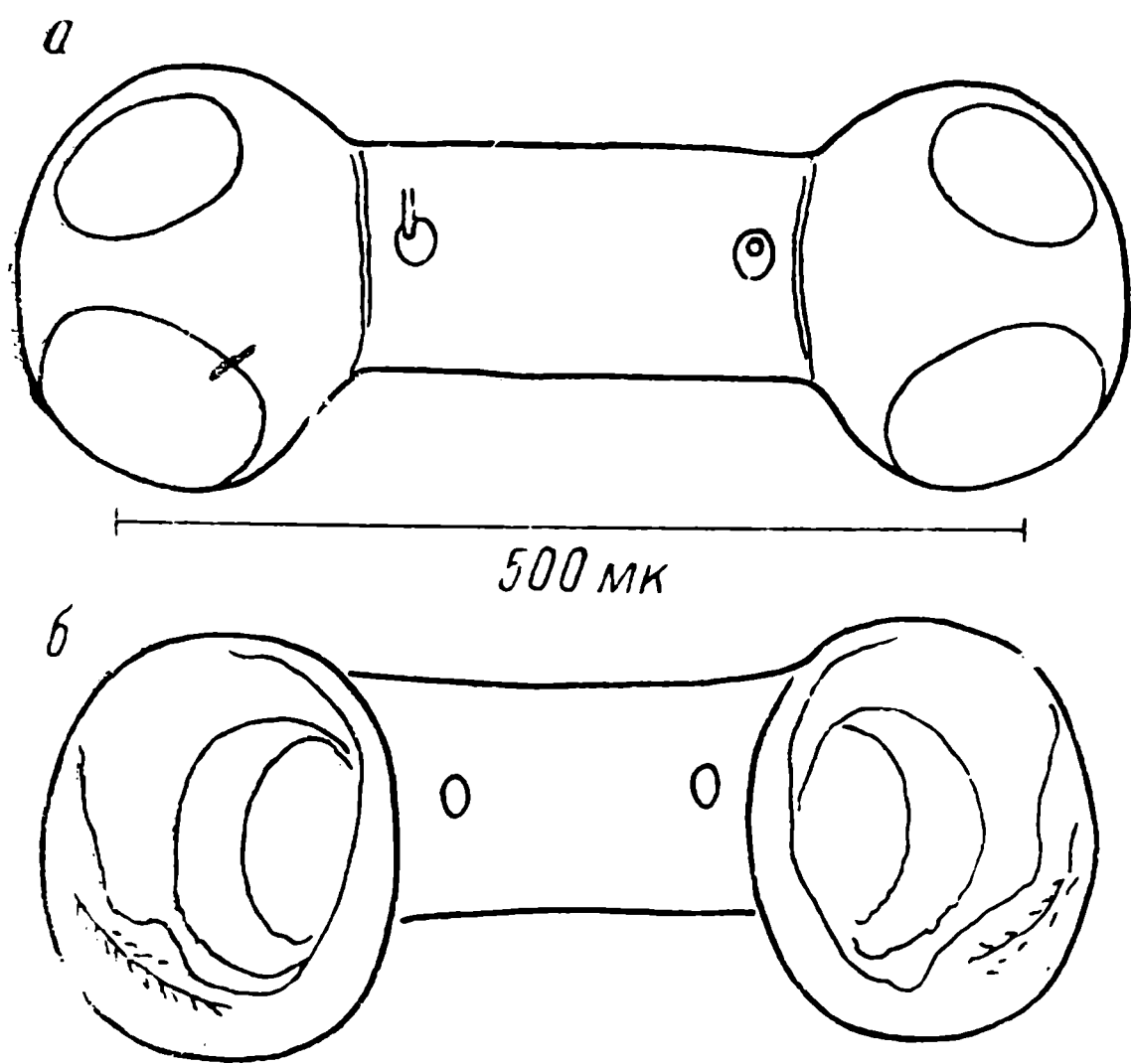


Рис. 6. Очки *E. sokolowi*.

а — вид сверху; б — вид снизу (изнутри).

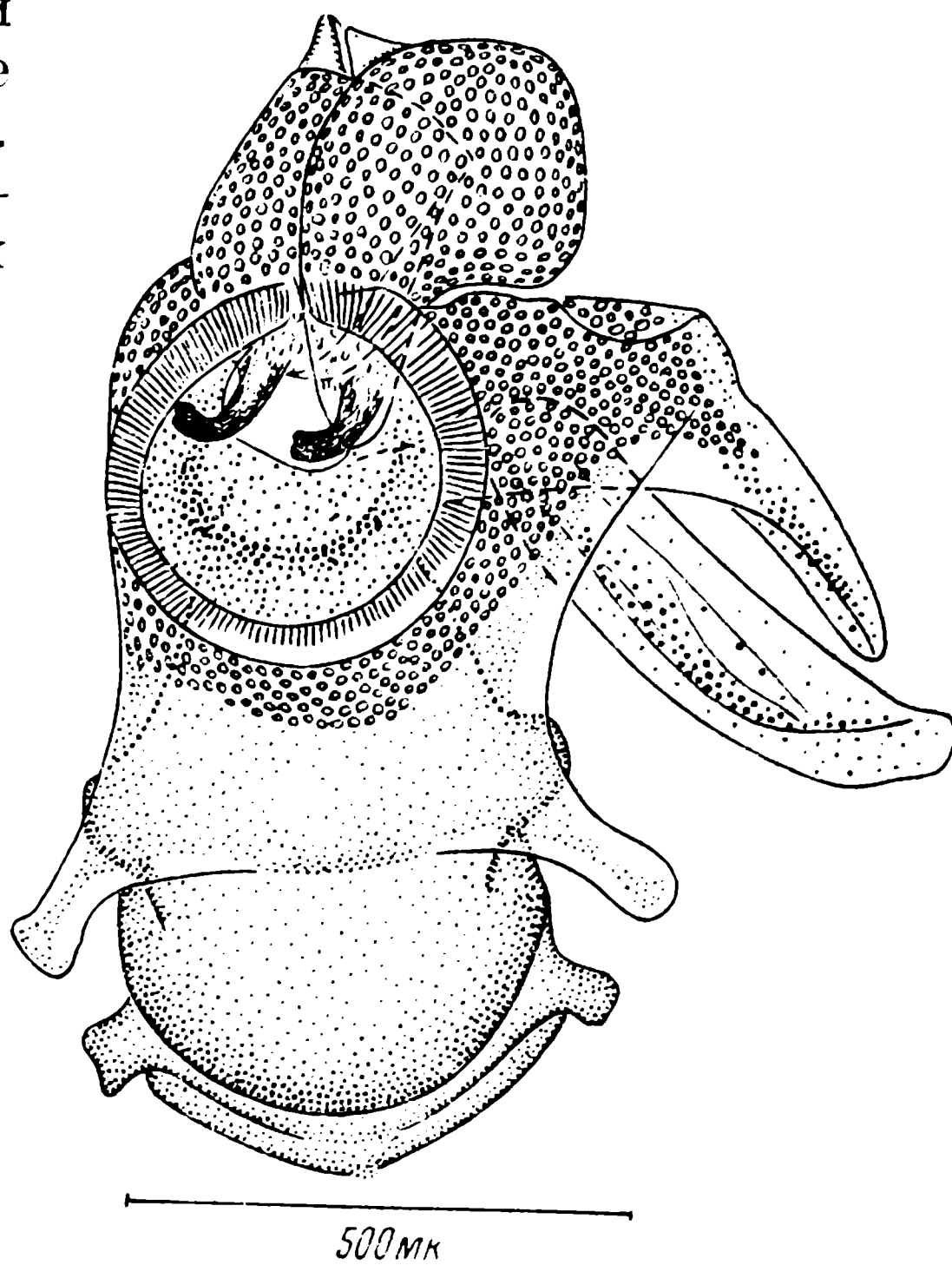


Рис. 7. Максиллярный орган *E. sokolowi*.

крючков, как у *E. hamata*, вторая пара крючков, более широких, расположена примерно на середине длины глотки. Ротовой диск крупный, округлый. Педипальпы длинные, умеренно опушенные (рис. 8). Их колено без вентрального выступа, на его вентральной поверхности, в передней части, 11—12 опушенных щетинок, внутренняя бичевидная щетинка имеется. На голени снаружи 5 гладких щетинок, с внутренней стороны в дистальной части 6 опушенных щетинок, а вдоль всей голени около 20 гладких и слабо опушенных щетинок; на дорсальной поверхности — 7 щетинок, из которых 2 у дистального конца; наружная бичевидная щетинка расположена за серединой членика и за вентральной щетинкой. На лапке 3 крупных щетинки с внутренней и наружной стороны, 2 дорсальных щетинки и 6 коротких тупых вершинных зубцов (рис. 10. б). Половые пластинки не развиты. Вдоль половой щели, преимущественно в передней части, расположено по 8—10 щетинок с каждой стороны.

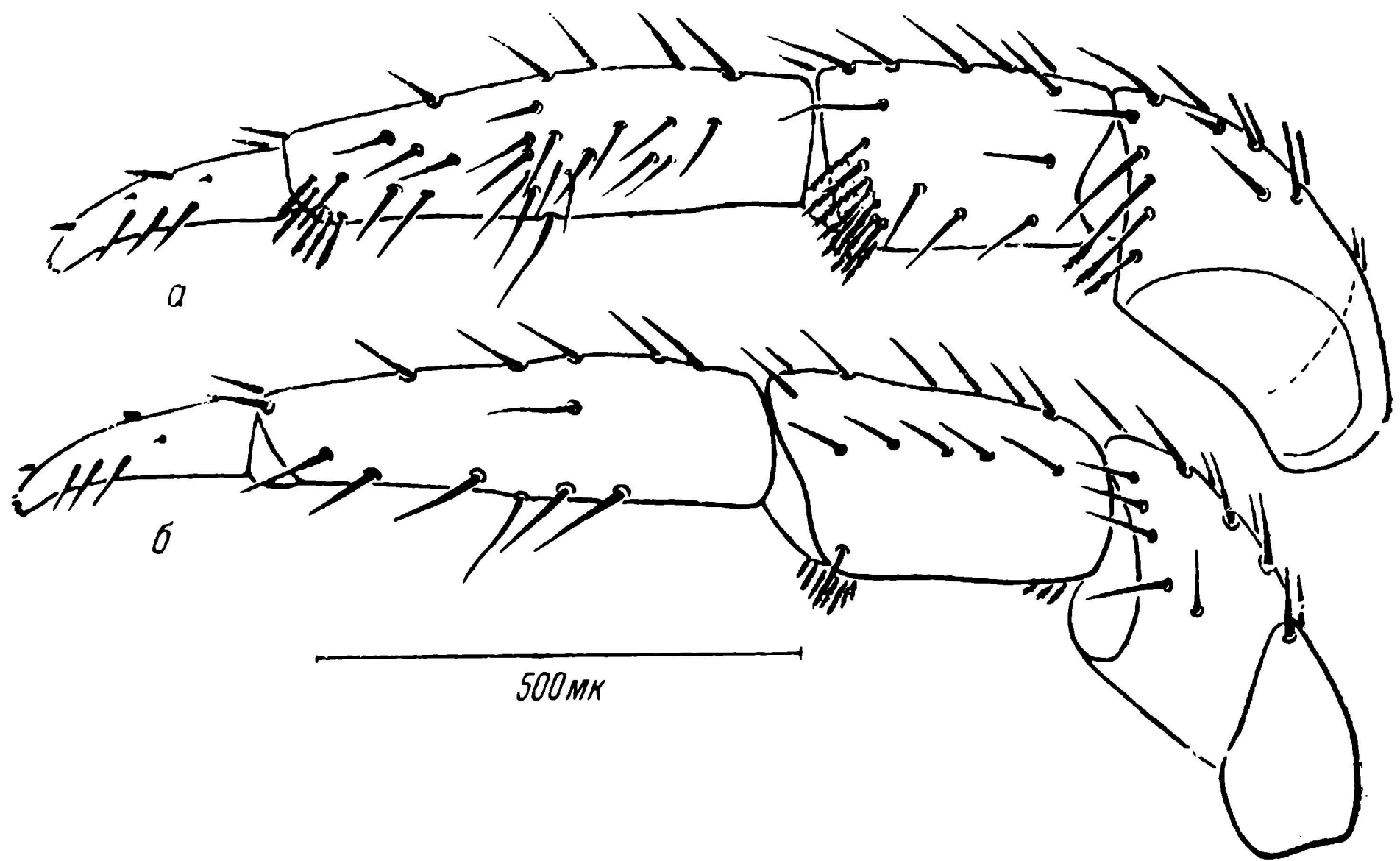


Рис. 8. Педипальпы *E. sokolowi*.
 а — с внутренней стороны; б — с наружной.

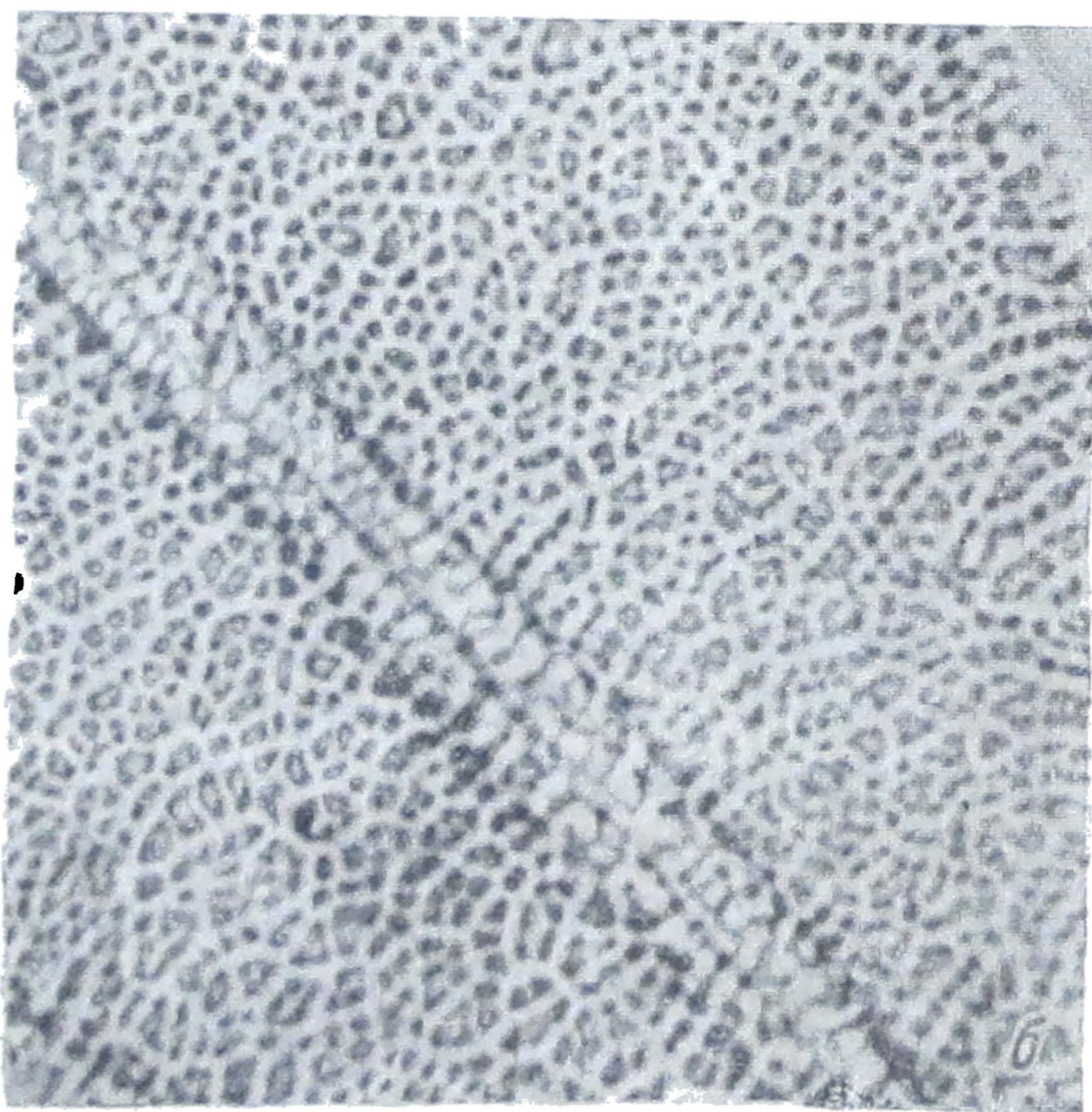
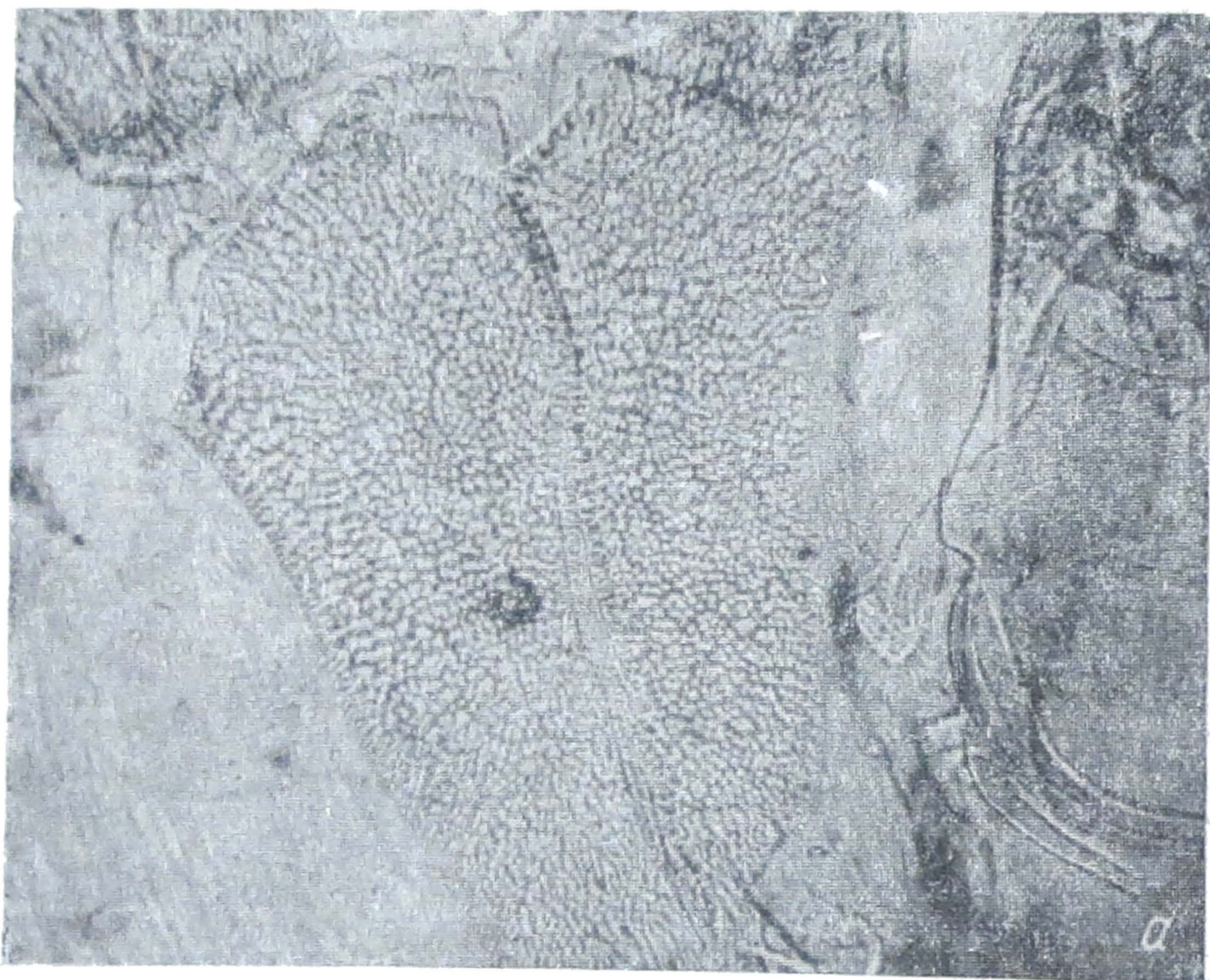


Рис. 9. Эпимеры *E. sokolowi* при разном увеличении.

Эпимеры ног (рис. 9) с мелкими многоугольными ячейками, как у *E. imtila*.

Описывается по двум самкам, найденным в окрестностях Борка 29 мая 1959 г. и 6 июля 1961 г. (преп. № 9021 — голотип).

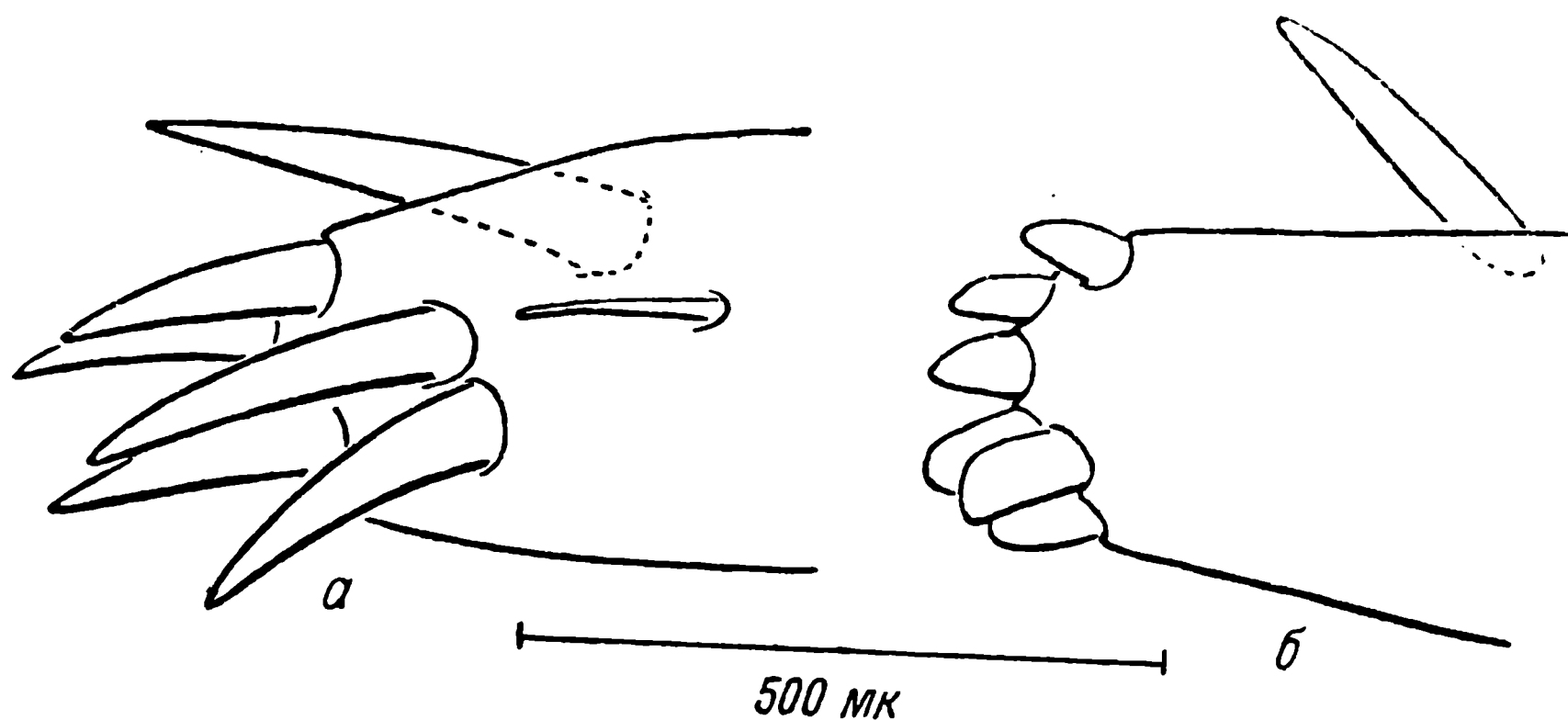


Рис. 10. Вершина педипальпы.

a — *E. borkensis*; *б* — *E. sokolovi*.

Близок к *E. hamata*, от которого отличается более узкими очками, строением эпимер, наличием второй пары крючков на глотке и строением личинки.

Типы описываемых видов хранятся в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

ЛИТЕРАТУРА

- Соколов И. И. 1940. *Hydracarina* — водяные клещи, ч. I. Фауна СССР, Паукообразные, т. V, в. 2. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Lundblad C. O. 1936. Schwedisch-chinesische wissenschaftliche Expedition nach den nordwestlichen Provinzen Chinas, unter der Leitung von Dr. Sven Hedin und Prof. Sü Ping-chang. Wassermilben gesammelt von Dr. Birger Bohlin 1930—1931. Ark. Zool., v. 29, A, № 9.
- Szalai L. 1933. *Eylais* Latr., nebst Bemerkungen über *Eylais degenerata* Koenike und ihre verwandten Formen. Zool. Anz., Bd. 104, № 11—12.
- Szalai L. 1934. Über einige *Eylais*-Arten (*Hydracarina*). Ann. Mus. nation. Hungar., № 28.
- Viets Karl. 1956. Die Milben der Süßwassers und des Meeres, T. 2—3. Jena.
- Viets K. O. 1949. Beitrag zur Kenntnis von *Eylais extendens* (O. F. Müller, 1776) (*Hydrachnellae*, *Acari*). Veröffentl. Mus. Bremen, A, № 1.
- Viets K. O. 1950a. Zur Kenntnis von *Eylais degenerata* Koenike 1897 (*Hydrachnellae*, *Acari*). Arch. Hydrobiol., Bd. 43.
- Viets K. O. 1950b. Zur Kenntnis von *Eylais setosa* Koenike 1897 (*Hydrachnellae*, *Acari*). Arch. Hydrobiol., Bd. 44.
- Viets K. O. 1956. *Eylads* Latreille 1776. In: Viets K. 1956: 49—94.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

В. П. ЛУФЕРОВ

НАБЛЮДЕНИЯ ПО БИОЛОГИИ ПИЯВОК РОДА *HERPOBDELLA*

В настоящей работе излагаются результаты наблюдений над продолжительностью развития, поведением в естественных условиях и питанием пиявок рода *Herpobdella*. Эти пиявки составляют существенный элемент фауны многих пресных водоемов, в том числе и прибрежной зоны Рыбинского водохранилища.

Развитие яиц и поведение молодых пиявок

В мае и июне 1958 г. в лаборатории были произведены наблюдения над откладкой коконов *Herpobdella nigricollis* (Brand) и развитием в них молодых пиявок. При температуре воды от 15 до 20° пиявки содержались в чашках Петри поодиночке. За сутки одна пиявка откладывала до трех коконов. Однако третий кокон часто оказывался пустым. Первые отложенные коконы, как правило, были наиболее крупными и содержали большее количество яиц, до 11. В среднем один кокон содержал 5—7 яиц. Клековская (Klekowska, 1951), производившая наблюдения над этим же видом в Польше, приводит меньшее количество яиц в коконах: 3—5.

С момента откладки кокона до вылупления из яиц молодых пиявок проходило 10—12 суток. Период вылупления пиявок из всех яиц одного кокона в среднем занимал 2—3 суток. Пиявки, вышедшие из яиц, ползают внутри кокона, места выхода в концах которого еще заперты пробками. При этом они часто надавливают передним концом тела на пробки, что способствует удалению последних. В коконе молодые пиявки остаются 15—17 суток. После того как они выбьют пробки, начинается их выход из кокона. Этот процесс занимает 5—7 суток. Таким образом, период развития пиявки от момента откладки кокона до выхода из него пиявок занимает 30—35 суток. По данным А. М. Мешковой (1957), этот период у севанской *Herpobdella octoculata* (L.) занимает только 23—30 суток.

Молодые пиявки никогда не покидают кокон сразу же после удаления пробок. Первое время пиявки как бы «исследуют» среду, окружающую кокон. Они высовываются из выходного отверстия и, насколько позволяет длина тела, как бы обшаривают пространство около кокона. Нередки случаи, когда в первые сутки после удаления пробок ни одна пиявка не высовывается из кокона. Вес пиявки, только что покинувшей кокон, составляет 0.4—0.6 мг. Начало питания отмечено на вторые сутки после выхода из кокона. В качестве корма пиявкам предлагались личинки мотыля первого возраста. Пиявки заглатывали пищу целиком.

Питание в естественных условиях

О питании *Herpobdella* имеются лишь самые общие сведения, касающиеся состава пищи. Л. А. Иоганссон и В. А. Васильев (1935), Г. Г. Щеголев (1949), А. М. Мешкова (1957), Мойхе (Meuche, 1937) указывают, что герпобделлы питаются личинками тендипедид и различными насекомыми, а также олигохетами, гаммаридами, низшими раками.

Наши наблюдения над питанием пиявок в естественных условиях производились в трех различных биотопах: в прибрежье Рыбинского водохранилища у Борка, в пруду деревни Григорово и в бочаге Дьяконовского ручья в окрестностях Борка. Произведенные нами вскрытия кишечника *Herpobdella nigricollis* (Brand), *H. octoculata* (L.) и *H. testacea* (Sav.) позволили установить следующий список поедаемых ими животных: *Tubifex albicola*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Daphnia hyalina*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina* sp., *Cyclops* sp., *Acanthocyclops viridis*, *Ostracoda* g. g., *Cloëon* sp., *Polycentropus* sp., *Tanytarsus* ex gr. *lauterborni*, *Micro-psectra* sp., *Cryptochironomus* sp., *Glyptotendipes* ex gr. *griepkoveni*, *Tendipes plumosus*, *Limnochironomus* sp., *Endochironomus* ex gr. *tendens*, *Polypedilum* sp., *Cricotopus* ex gr. *silvestris*, *Eukiefferiella* sp., *Psectrocladius* ex gr. *psilopterus*, *Diplocladius cultriger*, *Diamesa* sp., *Procladius* sp., *Ablabesmyia monilis*, *Clinotanypus nervosus*.

Этот список свидетельствует о весьма разнообразном составе пищи пиявок. Кроме разнообразных, сравнительно крупных личинок тенди-мелких и подвижных *Entomostraca*. Высокая пищевая пластичность пиявок позволяет им заселять весьма разнообразные биотопы водоемов.

В опытах с *Herpobdella nigricollis* и *H. octoculata* при голодании были отмечены случаи каннибализма. Наблюдались также случаи поедания *H. nigricollis* свежееотложенных, еще не успевших затвердеть собственных коконов. При этом заглатывались только те коконы, оболочка которых во время откладки случайно разрывалась.

Свою жертву пиявки могут только заглатывать целиком. Видимо, поэтому в их рационе не отмечены моллюски. Пиявки нападают только на подвижную жертву. Лежащую неподвижно личинку герпобделла не замечает, если даже и прикасается к ней. Очевидно, пиявки ощущают самые незначительные колебания воды, производимые водными животными. Преследуя добычу, они воспринимают, видимо, лишь движения какого-то тела и их интенсивность. Это подтверждается следующим опытом. Слегка шевеля тонкую резиновую нить в сосуде, где помещались пиявки, мы имитировали движения олигохет. Пиявки быстро реагировали на это движение и даже заглатывали нить. На интенсивное движение нити они не реагировали. А. С. Мончадский и А. Н. Берзина (1959) на примере личинок *Mochlonyx* доказали, что хищник не только реагирует на подвижность жертвы, но и различает ее по особенностям движения. Реакцию хищника только на подвижную жертву мы наблюдали также у личинок *Ablabesmyia monilis* (Луферов, 1957).

Состав пищи *Herpobdella* отражает состав донной фауны обитаемого ими биотопа. Для всех трех обследованных нами биотопов характерно незначительное потребление герпобделлами ракообразных. Последние попадают в пищу пиявкам, видимо, случайно. Наибольшая степень накормленности пиявок отмечена в августе. В сентябре индексы наполнения значительно снижаются и в октябре падают до нуля.

Вскрытия пиявок, выловленных в период с ноября по конец апреля, показали, что зимой пиявки не питаются. Нами была сделана попытка определить момент начала и конца питания *Herpobdella* в естественных условиях. С этой целью в бочаге Дьяконовского ручья с 20 апреля 1959 г. производились постоянные ежедневные наблюдения. Начало питания было установлено 24 апреля. Температура воды в это время составляла всего 2°. Лед еще полностью не сошел. Вскрытия пиявок показали, что их кишечники буквально набиты олигохетами. Пиявки вскрывались не зафиксированными, и оказалось, что почти все заглоченные ими олигохеты были живы и свободно ползали по предметному стеклу. Видимо, при низкой температуре пища почти не переваривалась. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что количество заглоченной пищи было необычайно велико. Накормленность, определяемая индексами наполнения кишечников, в это время достигла чрезвычайно высоких показателей. Так, у *Herpobdella nigricollis* эта величина составила 10 000‰, у *H. testacea* — 7033‰, у *H. octoculata* — 5514‰. Эти цифры оказались рекордно высокими для всего года. Период столь интенсивного питания продолжался 3—4 дня. К 4 V, когда температура поднялась до 5°, накормленность пиявок упала до 300—400‰, и примерно на этом уровне держалась все лето.

В Григоровском пруду начало питания пиявок установлено 7 V 1959, при температуре воды 8.7°, а в прибрежье водохранилища — 4 V 1959, при температуре 5.0°.

Таким образом, во всех трех биотопах питание герпобделл начиналось в разные сроки и при разной температуре, но в пределах от 2 до 10°.

В Григоровском пруду зимой постоянно наблюдался острый дефицит кислорода. Вполне возможно, что кислородное голодание угнетающе действует на пиявок, и вследствие этого весной они начинают питаться при более высокой температуре. В бочаге Дьяконовского ручья, напротив, недостатка кислорода не бывает и герпобделлы начинают питаться уже при 2°. Прибрежье водохранилища по кислородному режиму занимает промежуточное положение. Кислородное насыщение зимой колеблется здесь в пределах от 40 до 80%, и питание начинается при более высокой температуре, чем в пруду — при 5°. Прекращение питания у герпобделл отмечено в октябре при 2—3° во всех трех биотопах.

Опыты по питанию и росту *Herpobdella nigricollis*

Нами изучалось влияние различной пищи на рост *H. nigricollis*. В течение длительного времени (до месяца) пиявки выращивались на различном корме. В одной серии они кормились исключительно олигохетами

Среднесуточный рацион и весовой прирост *Herpobdella nigricollis*

Вес пиявок (мг)	Среднесуточный рацион (% от веса тела)		Среднесуточный весовой прирост (% от веса тела)	
	корм — олигохеты	корм — мотыль	при кормлении олигохетами	при кормлении мотылем
0.6	246.9	—	33.8	—
1.2	215.0	177.4	30.0	26.4
2.5—3.0	168.9	134.7	19.4	13.1
40.0—45.0	26.0	20.2	3.6	3.2
55.0—60.0	21.0	13.1	4.5	1.1
65.0—70.0	32.0	9.2	3.7	0.4
95.0—100.0	19.9	11.0	3.0	0.4

(*Tubifex albicola* и *Limnodrilus hoffmeisteri*); в другой — личинками *Tendipes plumosus*. Для обеих серий вычислялись среднесуточный рацион и среднесуточный весовой прирост. Результаты опытов представлены в таблице. Было установлено, что при питании олигохетами герпобделлы имеют более высокий рацион, чем при питании мотылем. Молодые пиявки, как и следовало ожидать, имели самые высокие рационы. Наиболее высокий среднесуточный весовой прирост

(33.8% от веса тела) отмечен у самых молодых особей весом 0.6 мг, недавно (за 2—3 дня перед опытом) покинувших кокон.

Пиявки, воспитывавшиеся на олигохетах, во всех случаях имели больший среднесуточный прирост, чем воспитывавшиеся на мотыле. Таким образом, из материалов опытов следует, что в кормовом отношении олигохеты являются для *Herpobdella* более ценным кормом, чем мотыль.

Стереотропизм

Известно, что летом герпобделлы держатся на водной растительности (Кулаев, 1925; Лукин, 1929), под камнями (Мешкова, 1957), под корой затопленных деревьев (Мордухай-Болтовской, 1955). Нашими наблюдениями во всех изучавшихся биотопах было установлено, что весной, в конце мая—начале июня герпобделлы переходят с грунта на появившуюся водную растительность. Все лето пиявки держатся на гидрофитах и осенью, в сентябре, с гибелью водной растительности переходят на грунт и зарываются в нем на зимовку. Что заставляет пиявок производить эти миграции с грунта на гидрофиты и обратно? Считать эти миграции пищевыми было бы неверно, так как пищевые условия на дне изучавшихся биотопов были более благоприятны, чем на растительности, где основное

население — тендипедида, преимущественно находится в минах и поэтому не всегда доступно пиявкам. Предполагать, что пиявки мигрируют на растительность только для откладки на ней коконов, тоже вряд ли можно, так как молодые неполовозрелые формы также в массе скапливаются на различных растениях.

Наблюдениями в природе отмечено, что герпобделлы для заселения предпочитают такие виды растений, поверхность которых образует много узких складок и пазух (вахта, омежник, частуха и др.). Хвощ, камыш, рогоз и элодея, почти не имеющие пазух, пиявками не заселяются. На концентрацию пиявок в пазухах листьев указывал также Е. И. Лукин (1929).

Это наводит на мысль, что важным фактором миграции пиявок на водную растительность является стереотропизм. Хорошо выраженный стереотропизм отмечался также и у медицинских пиявок (Щеголев, 1925). Наличие стереотропизма у *Herpobdella* подтверждается следующими опытами. *Herpobdella nigricollis*, *H. octoculata* и *H. testacea* помещались в чашки Петри, на дне которых укреплялись капиллярные стеклянные трубки с внутренним диаметром 2 мм. Как правило, через час все трубки оказывались занятыми пиявками. При этом тело их сильно сжималось. Стереотропизм пиявок, казалось бы, мог иметь последствием закапывание их в грунт. Однако этого летом не происходит, так как, будучи литофилами, пиявки нуждаются в твердом субстрате, к которому они присасываются.

Другой опыт ставился в аквариуме, дно которого было покрыто песком и частично гравием. Одновременно в аквариум помещались олигохеты, тендипедида и голодные герпобделлы. Несмотря на то, что на песке было большое количество корма, все герпобделлы вскоре сконцентрировались под гравием, где тендипедида и олигохеты почти отсутствовали. Таким образом, стереотропизм герпобделл оказался настолько развитым, что, подчиняясь ему, пиявки даже уходили от пищи.

ЛИТЕРАТУРА

- Кулаев С. Н. 1925. К биологии *Herpobdella testacea*. Русск. гидробиол. журн., т. 4, № 3—6.
- Лукин Е. И. 1929. Биологические заметки о пиявках бассейна Донца. Тр. Харьк. общ. исп. прир., т. 52.
- Луфферов В. П. 1957. Питание личинок *Ablabesmyia monilis*. Докл. АН СССР, т. 116, № 6.
- Мешкова А. М. 1957. Пиявки озера Севан. Тр. Севанск. гидробиол. ст., АН Арм. ССР, т. 15.
- Мончадский А. С. и А. Н. Берзина. 1959. Внутривидовые отношения у хищных личинок комаров подсемейства *Chaoborinae*. Сообщение 2. О возможности изменений остроты внутривидовых отношений в процессе развития личинок. Зоол. журн., т. 38, в. 10.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1955. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. Тр. Биол. ст. «Борок» АН СССР, в. 2.
- Щеголев Г. Г. 1925. Пиявки Клязьмы и близлежащих водоемов в районе Биологической станции. Зап. Биол. ст. Общ. любит. естествозн., антроп. и этногр. в Болшеве, в. 1.
- Щеголев Г. Г. 1949. Пиявки (*Hirudinea*). Жизнь пресных вод СССР, т. II. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Klekowski Z. 1951. Badania nad rozrodczoscia pyawek z rodzaju *Herpobdella* de Blainville. Lodzkietow. nauk., w. III, s. III, № 18.
- Meuschel A. 1937. Nahrungsuntersuchungen an den Schlundegeln *Herpobdella octoculata* und *Herpobdella testacea*. Arch. f. Hydrobiol., Bd. 31, H. 3.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

К ВОПРОСУ О ПОТРЕБЛЕНИИ РЫБАМИ ЭПИБИОНТОВ ЗАТОПЛЕННЫХ ЛЕСОВ

Во многих реках — Волге, Урале, Печоре, Двине и других — эпибионты затопленных деревьев, пней, коряг в значительной мере используются различными промысловыми рыбами (Остроумов, 1951, 1957; Зверева, Кучина, Остроумов, 1952; Горбунов, 1955). В этой связи возник вопрос — используются ли эпибионты рыбами в условиях водохранилищ? Для выяснения этого вопроса мы поставили опыты в естественных условиях.

Опыты проводились в двух садках, подвешенных в толще воды в прибрежье около Борка. Объем каждого садка составлял 1 м³. Опыт ставился с рыбами, предварительно сутки голодавшими. Перед началом опыта в каждый садок помещались спиленные подводные части стволов мертвых затопленных деревьев общей площадью поверхности 0.15 м². Поскольку деревья спиливались в одном месте, видовой состав эпибионтов и их плотность на единицу площади были в обоих случаях примерно равны. В среднем на каждый садок приходилось по 3.058 кг/м² эпибионтов, из которых 3.056 кг/м² составляли мшанки — *Plumatella emarginata* и *Cristatella mucedo*. Остальные 0.002 кг/м² приходились на долю личинок тендипедид *Cricotopus* ex gr. *silvestris*, *Glyptotendipes glaucus*, *Endochironomus albipennis*, *Limnochironomus nervosus* и ручейников *Cyrrnus flavidus*. В каждый садок помещалось по десять экземпляров рыб. Через трое суток после начала опыта рыбы извлекались из садка, взвешивались и измерялись. У каждой рыбы вырезался кишечник. Содержимое его тщательно просматривалось. Для каждого вида рыбы были подсчитаны общие и частные индексы наполнения. Расчеты индексов проводились по А. А. Шорыгину (1952). Всего было вскрыто 93 экземпляра рыб, из которых леща — 17 экз. возрастом от 3+ до 10+; густеры — 4 экз. возрастом от 3+ до 6+; плотвы — 15 экз. возрастом от 3+ до 6+; язей — 27 экз. возрастом от 2+ до 6+; окуня — 30 экз. возрастом от 1+ до 7+.¹ В результате опытов было установлено, что лещ и густера эпибионтов практически не потребляли. Лишь в одном кишечнике леща были обнаружены четыре личинки тендипедид и обрывки *Cristatella mucedo*.

Из пятнадцати экземпляров плотвы у восьми кишечники были пусты. У остальных — в небольшом количестве были встречены куколки тендипедид и обрывки кристателлы. Общий средний индекс наполнения кишечников, учитывая и пустые, составлял 10‰, из которых 9‰ приходилось на долю *C. mucedo*.

Питание язей значительно отличалось по возрастам. Все десять кишечников язей возрастом от 2+ до 3+ были наполнены обрывками *Plumatella emarginata*. Кроме мшанок, в кишечниках были обнаружены личинки *Cricotopus* ex gr. *silvestris*, куколки *Tendipedidae* и рачки *Sida crystallina*. Общий пищевой индекс в среднем равнялся 276‰, из которых 274‰ составляли *Plumatella emarginata*.

Из десяти язей возрастом 4+ у двух кишечники оказались пустыми. В других были обнаружены куколки *Tendipedidae*, личинки *Bezzia* и рачки *Sida crystallina*, *Polyphemus pediculus* и *Cyclopoida*. Из тендипедид лишь в одном кишечнике найдено два экземпляра *Limnochironomus nervosus*. Общий индекс в среднем составил 1.5‰.

¹ Пользуясь случаем, выражаю благодарность Игорю Ефимовичу Пермитину за помощь в определении возраста рыб.

Все семь кишечников язей возрастом 5+, 6+ оказались пустыми.

Питание окуня также различалось по возрастам. У всех тринадцати окуней, годовиков и двухлеток, кишечники оказались наполненными куколками *Tendipedidae* и личинками *Cricotopus* ex gr. *silvestris*, *Cryptochironomus* ex gr. *pararostratus*, *Bezzia* sp., рачками *Sida crystallina*, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*. Общий пищевой индекс наполнения в среднем равнялся 61‰. Частный индекс рачков в среднем составлял 53‰. В питании окуней преобладала *Sida crystallina*.

Среди двенадцати вскрытых окуней возрастом от 3+ до 4+ ни одного пустого кишечника обнаружено не было. Видовой состав пищи был тот же, что и у окуней предыдущих возрастов. В питании также преобладали рачки и преимущественно *Sida crystallina*. Общий пищевой индекс в среднем составлял 14‰. Частный индекс рачков равнялся 12‰. Все пять кишечников окуней возрастом от 5+ до 7+ оказались пустыми.

Для трехлеток плотвы и двухлеток язей, потребляющих мшанок, был специально поставлен опыт, в котором среди эпибионтов мшанок не было. Общая биомасса эпибионтов в опыте составляла около 33 г/м². В составе эпибионтов преобладали личинки тендипедид.

В результате вскрытий кишечников рыб было установлено, что они питались куколками тендипедид и планктонными рачками. Общий пищевой индекс плотвы составил всего 2‰, а язей — 4‰. Личинок тендипедид в кишечниках рыб обнаружено не было.

Изложенные материалы свидетельствуют о том, что эпибионты затопленных деревьев рыбами почти не используются. Некоторое исключение составляет молодь язей, которые способны объедать колонии *Plumatella emarginata* и, видимо, других мшанок. Личинки тендипедид, которые были обнаружены в кишечниках молоди язей, очевидно, были заглочены вместе с мшанками. Это предположение подтверждается опытами содержания язей без мшанок, в результате чего из рациона рыб вместе с *Bryozoa* выпали и личинки тендипедид. Несомненно, что личинки тендипедид, живущие на поверхности деревьев в чехликах, недоступны или мало доступны язям. Мшанки, образующие на деревьях целые гроздья, более удобны для схватывания и отрывания их рыбами. На мшанках всегда имеется некоторое количество личинок тендипедид. Поэтому язь, питаясь мшанками, одновременно поедает тендипедид.

Плотва, густера, лещ, окунь почти совсем не потребляют эпибионтов. Те немногие личинки тендипедид, которые были обнаружены в кишечниках окуней, возможно, были заглочены во время их плавания в толще воды. Во всех кишечниках окуней встречались куколки *Tendipedidae*, которыми окунь нередко питается в толще воды (Боруцкий, 1939). На планктонный тип питания указывает также и тот факт, что подавляющее количество пищи окуня составляет *Sida crystallina*, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Cyclopoida*. Такие же результаты были получены нами и ранее (Луферов, 1961). Трудно предположить, чтобы окунь поедал сид с поверхности дерева, отвергая находящиеся рядом более крупных тендипедид. То обстоятельство, что окунь в значительной степени питался планктонными рачками, свидетельствует о том, что рыбы потребляли гидробионтов не с поверхности дерева, а из толщи воды.

Таким образом, наблюдениями Т. С. Житеновой в естественных условиях и нашими в эксперименте можно считать доказанным, что в Рыбинском водохранилище эпифауна затопленных лесов рыбами практически не используется. Причина этого прежде всего заключается в том, что массовые формы эпифауны затопленных лесов водохранилищ недоступны рыбам. Нами было установлено, что основное количество личинок тенди-

Сбор бентоса и его обработка проводились по методике, принятой Лабораторией зоопланктона—зообентоса при ранее проводившихся съемках. Сетка станций была составлена аналогично сетке прошлых съемок, количество станций в 1961 г. было несколько сокращено. В 1958 г. было проведено 2 съемки: в мае (75 станций), августе—сентябре (60 станций); в 1961 г. также было проведено две съемки: в мае (55 станций) и сентябре (47 станций).

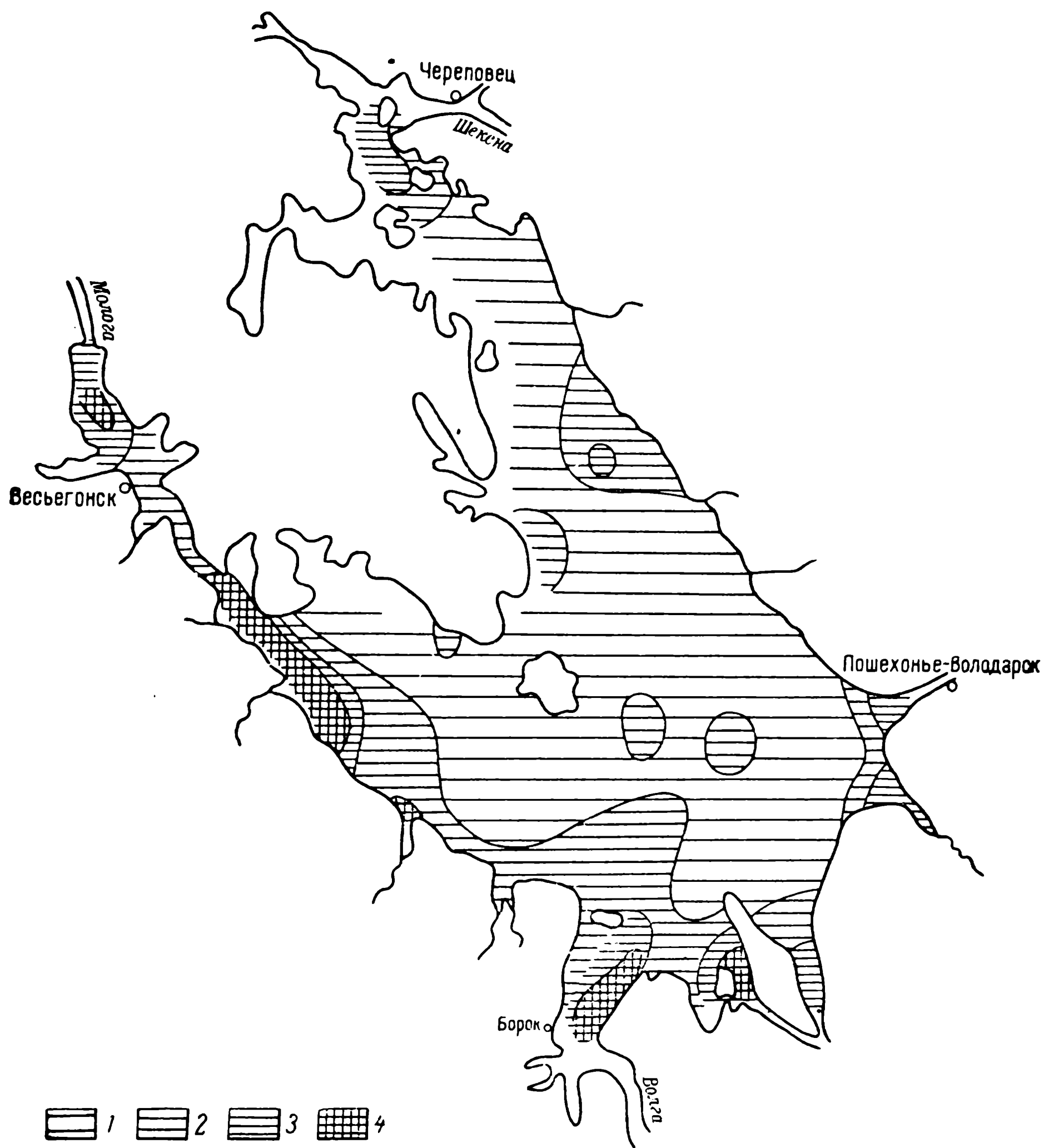


Рис. 1. Распределение общей биомассы в мае 1958 г.

1 — ниже 1 г/м²; 2 — от 1 до 5 г/м²; 3 — от 5 до 10 г/м²; 4 — выше 10 г/м².

Как показали съемки, общий характер распределения грунтов и рельеф дна мало изменились на протяжении указанного периода, что позволяет придерживаться схемы биотопов, выбранной Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1955) и подтвержденной Т. Л. Поддубной (1958).

Рыбинское водохранилище было подразделено на собственно водохранилище и на эстуарии впадающих в него рек.

Для собственно водохранилища характерны задернованные почвы и торфянистые илы, для эстуарных участков — серый ил — сапропель. По данным В. П. Курдина (1958), полученным на основании материалов 1955—1957 гг., незаиленные почвы покрывают 55 % площади дна, песчаные серые и серые илы — 8 %, пески и илистые пески — 20 %, переходной ил — 4 %, торфянистый ил — 13 %. Данные относятся ко всему водохранилищу,

включая эстуарные участки. В самом водохранилище торфянистые илы займут не 13%, а значительно большую часть площади дна, пески занимают незначительную площадь в районах незащищенного побережья.

Песчаные серые и серые илы в эстуарных участках занимают большую часть дна.

За период 1955—1961 гг. шло разрушение мертвых лесов, и сухостоев становится меньше. Как и прежде, бентос распределялся неравномерно:

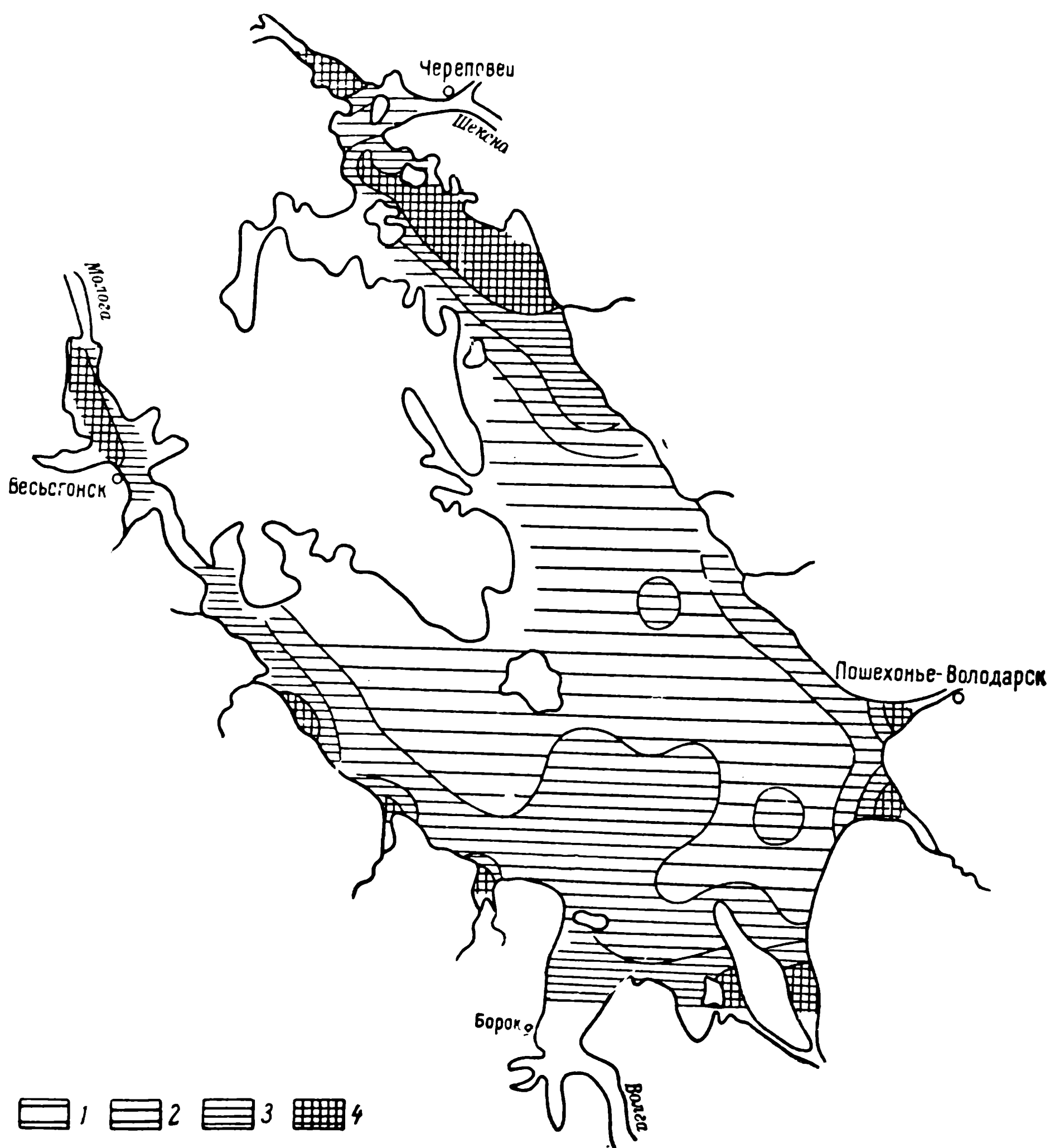


Рис. 2. Распределение общей биомассы в августе—сентябре 1958 г.

Обозначения те же, что для рис. 1.

биомасса от 5 до 10 и выше г/м² встречалась лишь в эстуарных районах, в прилегающих к эстуариям районах водохранилища она порядка 1—5 г/м², и в большей части открытого водохранилища она ниже 1 г/м². Распределение бентоса по данным съемок 1958 и 1961 гг. показано на соответствующих картах изобент (рис. 1—4).

В 1958 г. отчетливо проявляется тенденция к повышению биомассы осенью. Так, в Шекснинском отроге в мае область наивысших биомасс порядка 5—10 г/м² располагалась в Судо-Шекснинском предустьевом районе до островов в предустьевом районе р. Кондоши. Осенью биомасса здесь превысила 10 г/м², а граница области биомасс выше 10 г/м² проходила значительно южнее перед устьем Мяксы; южнее Мяксы и до Хвощевика располагалась область биомасс от 5 до 10 г/м².

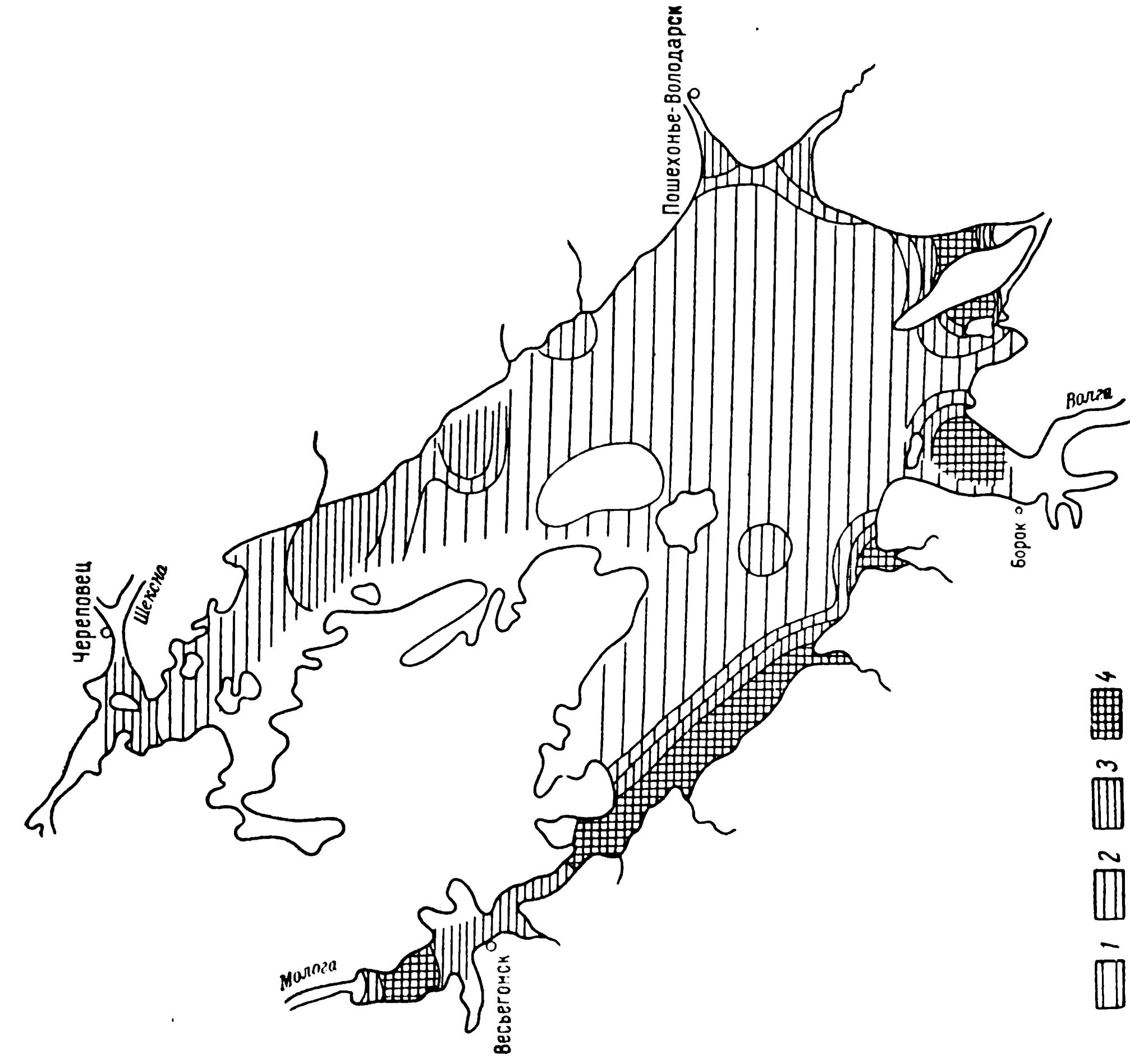


Рис. 3. Распределение общей биомассы в мае 1961 г.
Обозначения те же, что для рис. 1.

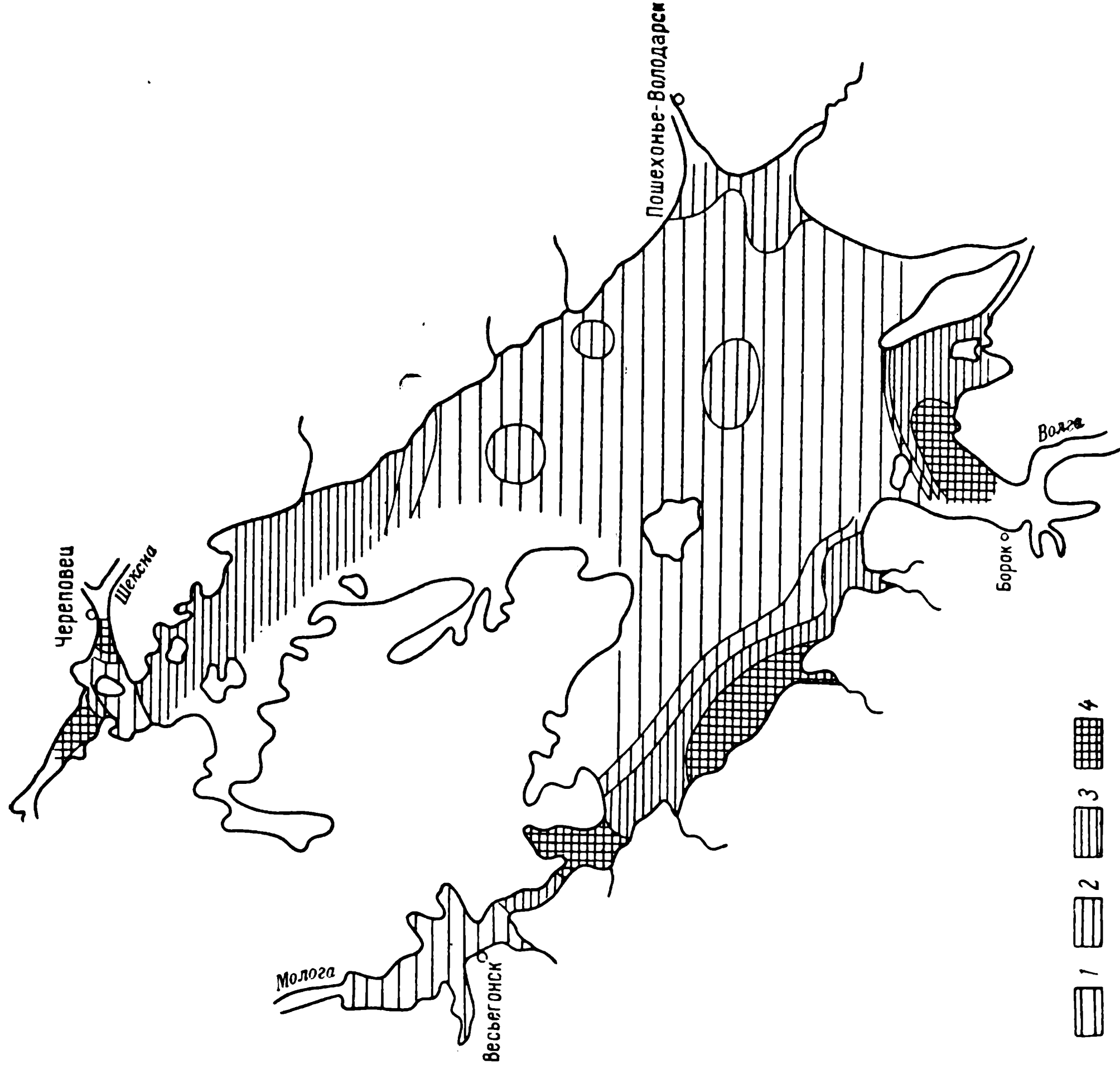


Рис. 4. Распределение общей биомассы в сентябре 1961 г.
Обозначения те же, что для рис. 1.

Т а б л и ц а 1

Средние биомассы бентоса (в г/м²) по биотопам Рыбинского водохранилища в различные годы ¹

Годы и сроки	Собственно водохранилище			Эстуарии	
	торфяни- стый ил	почвы	пески	общая средняя	серый ил
1952, август	4.478	0.824	0.107	2.1	8.113
1953, май	5.605	1.118	0.217	2.6	9.710
1953, сентябрь	2.175	0.915	0.470	—	5.606
1954, май	2.303	0.949	0.182	—	12.440
1954, август	2.363	0.444	0.156	2.0	5.255
1955, май	2.507	0.313	0.533	—	7.633
1955, август—сентябрь	2.026	1.125	0.596	—	5.470
1958, май	1.779	0.820	0.422	1.234	9.359
1958, август—сентябрь	2.997	0.608	0.400	1.293	12.652
1961, май	2.263	1.172	0.154	1.335	13.083
1961, сентябрь	3.445	0.839	0.358	1.549	10.454

Т а б л и ц а 2

Средние биомассы отдельных видов и групп организмов (в г/м²) в мае 1953 и 1961 гг.

Организмы	Собственно водохранилище						Эстуарии	
	торфянистый ил		почвы		пески		серый ил	
	1953	1961	1953	1961	1953	1961	1953	1961
<i>Tendipes</i>	3.409	1.475	0.103	0.043	0.025	0	7.132	8.448
Другие тендипедиды	0.269	0.206	0.164	0.039	0.010	0.017	0.878	0.567
Всего тендипедид	3.678	1.681	0.267	0.082	0.035	0.017	8.010	9.015
<i>Limnodrilus newaensis</i>	0.616	0	0.008	0.190	0	0.051	0.584	1.125
Другие тубифициды	0.420	0.140	0.156	0.325	0.107	0.069	0.853	1.807
Всего тубифицид	1.036	0.140	0.164	0.515	0.107	0.120	1.377	2.932
<i>Lumbriculidae</i>	0.160	0.353	0.145	0.069	0.015	0.017	0	0.030
Всего олигохет	1.196	0.493	0.309	0.584	0.122	0.137	1.377	2.976
<i>Hirudinea</i>	0.143	0.005	0.295	0.197	0.013	0	0	0.003
<i>Sphaeriidae</i>	0.047	0.081	0.055	0.049	0	0	0.323	1.007
Прочие	0.481	0	0.150	0.261	0.047	0	0	0.082
Всего	5.554	2.260	1.076	1.173	0.217	0.154	9.710	13.083

¹ Данные с 1952 по 1955 г. взяты из работ Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1955) и Т. Л. Поддубной (1958). Все биомассы даны за вычетом крупных моллюсков.

В Моложском отроге картина была иной. В мае область биомасс выше 10 г/м^2 простиралась от Борка Заповедного до Первомайки. Осенью здесь снизились и составляли от 5 до 10 г/м^2 ; только непосредственно у Первомайки сохранилась биомасса выше 10 г/м^2 . Весной не произошло снижения биомассы к осени, и граница биомассы выше 10 г/м^2 даже несколько приблизилась к Весьегонску. В Центральном плёсе к осени заметно расширилась область биомасс, от 1 до 5 г/м^2 , т. е.

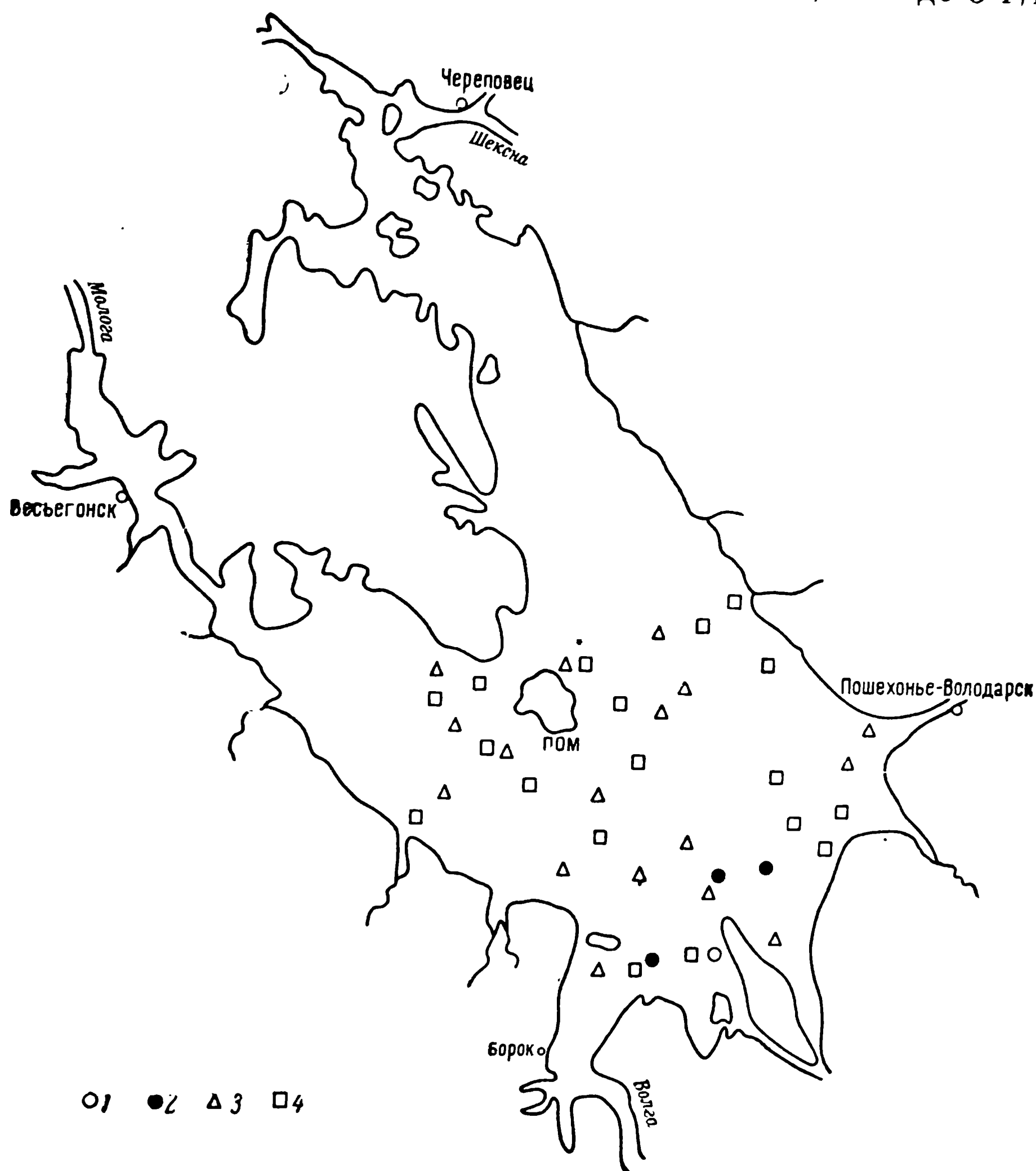


Рис. 5. Места нахождения дрейссены, по данным дночерпательных съемок за ряд лет.

1 — 1954 г.; 2 — 1955 г.; 3 — 1958 г.; 4 — 1961 г.

в районах, где в мае биомасса была ниже 1 г/м^2 , осенью таковая повысилась. В эстуариях рек Согожи и Ухры биомасса весной составляла от 5 до 10 г/м^2 , а осенью она превысила 10 г/м^2 .

В 1961 г. наблюдается некоторое снижение биомассы к осени. В Моложском отроге выше Весьегонска весной биомасса превышала 10 г/м^2 , а осенью она не достигала и 5 г/м^2 . От Борка Заповедного до Брейтова весной простиралась область биомасс выше 10 г/м^2 , а осенью она была прервана в районе впадения рек Ламы и Себлы областью с биомассами от 5 до 10 г/м^2 . В остальных районах существенных сдвигов не наблюдается.

Как видно из карт изобент, общий характер распределения бентоса, а также и его биомассы (табл. 1) не претерпели существенных изменений.

В 1958 г., по данным майской съемки, общая средняя биомасса по собственно водохранилищу составила 1.234 г/м^2 и по эстуариям — 9.359 г/м^3 .

Таблица 3

Встречаемость (в % от общего числа проб) дрейссены, унioniда, вивипары и сфериид на различных грунтах за ряд лет

Организмы	Собственно водохранилище														Эстуарии					
	торфянистый ил					почвы					пески				серый ил					
	1953	1954	1955	1958	1961	1953	1954	1955	1958	1961	1953	1954	1955	1958	1961	1953	1954	1955	1958	1961
<i>Dreissena polymorpha</i>	0	0	5	18	22	0	0	0	14	29	0	0	0	10	18	0	0	0	13	6
<i>Unionidae</i>	0	0	0	5	0	0	4	0	6	3	0	0	0	0	10	18	12	36	20	19
<i>Viviparus</i>	18	12	5	0	4	0	0	5	3	0	0	0	0	10	14	27	13	29	27	22
<i>Sphaeriidae</i>	45	25	37	48	38	27	12	55	57	41	0	12	38	58	53	73	38	86	85	81

Примечание. В 1953, 1954 и 1955 гг. — данные для мая.

По данным осенней съемки (август—сентябрь), биомасса по собственно водохранилищу составила 1.293 г/м² и по эстуариям — 12.652 г/м².

В 1961 г., по данным майской съемки, общая средняя биомасса по собственно водохранилищу составила 1.335 г/м², по эстуариям — 13.083 г/м². По данным осенней съемки, таковая по собственно водохранилищу составила 1.549 г/м², по эстуариям — 10.454 г/м².

Рассмотрим соотношение отдельных видов и групп в указанных биотопах.

В упомянутой выше статье Ф. Д. Мордухай-Болтовской характеризовал донное население Рыбинского водохранилища в основном как мотылевый биоценоз, хорошо развитый в эстуариях на серых илах и угнетенный на торфянистых илах; на почвах наблюдались фрагменты пело- и литофильных биоценозов. Как видно из приводимой табл. 2, общий характер соотношения отдельных групп в основном остался прежним.

На торфянистых илах мотыль дает 61 % от общей биомассы в 1953 г. и 65 % в 1961 г., т. е. в обоих случаях больше половины. Олигохеты соответственно дают 21 и 22 %. В 1961 г. выпал *Limnodrilus newaensis*, такое же явление наблюдалось и осенью 1955 г.

В пробах осенней съемки 1961 г. *L. newaensis* на торфянистом илу также не был встречен. В отношении почв заметных сдвигов не наблюдается, если не считать некоторого снижения биомассы тендипедид и повышения биомассы олигохет. Интересно отметить, что встречавшийся в 1952—1955 гг. *Asellus aquaticus* в 1958 г. стал редок, а во время съемок 1961 г. ни разу не был встречен. На песках с их крайне низкими общими биомассами трудно отметить изменение соотношения между отдельными группами, и ввиду небольшого числа проб лучше не пытаться намечать какие-либо тенденции. На серых эстуарных илах в 1961 г. по сравнению с 1953 г. заметно некоторое повышение биомассы тендипедид, олигохет и сфериид, соотношение между группами остается прежним.

Если общая биомасса сфериид не только не уменьшилась, а, наоборот, стала большей, то встречаемость отдельных

видов *Pisidium* резко сократилась. В последние годы преобладающее развитие получили *P. henslowanum* и *P. amnicum*, встречаются *P. casertanum*, *P. moitessierianum*, а остальные описанные нами для Рыбинского водохранилища виды встречаются крайне редко или совсем не встречаются. В Рыбинском водохранилище идет дальнейшее расселение дрейссены (*Dreissena polymorpha*).

Как писал И. Ф. Овчинников (1954), дрейссена попадала в район верхней Волги неоднократно в течение последнего столетия, но массового размножения достигла здесь лишь после сооружения Рыбинского водохранилища. Им отмечено, что массовые скопления дрейссены наблюдались в Волжском отроге в 1951 г. В рабочих дневниках Овчинникова за 1952 г. большие количества дрейссены отмечены в р. Волге выше Рыбинского водохранилища (Еремейцево, Баскачи). В Волжском отроге в 1952 г. дрейссена отмечена в районе впадения р. Ладки и у о. Липняги.

В водохранилище как таковом дрейссена распространена не была. Т. Л. Поддубная (1958) отмечает, что в съемках 1954—1955 гг. в Переборском заливе и у северной оконечности Рожновского мыса была встречена дрейссена, раньше здесь не встречавшаяся.

Как видно из приводимой таблицы 3, встречаемость дрейссены возросла во всех биотопах.

В майских съемках 1953 и 1954 гг. в дночерпательных пробах дрейссена вообще не была обнаружена; она встретила в Переборском заливе осенью 1954 г. Как видно из таблицы, расселение дрейссены по водохранилищу началось в 1955 г. и продолжалось до 1961 г., возможно, продолжается и теперь. Карта (рис. 5) дает наглядную картину постепенного расселения дрейссены по водохранилищу. Как видно из нее, дрейссена в 1961 г. не вышла в Шекснинский отрог и северную часть Моложского.

Хотя по дночерпательным сборам трудно судить о численности и биомассе крупных моллюсков, можно попытаться дать приблизительную сводку по этим величинам для дрейссены (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Численность и биомасса дрейссены по всему Рыбинскому водохранилищу, по данным дночерпательных съемок 1955—1961 гг. (в экз. и г/м²)

	1955 г.		1958 г.		1961 г.	
	май	август— сентябрь	май	август— сентябрь	май	сентябрь
Численность	1 (0.25)	1 (0.12)	2	12	78	10
Биомасса	0.067	0.007	0.006	3.970	17.746	3.433

В заключение можно отметить, что в целом общее состояние бентоса Рыбинского водохранилища продолжает оставаться таким же, как это было установлено съемками 1952—1953 гг.

ЛИТЕРАТУРА

- К у р д и н В. П. 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
 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», в. 2.
 О в ч и н н и к о в И. Ф. 1954. Дрейссена Рыбинского водохранилища. Тез. докл. на III экол. конф., Киевск. гос. ун-в., ч. II.
 П о д д у б н а я Т. Л. 1958. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок», в. 3.

М. Я. КИРПИЧЕНКО, В. П. МИХЕЕВ и Е. П. ШТЕРН

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЛИЧИНОК ДРЕЙССЕНЫ И ПЛАНКТОННЫХ РАЧКОВ ПРИ МАЛЫХ ЭКСПОЗИЦИЯХ

Для определения параметров, обуславливающих гибель планктонных организмов при воздействии на них электрическим током, летом 1961 г. были проведены лабораторные опыты с низшими рачками, у которых легко можно наблюдать характерные реакции на раздражение, и личинками дрейссены. Особенности длительного воздействия электрического тока промышленной частоты на колонии взрослой дрейссены исследованы В. А. Шентяковым (1961).

В наших опытах животные помещались в специально изготовленную, удобную для микроскопических наблюдений ванночку из органического стекла с двумя подвижными параллельными пластинчатыми электродами, между которыми создавалось однородное электрическое поле. Напряженность поля устанавливалась путем изменения расстояния между электродами и разности потенциалов на них с помощью регулятора напряжения типа РНО-250-2 (напряжения от 5 до 220 в с интервалами в 25 в) и повышающего трансформатора (напряжение от 250 до 500 в с интервалами в 50 в). Специально сконструированный в лаборатории Волжской ГЭС им. В. И. Ленина прерыватель тока давал возможность воздействовать на подопытных животных в течение 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1 сек. Опыты проводились с переменным током промышленной частоты 50 гц, при которой экспозиция в 0.02 сек., равная по продолжительности одному периоду, является минимальной. Для создания меньших экспозиций делалась попытка использовать постоянный и переменный ток с частотой 427 гц, однако оказалось, что действие этих токов на велигеров и рачков слабее переменного тока промышленной частоты. Вода для опытов бралась из Куйбышевского водохранилища. Температура воды изменялась от 10 до 22°, а электропроводность — в пределах $1.5-3.3 \cdot 10^{-4}$. Опыты проводились с личинками дрейссены, планктонными рачками: *Cyclops vicinus* Uljan., *Diaptomus graciloides* Lill., *Daphnia longispina* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, копеподами и науплиусами.

Л. М. Нусенбаум и Т. Ф. Фалеева (1961) различают следующие реакции рыб на воздействие электрического поля: состояние возбуждения, состояние электротаксиса и состояние электронаркоза. У велигеров дрейссены и рачков мы выделяем состояние возбуждения, электронаркоза и гибель.

При возбуждении наблюдаются резкие порывистые движения рачков. Велигер реагирует на раздражения смыканием створок раковины. В момент удара тока у велигера с сомкнутыми створками резко сжимается тело, но пульсация сердца и мерцание ресничек паруса не прекращаются.

При электронаркозе рачки временно теряют способность к движению. Пораженный плавающий велигер с приоткрытыми створками не может втянуть парализованный вельюм. Реснички вельюма продолжают работу, вследствие чего личинка вращается на одном месте. У велигера с сомкнутыми створками наблюдается временное замедление сокращения сердца. Реснички вельюма не прекращают работу.

Смерть у велигеров устанавливалась по отсутствию пульсации сердца и прекращению мерцания ресничек вельюма, легко заметных под микроскопом в отраженном или ярком проходящем свете.

В опытах замерялась напряженность электрического поля (E в/см)¹, и для подопытных животных определялось напряжение тела, равное произведению напряженности поля на размер организма.

Поражаемость рачков в электрическом поле зависит от их размеров. Для поражения мелких рачков требуется более высокая напряженность поля, чем для крупных. Так, при экспозиции 10 сек. состояние электро-наркоза наступает у науплиусов (0.2—0.3 мм) при напряженности поля 17.9 в/см, у копеподитов (0.5—0.7 мм) — 10.7 в/см, у дафний (1.5—2 мм) — 5 в/см (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Средние величины напряженности электрического поля (в/см), вызывающие возбуждение, электронаркоз и гибель планктонных рачков при 22°

Группы рачков	Экспозиция (сек.)	Состояние рачков			Количество опытов
		возбуждение	электронаркоз	гибель	
Циклопы	10	0.7	4.0— 40.0	45.0	21
Дафнии	10	0.7	5.0— 40.0	45.0	21
Копеподиты	10	3.6	11.0— 50.0	—	21
Науплиусы	10	3.6	18.0— 50.0	—	21
Циклопы	0.1	5.0	50.0—200.0	225.0	24
Дафнии	0.1	5.0	50.0—200.0	225.0	24
Копеподиты	0.1	5.0	75.0—225.0	250.0	24
Науплиусы	0.1	5.0	100.0—220.0	250.0	24

Рачки одного вида и одинакового размера, по-разному ориентированные в электрическом поле, поражаются сильнее в том случае, когда продольная ось тела параллельна линиям тока. Так, у диаптомуса, ориентированного продольной осью тела параллельно линиям тока, после пребывания в течение 0.1 сек. в поле напряженностью 75 в/см состояние электронаркоза длится 3—4 мин., а у диаптомуса, ориентированного перпендикулярно силовым линиям, — только 1—1.5 мин.

Еще резче разница в реакциях на раздражение электротоком у дафний и особенно у хидорусов, по-разному ориентированных в электрическом поле. У этих рачков, помимо разницы в размерах тела, сказывается влияние хитиновой раковины, видимо, обладающей диэлектрическими свойствами. Раковина хидоруса почти полностью покрывает его тело. Когда плоскость смыкания створок параллельна линиям тока, поражение рачков одинаковых размеров происходит в поле меньшей напряженности, чем при перпендикулярном положении плоскости смыкания створок (табл. 2).

При повышении температуры воды от 10 до 20° устойчивость хидоруса к воздействию электрического тока возрастает. Эти наблюдения согласуются с опытами В. А. Шентякова (1959) на пресноводных рыбах. Автор установил, что при повышении температуры с 0.2—4 до 15—19° напряжение тела, при котором рыба впадает в состояние шока сразу после включения тока, повышается.

По своим размерам велигеры дрейссены меньше взрослых планктонных рачков. Длина их тела составляет 100—250 мк, ширина — 80—225 мк, толщина — 75—125 мк. В отличие от рачков, тело которых покрыто

¹ Напряженность электрического поля — это разность потенциалов на одном линейном сантиметре поля.

хитином, велигеры защищены известковой раковиной. В активном состоянии личинки приоткрывают створки раковины и выпускают велюм (парус), с помощью которого парят в толще воды. При раздражении личинка втягивает парус и смыкает раковину.

Т а б л и ц а 2

Летальная для *Chydorus* напряженность поля (в/см) при различной температуре воды (экспозиция 0.1 сек.)

Количество опытов	Температура воды	Продольная ось тела параллельна линиям тока	Продольная ось тела перпендикулярна линиям тока
19	10°	200	350
13	15	250	400
12	20	350	400

Известковые створки защищают личинку от воздействия электрического тока. Личинки с открытыми створками, когда парус выпущен, и при закрытых створках по-разному реагируют на одну и ту же напряженность поля, причем для первых имеет значение ориентация в электрическом поле. Сильнее поражается личинка, ориентированная щелью смыкания створок вдоль линий тока, когда последние как бы пронизывают мягкое тело животного.

Велигер с открытыми створками раковины реагирует на очень слабую напряженность поля. Так, при напряженности поля 3—5 в/см велигеры уже смыкают створки раковины. При напряженности поля 50 в/см у велигера, ориентированного плоскостью смыкания створок параллельно линиям тока, наблюдается временный паралич паруса (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Поведение велигера в электрическом поле различной напряженности (экспозиция 0.1 сек., при 22°)

	Напряженность поля E (в/см)	Напряжение тела (в)	Реакция велигера
Велигер с открытыми створками.	25	0.44	Втягивает парус, смыкает створки раковины.
	50	0.87	Парус парализуется, створки не смыкаются.
	225	3.94	Глубокий электронаркоз, часть личинок гибнет.
	250	4.38	Мгновенная гибель.
Велигер с закрытыми створками.	225	3.94	Резкое сокращение тела, сердце пульсирует.
	250	4.38	Глубокий электронаркоз, сердце пульсирует едва заметно.
	350	6.12	Пульсация сердца прекращается, мерцание ресничек длится 10—15 мин., частичная гибель.
	380	6.65	Работа всех органов прекращается, наступает гибель.

При последующих раздражениях пораженные током личинки не могут втянуть парус и сомкнуть створки раковины. Гибель личинок с приоткрытыми створками происходит при 225—250 в/см. При такой же напряженности поля у велигера с сомкнутыми створками раковины наблюдается резкое сокращение тела, но сердце продолжает сокращаться, а реснички паруса — двигаться. После нескольких последовательных ударов током велигеры с закрытыми створками могут открывать створки, выпускать

велюм и парить в толще воды. Гибель велигеров с сомкнутыми створками происходит только при напряженности 350—400 в/см.

Глубокий электронаркоз и гибель личинок с открытыми створками происходит при напряжении тела 3.94—4.38 в, а при закрытых створках — при 6.65 в.

Напряжение тела, при котором наступает гибель велигера с приоткрытыми створками, близко к «порогу шока» пресноводных рыб, который составляет 1.72—4.15 в (Шентяков, 1959). Известковые раковины велигеров, находящихся в неактивном состоянии, резко увеличивают значение летального напряжения тела.

Гибель рыб в электрическом поле наступает, когда на концах тела создается летальная разность потенциалов. Гольцер (Holzer, 1931)² показал, что вызывающая одинаковое действие разность потенциалов между головой и хвостом у рыбы, расположенной в электрическом поле вдоль линии тока, есть величина постоянная в пределах вида. Чем крупнее рыба, тем меньше должна быть напряженность поля, так как напряжение тела равно произведению напряженности поля на длину организма. Установлено, что напряжение тела, при котором происходит гибель большинства пресноводных рыб, колеблется в пределах нескольких вольт (Шентяков, 1959). Величина летального напряжения тела для личинок дрейссены составляет также несколько вольт. Но для того чтобы создать разность потенциалов в несколько вольт между концами тела микроскопических животных, необходимо значительно повысить напряженность электрического поля. Чем короче время воздействия электрического поля на водные организмы, тем выше должна быть напряженность электрического поля. Как было показано выше, дафнии за 10 сек. погибают в поле напряженностью 45 в/см. При экспозиции 0.1 сек. их гибель происходит при напряженности 225 в/см. Те же явления наблюдаются в опытах с личинками дрейссены (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Летальная для велигера с закрытыми створками напряженность поля при различной экспозиции, t 22°

Экспозиция (сек.)	Напряженность поля (в/см)	Количество опытов
0.02	450	5
0.04	400	4
0.06	350	3
0.1	350	7

ВЫВОДЫ

1. Гибель велигера дрейссены и планктических рачков, находящихся под воздействием электрического тока в течение 0.02—0.1 сек., происходит при высокой напряженности электрического поля, что связано с микроскопическими размерами животных.

2. Известковая раковина защищает тело велигера от поражения электрическим током. В условиях экспозиции 0.1 сек. велигер с открытыми створками раковины погибает при напряженности поля 225—250 в/см, а с закрытыми — при 380—400 в/см.

ЛИТЕРАТУРА

Нусенбаум Л. М. и Т. Ф. Фалеева. 1961. Исследование поведения рыбы в электрическом поле. Изв. Гос. н.-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз. (ГосНИОРХ), т. II, в. 1.

² Цитировано по Л. М. Нусенбауму и Т. Ф. Фалеевой (1961).

- Ш е н т я к о в В. А. 1959. О реакциях рыб в электрических полях переменного тока. Тр. Инст. биол. водохр., в. 1 (4).
- Ш е н т я к о в В. А. 1961. Действие электрического тока промышленной частоты на колонии *Dreissena*. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 10.
- H o l z e r W. 1931. Über eine absolute Reizspannung bei Fischen. Pflügers Arch. d. ges. Physiol., Bd. 229, H. 2.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

В. П. МИХЕЕВ

О ПИТАНИИ РЫБ ДРЕЙССЕНОЙ НА МЕЛКОВОДЬЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА в 1961 г.

В Каспийском и Аральском морях дрейссена является основным компонентом бентоса и важным кормовым объектом рыб. После массового появления дрейссены в волжских водохранилищах некоторые исследователи полагали, что и здесь она будет играть такую же роль в питании рыб (Кондратьев, 1958). Однако уже первые наблюдения показали, что, несмотря на высокую численность и биомассу, значение дрейссены в питании рыб водохранилищ в общем невелико (Житенева, 1958; Болдина, 1960; Егерева, 1960).

При выяснении значения дрейссены в питании рыб следует учитывать в водохранилище наличие двух зон — постоянного и временного затопления, в которых наблюдается резкое различие в возрастной структуре популяций дрейссены. В зоне постоянного затопления дрейссена ежегодно перезимовывает и образует мощные друзы. В зоне временного осушения в результате ежегодной гибели при обсыхании дрейссена представлена исключительно молодью, поселения ее не столь мощны. Естественно, такое различие в структуре популяций и возрастном составе оказывает существенное влияние на степень использования моллюсков рыбой.

В 1961 г. я попытался выяснить значение дрейссены в питании рыб из мелководного Сусканского залива, большая часть которого осыхает при понижении уровня Куйбышевского водохранилища.

В Сусканский залив были проведены выезды (по одному летом и осенью и три зимой), во время которых проведены наблюдения за заселением различных субстратов молодью дрейссены, за ее ростом и распределением по заливу в зависимости от глубины. Для выяснения значения дрейссены в питании рыб были проведены специальные неводные ловы рыбы в тех же местах, где велись наблюдения за дрейссеной. Кроме того, обработаны материалы по питанию рыб из Сусканского залива, собранные во время ихтиологических экспедиций. Всего проанализировано содержимое 130 кишечников леща, плотвы, густеры, язя, красноперки, молоди сазана. Дрейссена подсчитывалась по количеству вершин раковин, сохранившихся в пищеварительных трактах рыб. В связи с тем, что лещ и густера сильно разрушают раковины моллюсков глоточными зубами, подсчет дрейссены в кишечниках этих видов рыб был затруднителен. Легче было производить количественный учет дрейссен в кишечниках плотвы, красноперки, молоди сазана. Обычно измерялась длина слаборазрушенных раковин. Наряду с полевыми наблюдениями были проведены лабораторные опыты

по кормлению молоди сазана дрейссеной, которая давалась в виде колоний или отдельными особями. Длина подопытных сазанчиков колебалась в пределах 65—125 мм.

В зоне временного осушения Сусканского залива количество дрейссены зависит от количества субстратов, благоприятных для их заселения моллюсками, и защищенности местообитания от волнений. В 1961 г. она заселила заросли тростника, осоки, остатки прошлогодней растительности. На глубоких участках залива дрейссены значительно меньше, что связано с небольшим количеством подходящих субстратов. В местах сильного волнения растительность оказалась незаселенной моллюсками. В то же время заросли тростника, находящиеся в верховьях Сусканского залива в местах с ослабленным волнением, сильно обросли дрейссеной. При этом дрейссена обнаружена только на внешней части островков зарослей тростника и полностью отсутствовала в середине их. На многих субстратах дрейссена отсутствовала из-за того, что они оказались заселенными другими организмами обрастаний (мшанки, нитчатки).

В течение вегетационного периода 1961 г. молодь дрейссены заселила субстраты в несколько слоев, при этом в течение лета число особей в друзах увеличивалось за счет подселения личинок. Происходил интенсивный рост дрейссены (за 55 дней средняя длина моллюсков увеличилась в 2, а максимальная — в 3 раза), к осени количество дрейссены, приходящееся на единицу площади, сократилось (с 280 до 53 экз. на 10 см²). К концу лета увеличение количества дрейссены на части субстратов прекратилось в связи с обсыханием, которое произошло в результате сработки уровня Куйбышевского водохранилища. В середине августа от воды освободились мелководья Сусканского залива, которые были залиты всю первую половину лета. Прибрежная растительность обсохла, а дрейссена на ней погибла.

Таким образом, в 1961 г. в Сусканском заливе в течение лета наблюдался высокий темп роста дрейссен, образование мощных друз, а в конце лета — резкое уменьшение количества дрейссены в связи с обсыханием субстратов. Резкие колебания численности дрейссены и ее рост в течение вегетационного периода нашли свое отражение в интенсивности потребления моллюсков рыбами. Так, в июле дрейссена составила значительную часть пищи рыб (табл. 1).

В питании рыб преобладала дрейссена 2—3 мм длиной, но встречалась и в 7 мм. В питании молоди сазана прослежено изменение количества дрейссены с июля 1961 г. по январь 1962 г. (табл. 2). Оказалось, что процент встречаемости дрейссены и ее количество в кишечниках молоди выше в летние месяцы. При этом в середине июля преобладает дрейссена длиной 1—2 мм, в конце июля — 3.5 мм. В начале осени дрейссена длиной 6 мм встречается в питании крупных сазанчиков, а позже совсем не встречается. Опыты по кормлению сазана мелкой дрейссеной, проведенные в лабораторных условиях, помогли выяснить причины исчезновения дрейссены из питания молоди сазана к осени 1961 г. Когда в аквариум опускалась целиком друза дрейссены, то первое время сазаны не подходили к ней. Через 20—30 мин. к колонии начинали приближаться отдельные сазанчики. Они пытались «склевывать» дрейссен, но отделить их от друзы не могли. Сазанам изредка удавалось отрывать от колонии лишь очень мелких дрейссен. Образование дрейссенами колоний безусловно препятствует рыбам их поедать. Напротив, когда сазанам давалась дрейссена не колониями, а в виде отдельных особей, то они ее охотно поедали, подбирая со дна аквариума, при этом сазан мог взять лишь

Т а б л и ц а 1

Состав пищи рыб из Сусканского залива в июле 1961 г.

Вид рыбы	Количество рыб в пробе	Длина рыб (мм)	Дрейссена			Тендипедида			Низшие рачки				Растительность встречаемость (%)		
			встречаемость (%)	количество		встречаемость (%)	количество		встречаемость (%)	количество			встречаемость (%)		
				мини-мум	среднее		максимум	мини-мум		среднее	максимум	мини-мум		среднее	максимум
Лещ	14	265—305	92.5	40	494	2376	20	217	688	65.3	20	348	1180	21.6	
Густера	7	185—261	100	10	233	760	1	10	36	14.3	38	—	138	85.8	
Плотва	4	225—236	100	60	317	704	8	—	29	0	—	—	—	100	
Язь	2	226—245	Есть.	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	Есть.	
Красноперка . .	2	196—205	—	—	—	15	—	—	5	0	—	—	—	»	

П р и м е ч а н и е. В таблице показано количество экземпляров дрейссены, так как данные о восстановленном весе ее в литературе отсутствуют.

Т а б л и ц а 2

Состав пищи молодого сазана из Сусканского залива (июль 1961 г.—январь 1962 г.)

Дата	Количество рыб в пробе	Длина рыб (мм)	Степень наполнения кишечника (%)	Дрейссена			Тендипедида			Нашие рачки			Растительность	встречаемость (%)	
				встречаемость (%)	количество		встречаемость (%)	количество		встречаемость (%)	количество				
					мини-мум	среднее		максимум	мини-мум		среднее	максимум	мини-мум	среднее	максимум
15 VII	17	53—69	57.1	41.1	25	86	124	30.0	4	11	22	82.3	7	17.6	
24 VII	15	84—108	94	100	15	49	116	90.0	4	18	30	60.0	149	60.0	
19 IX	14	83—145	10.5	6.6	17	—	—	6.6	1	—	—	100	10	7.0	
29 IX	10	61—90	23	0	—	—	—	60.0	1	50	117	10.0	29	Есть.	
24 XI	11	83—151	3.2	0	—	—	—	0	—	—	—	36.3	53	0	
27	7	140—158	0	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	0	

того моллюска, который был не больше его ротового отверстия. Если ему не удавалось разрушить дрейссену глоточными зубами, то он ее выбрасывал и начинал подыскивать другую. Крупную дрейссену сазаны проглатывали за 1—2 мин., а мелкую — за несколько секунд. В опытах найдена максимальная длина дрейсены, которую может съесть сазан определенного размера (в мм):

Длина сазана	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Длина дрейсены	5.0	5.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.0	8.0	8.5	8.5	8.5	8.5

Таким образом, неодинаковое количество дрейсены в питании молодых сазанов в различные месяцы связано с тем, что в начале лета дрейссена была доступна сазанам, так как она имела небольшие размеры и не успела еще образовать друзы. К осени большая часть дрейссен погибла в связи с обсыханием, дрейсены же, оставшиеся живыми, достигали длины, при которой стали недоступны для поедания молодью сазана, к тому же они образовали мощные скопления.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о л д и н а И. К. 1960. Питание густеры волжских водохранилищ. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 3 (6).
 Е г е р е в а И. В. 1960. Материалы по питанию леща, стерляди, густеры и судака в Куйбышевском водохранилище. Тр. Тат. отд. Гос. н.-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., в. 9.
 Ж и т е н е в а Т. С. 1958. О питании леща в Рыбинском водохранилище. Тр. Биол. ст. «Борок», вып. 3.
 К о н д р а т ь е в Т. М. 1958. Массовое появление дрейсены в Угличском и Рыбинском водохранилищах. Рыбн. хозяйство, № 7.

Куйбышевская станция
 Института биологии внутренних вод
 АН СССР

Д. А. ПАНОВ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИЩИ ЛИЧИНКАМИ ЛЕЩА

Выклев личинок леща и переход их на активное питание в разные годы происходит при различной температуре воды. Температура воды, как известно, влияет на интенсивность обмена веществ, а это в свою очередь должно отражаться на пищевых потребностях личинок и на их активности к поиску и потреблению пищи.

Изучение влияния температуры на величину потребления пищи личинками леща нами производилось путем непосредственных наблюдений в Рыбинском водохранилище (1959, 1961 гг.) и экспериментально.

Нерест леща в 1959 г. был очень растянутым, поэтому начало питания личинок, выклюнувшихся из икры, отложенной в начале и в конце нереста, происходило при различной температуре воды. Личинки, выклюнувшиеся в середине мая, начали питаться при 8—9°, а личинки, появившиеся в середине июня, — при 15—16°. Разница в показателях потребления пищи этих двух партий личинок была очень большая. Средний индекс

наполнения кишечника личинок на этапах C_1 и C_2 (Еремеева, 1960) в мае составил 7.2‰ ; 50% особей не питалось. В июне индексы достигли 82‰ , пустых кишечника не было.¹ Численность зоопланктона в мае и июне была примерно одинаковая (около 100 экз./л), но биомасса отличалась: в мае она составляла 1.8 мг/л, в июне — лишь 0.4 мг/л. Следовательно, произошло изменение состава зоопланктона в сторону увеличения содержания мелких форм. Это несомненно благоприятно отразилось на обеспеченности пищей личинок позднего выклева, так как на ранних этапах развития они потребляют главным образом мелкие организмы.

В 1961 г. личинки леща начали питаться при температуре $11-12^\circ$. Несмотря на довольно высокую численность зоопланктона (300—400 экз./л), индексы наполнения кишечника личинок на этапе C_1 в этом году были сравнительно невысокими — 21‰ .

Потребление пищи личинками леща при различной температуре воды

Этапы развития личинок	Длина (мм)	Вес (мг)	Температура воды в аквариумах	Индексы наполнения кишечника (‰)	Процент пустых кишечника
C_1	7.0	2.0	8°	10.4	50
			12	13.3	40
			16	42.0	0
			20	74.0	0
D_2	9.2	8.9	8	106.0	0
			12	130.0	0
			16	192.0	0
			20	208.0	0

Приведенные данные свидетельствуют о том, что между показателями потребления пищи личинками и температурой воды существует четкая зависимость: при $15-16^\circ$ (июнь 1959 г.) потребление пищи составило 82‰ , при $11-12^\circ$ (1961 г.) — 21‰ , при $8-9^\circ$ (май 1959 г.) — 7.2‰ .

Эта зависимость не нарушается даже различиями в кормности водоема по годам. Так, самый благоприятный по кормности 1961 г. по показателям потребления пищи оказался средним вследствие того, что температурный режим в этом году был недостаточно благоприятен.

В естественных условиях, однако, трудно определить долю влияния температуры и кормности на потребление пищи личинками. Поэтому мы поставили в лаборатории опыты для выяснения влияния температуры при одинаковых условиях питания.

Таких опытов было два: с личинками леща на этапах развития C_1 и D_2 . Личинки были получены из искусственно оплодотворенной икры. Перед опытом они содержались в аквариумах при температуре $16-17^\circ$. Оба опыта проведены по единой методике. В четыре литровых аквариума с профильтрованной водой сажалось по 10 личинок, предварительно выдержанных без пищи в течение 1.5—2 суток. Для получения в аквариумах различных температур производилось охлаждение воды следующим образом. Аквариумы с личинками помещались в двухлитровые сосуды с водой, куда постепенно добавлялся мелкораздробленный лед. Через 6 часов в аквариумах устанавливались (и поддерживались во время опытов) температуры воды 8.12 и 16° . Один из аквариумов не подвергался охлаждению, и температура воды в нем оставалась равной 20° . Параллельно с личинками производилось также постепенное (во избежание температурного шока) охлаждение зоопланктона, предназначенного для кормления личинок. Корм личинкам был задан из расчета 1000 экз./л.

¹ Индексы вычислены по тем личинкам, в кишечниках которых обнаружена пища.

По истечении 2 часов личинки были выловлены и зафиксированы. Результаты просмотра содержимого их кишечника под микроскопом приведены в таблице.

Таким образом, наиболее чувствительными к понижению температуры воды оказались личинки на ранних этапах развития. Показатели потребления пищи личинками на этапе C_1 при температуре воды 8° были примерно в 7 раз ниже, чем при 20° , а на этапе D_2 — лишь в 2 раза. Одновозрастные личинки также не все одинаково реагируют на низкую температуру. Например, при 8° способность к потреблению пищи сохранилась лишь у 50% личинок, а остальные не питались, несмотря на обилие доступного корма. В связи с этим следует отметить, что и в водохранилище в мае 1959 г. при температуре $8-9^\circ$ питалось также лишь 50% личинок. По-видимому, и в природе, и в экспериментальных условиях у части личинок имело место исчезновение рефлекса заглатывания пищи. Подобное явление отмечено В. А. Пегелем (1959) для сибирского ельца и карася. Нормальный акт питания сибирского ельца происходит при температуре от 7 до 25° , карася — от 8 до 28° . При температуре ниже $7-8^\circ$ рефлекс заглатывания пищи у этих рыб исчезает.

Результаты опытов позволяют более правильно подойти к оценке данных по потреблению пищи личинками в природных условиях. Например, очень низкое потребление пищи в водохранилище в мае 1959 г. (7.2‰ при 50% пустых кишечника) не означает, что обеспеченность пищей здесь была очень низкой, так как в условиях опытов при оптимальной концентрации корма (1000 экз./л), но при низкой температуре (8°) потребление корма также составляло лишь 10.2‰ при 50% непитавшихся личинок. Следовательно, низкие показатели потребления пищи личинками в нашем случае объясняются не только и даже не столько недостатком корма, сколько слабой активностью личинок при низкой температуре воды.

Таким образом, в отдельные годы на потребление пищи личинками леща (особенно на ранних этапах развития) температурный фактор оказывает более сильное влияние, чем обеспеченность пищей.

ЛИТЕРАТУРА

- Е р е м е е в а Е. Ф. 1960. Этапы развития леща Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. морфол. животных АН СССР, в. 28.
П е г е л ь В. А. 1959. О приспособительном механизме реакции рыбы на температурный фактор. Тр. Всес. совещ. по биол. осн. рыбн. хоз., Томск. гос. унив.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

С. Н. ЗАРЕЧНАЯ

ЖЕЛЕЗЫ ЛИЧИНОК РУЧЕЙНИКОВ

Сообщение I

Железистый аппарат личинок ручейников достаточно сложен. В голове располагаются: 1) мандибулярные железы с предполагаемой функцией слюнных, имеющиеся, однако, не у всех ручейников; 2) максиллярные, также предположительно слюнные — эти железы довольно редки среди насекомых, но у личинок ручейников встречаются постоянно и часто бывают развиты сильнее мандибулярных; 3) лабиальные железы, функ-

ционирующие в качестве прядильных; 4) дорсальные железы головы, описанные Глазгоу (Glasgow, 1936) у *Hydropsyche colonica*, — это небольшие двулостные железы, лежащие над головным мозгом и открывающиеся на дорсальной поверхности головы; они выделяют вязкую, растворяющуюся в горячей воде слизь.

В грудных сегментах с вентральной стороны располагаются Джильсоновы железы, функция которых неясна. Они присутствуют или на всех трех сегментах и в этом случае являются парными, с общим для каждой пары выводным протоком, или только на первом сегменте груди и тогда представляют собой непарную трубковидную железу. Выводной проток проторакальной Джильсоновой железы открывается на вершине длинного роговидного выступа простернума. Проток мезо- и метаторакальных желез

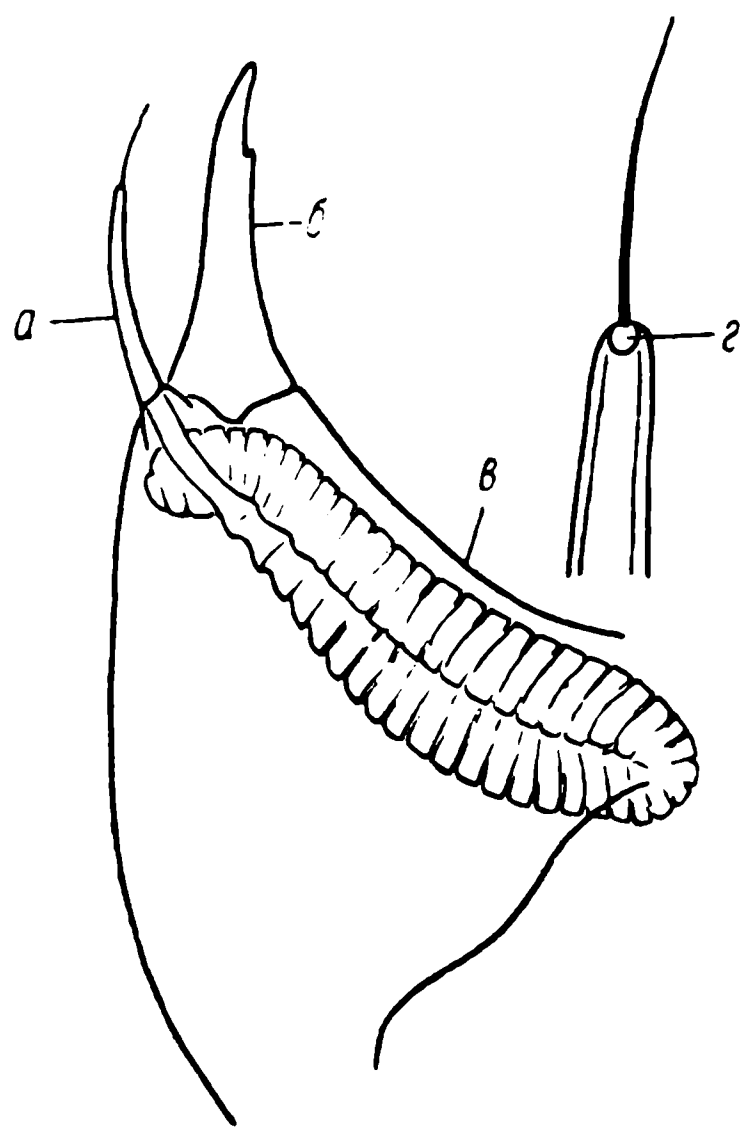


Рис. 1. Антеннальная железа личинки *Oecetis furva*.

a — антенна; б — мандибула;
в — горловой шов; г — выводное отверстие.

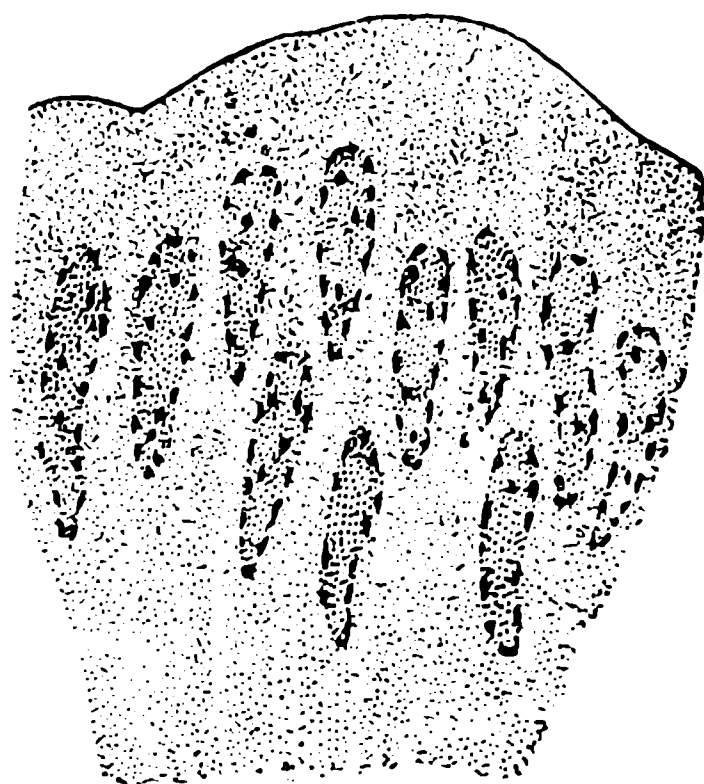


Рис. 2. Участок поперечного среза антеннальной железы *Oecetis furva*.

открывается простой порой. Парная сложная трубковидная железа, построенная по типу Джильсоновых, описана А. В. Мартыновым (1901) для *Phryganea varia* Fabr. и *Limnophilus* sp. Она располагается с вентральной стороны последнего абдоминального сегмента и, в отличие от настоящих Джильсоновых желез, открывается каждая самостоятельным протоком. В груди и в брюшке сегментально располагаются одноклеточные кожные и трахейные железы. Наконец, у ручейников описаны также ножные или тибнальные железы, которые могут присутствовать во всех трех парах ног или только в последней паре.

Мы обнаружили у личинок *Oecetis furva* Ramb. и *Silo pallipes* Fabr. некоторые железы, до настоящего времени не описанные.

А н т е н н а л ь н ы е ж е л е з ы *O e c e t i s f u r v a* R a m b. Крупные, парные железы (рис. 1), секреторный отдел которых располагается близ вентральной стенки головы. Их слепые концы находятся у основания соответствующих мандибул. Железа проходит вдоль горловых швов вплоть до гулярного склерита, где делает петлю и, возвращаясь, оканчивается протоком, входящим в полость антенны и открывающимся наружу порой, расположенной близ самой вершины антенны (рис. 1, г). Изредка встречаются личинки, антеннальные железы которых имеют меньшие размеры. В этом случае петля их не достигает гулярного склерита, но слепой конец постоянно располагается у дорсального сочленения мандибулы.

Антеннальная железа представляет собой петлеобразно изогнутую трубку, стенки которой собраны в глубокие поперечные складки. Ее диаметр значительно изменяется на протяжении от слепого конца к выводному протоку, при переходе в который железистая часть значительно суживается. Ширина просвета железы резко меняется на протяжении всего секреторного отдела, благодаря глубоким перетяжкам.

Железистый эпителий многорядный, призматический (рис. 2). Ядра клеток мелкие, овальные или веретеновидные, богатые хроматином, с несколькими ядрышками. Плазма мелкозернистая, в базальной части клеток более плотная, в апикальной зернистость выражена слабее. Скоплений секрета в железистых клетках обнаружить не удалось. Участие ядра в секреторной деятельности клеток наблюдать также не удалось. По-видимому, секреция происходит без каких-либо заметных изменений в клетках.

Антеннальные железы *Silo pallipes* Fabr. Эти железы несколько меньше соответствующих желез *Oecetis furva*, но, как и у последних, трубчатой формы (рис. 3, а, б). Их секреторный отдел располагается по сторонам клипео-фронтального склерита на участке, ограниченном основанием антенны, фронтальным швом и глазом, который у личинок *Silo pallipes* значительно отнесен назад. Слепой конец железы располагается близ глаза. Отсюда железа направляется к фронтальному шву, делает петлю, возвращается к глазу и вновь делает петлю. Третье колено железы достигает основания антенны и, изгибаясь еще раз в плоскости, перпендикулярной поверхности головы, оканчивается коротким протоком, входящим в полость антенны (рис. 3, в). Выводной проток открывается наружу порой, расположенной на вершине антенны (рис. 3, г).

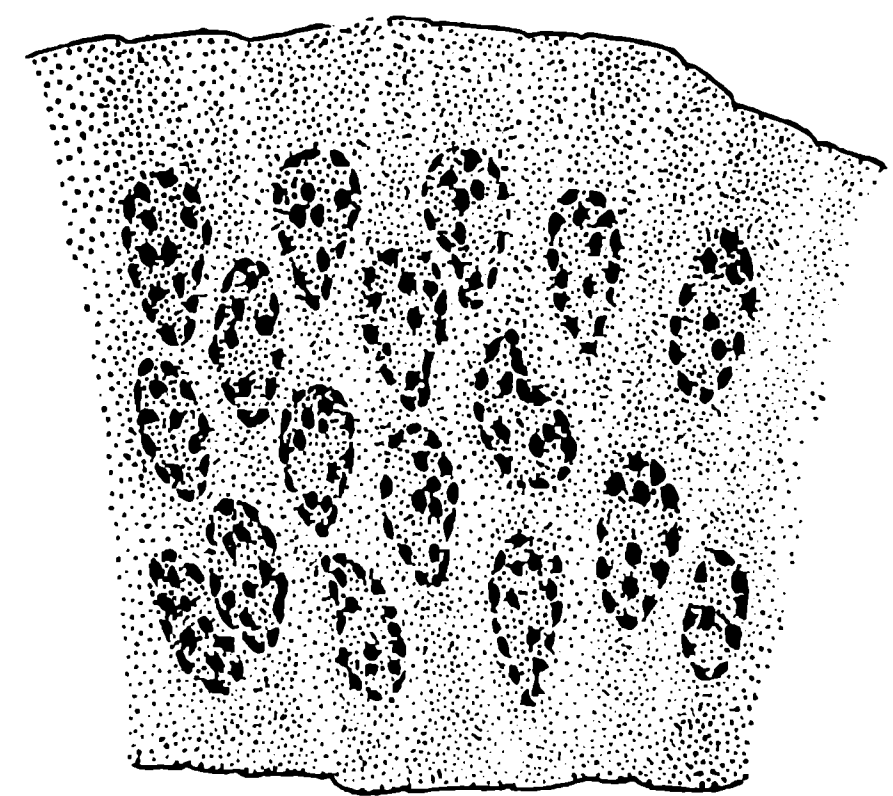


Рис. 4. Участок поперечного среза антеннальной железы *Silo pallipes*.

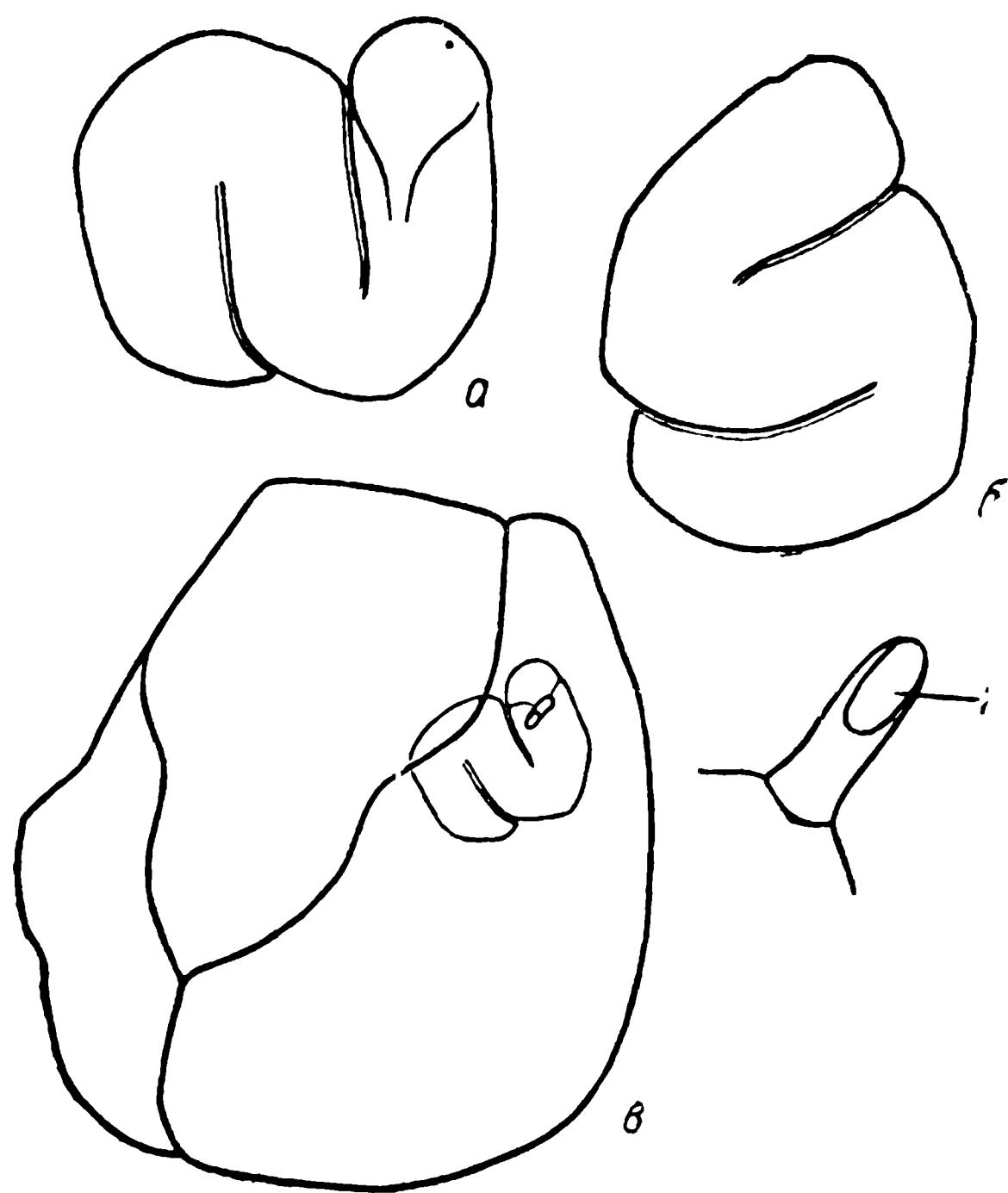


Рис. 3. Антеннальная железа личинки *Silo pallipes*.

а — вентрально; б — дорсально; в — положение антеннальной железы в голове личинки; г — выводное отверстие.

Таким образом, антеннальная железа *Silo pallipes*, как и описанная выше железа *Oecetis furva*, представляет собой петлеобразно изогнутую трубку, но без поперечных перетяжек. Диаметр железы на всем протяжении секреторного отдела остается постоянным и только близ основания антенны, при переходе железистой части в выводной проток, резко суживается. Ширина просвета железы постоянна на всем протяжении секреторного отдела.

Железистый эпителий многорядный, призматический (рис. 4). Ядра клеток овальные или яйцевидные, богатые хроматином, с несколькими ядрышками различной величины. Плазма мелкозернистая, плотная.

Антенны насекомых несут несколько функций, из которых основные — обонятельная и осязательная, поэтому они снабжены большим количеством соответствующих сенсилл. Роль железистых образований, связанных с этими органами, неясна.

Железы максиллярных щупиков *Oecetis furva* Ramb. Последний членик максиллярного щупика личинки *O. furva*

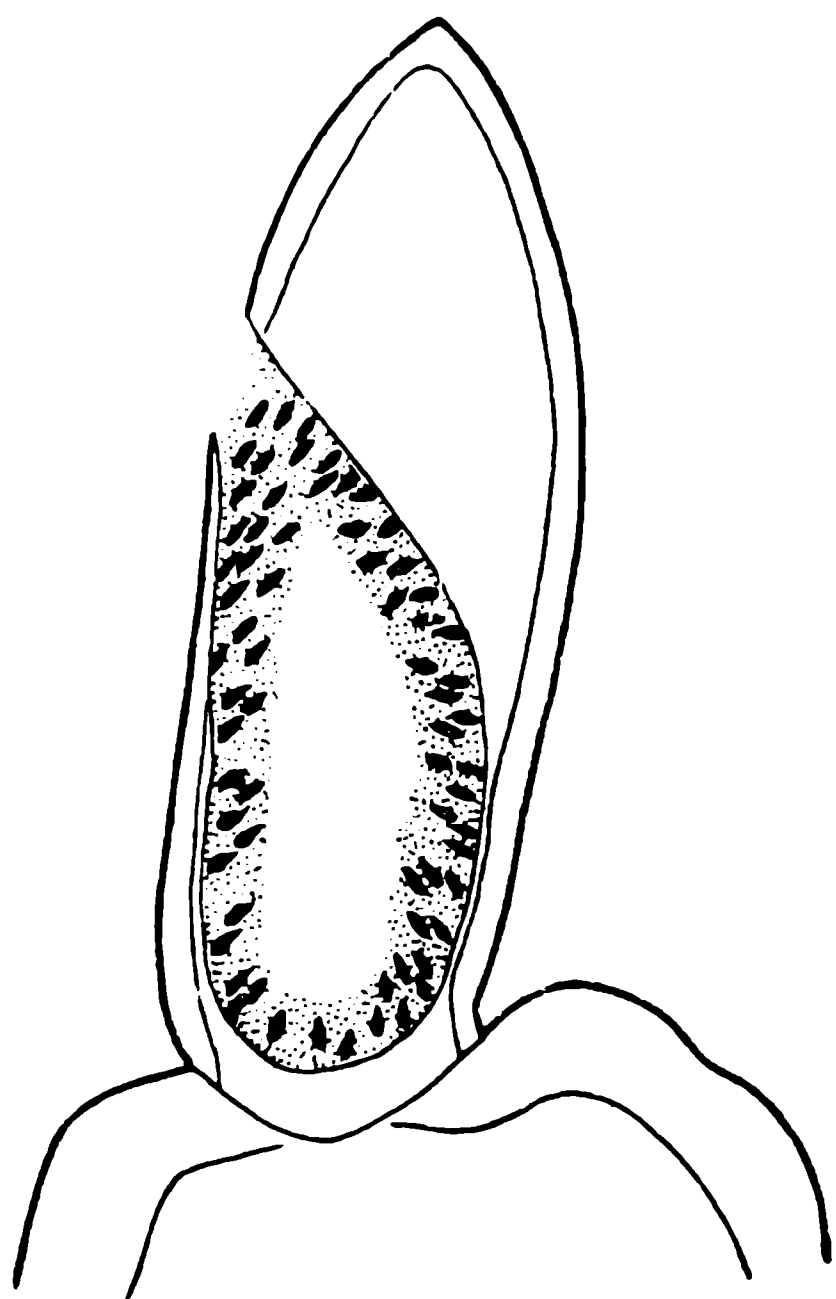


Рис. 5. Продольный разрез железы максиллярного щупика личинки *Oecetis furva*.

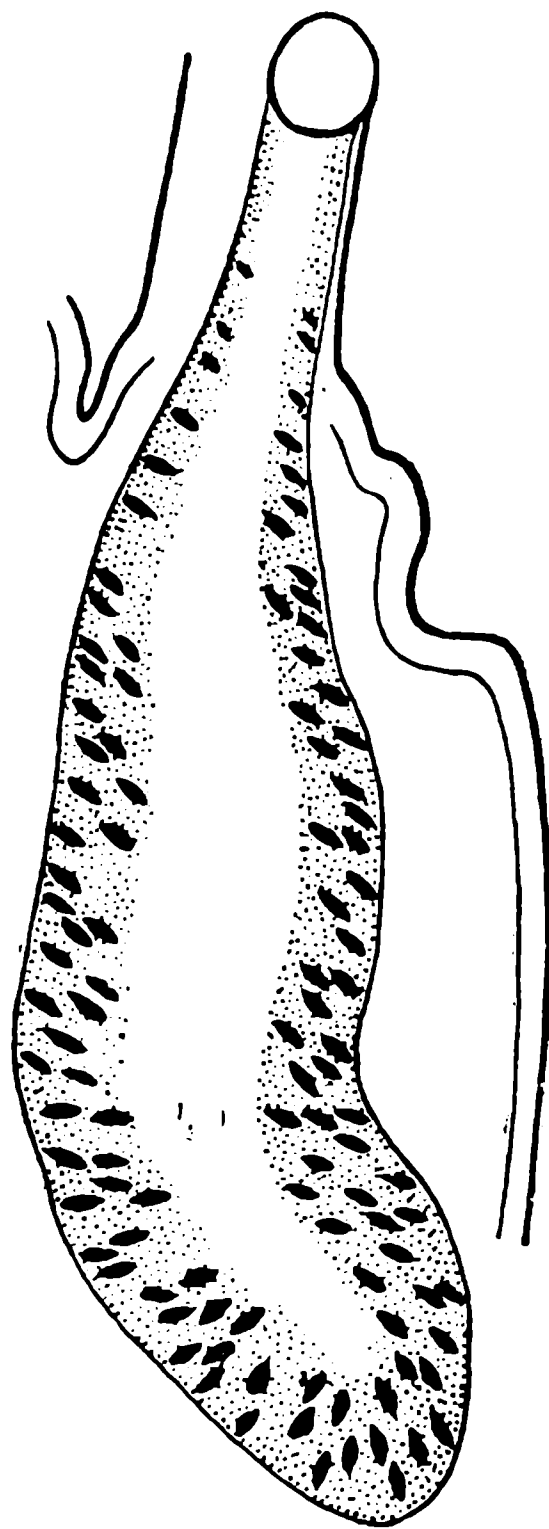


Рис. 6. Продольный разрез железы лабиального щупика личинки *Oecetis furva*.

заключает небольшую, просто устроенную альвеолярную железу (рис. 5). Она не дифференцирована на секреторный отдел и выводной проток. Последний отсутствует, так что секреторная часть доходит до выводного отверстия, имеющего вид поры, расположенной в верхней трети членика. Полость железы довольно обширна. Железистый эпителий многослойный, призматический, подстиается очень тонкой базальной мембраной.

Железы лабиальных щупиков *Oecetis furva* Ramb. На лабиальных щупиках личинки открывается также просто устроенная трубчато-альвеолярная железа (рис. 6). Она значительно превышает размеры щупика, поэтому в полости последнего расположен лишь ее дистальный отдел, который мы условно называем выводным протоком. Его отверстие открывается наружу порой, расположенной в средней части первого членика щупика. Секреторный отдел помещается в нижней губе. Он выстлан многорядным призматическим эпителием. Ядра клеток мелкие, овальные, богатые хроматином. В дистальном отделе железы эпителий однорядный, ядра его клеток имеют относительно меньшие размеры.

Следует обратить внимание на то, что антеннальная и пальпальные железы личинки *Oecetis furva* выстланы эпителием одного типа. На основании этого можно предположить, что они несут сходные функции.

ЛИТЕРАТУРА

- (Мартынов А. В.) Martynow A. W. 1901. Über einige eigenthümliche Drüsen bei den Trichopterenlarven. Zool. Anz., Bd. XXIV.
 Dethier V. G. 1955. The Physiology and hystology of the contact Chemoreceptors of the Blowfly. Quart. Rew. Biol., 30.
 Gilson G. 1896. On segmentally disposed thoracic glands in the larvae of the Trichoptera. Journ. Linn. Soc., t. XXV.
 Glasgow J. 1936. Internal anatomy of a caddis (*Hydropsyche colonica*). Quart. Journ. micr. Sci., v. 79.
 Sattler W. 1958. Beiträge zur Kenntniss von Lebensweise und Körperbau der Larve und Puppe von *Hydropsyche* Pict. mit besonderer berücksichtigung des Netzbaues. Zeitschr. Morph. u. Ökol. Tiere., Bd. 47.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

В. А. ГРИГОРАШ, Т. Н. ЛЯГИНА и В. Д. СПАНОВСКАЯ

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ФАУНЫ РЫБ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изменение речной ихтиофауны в водохранилищах в значительной степени определяется тем, как складываются условия воспроизводства местных и вселенных в водоем рыб.

В данной статье приводятся материалы о нересте туводных рыб в Можайском водохранилище в первые два года его существования.

Можайское водохранилище было образовано в 1960 г. подпором от плотины, построенной на р. Москве. Особенности гидрологического режима вновь созданного водоема и изменения в его ихтиофауне по сравнению с р. Москвой приведены в статье Б. Б. Богословского и др. (1961).

В 1960 г. весенним паводком были залиты обширные мелководья, в результате чего сильно расширились площади, пригодные для нереста рыб. Благоприятный кислородный и термический режимы на нерестилищах, наличие богато развитого зоопланктона обеспечили условия для развития икры и роста молоди большинства лимнофильных рыб — окуня, плотвы, щуки, густеры. Численность молоди налима в условиях водохранилища сравнительно с таковой в реке также возросла. Появление многочисленных поколений должно отразиться в будущем на соотношении численности видов, населяющих водохранилище.

Особенно благоприятно складывались условия воспроизводства плотвы. До создания водохранилища в реке плотва была наиболее многочисленным видом среди рыб лимнофильного комплекса. Нерест ее в 1960 г. прошел успешно. Условия откорма нерестовой популяции летом 1960 г. были исключительно благоприятны. Поэтому плодовитость особей всех возрастных групп в 1961 г. увеличилась (табл. 1).

На нерестилищах в 1961 г. рыбы были крупнее (рис. 1), но средний возраст их стал меньше (рис. 2). Омоложение нерестовой популяции объяс-

Т а б л и ц а 1

Изменение плодовитости особей нерестовой популяции плотвы Можайского водохранилища (в тысячах икринок)

Год исследования	Возраст								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1960	—	—	2.5	7.3	15.7	18.9	22.8	30.2	38.1
1961	7.9	22.5	28.0	33.0	40.3	45.4	91.9	55.3	88.5

няется прежде всего тем, что и самцы, и самки достигли половой зрелости в более раннем возрасте. В речных условиях лишь отдельные самцы достигали половой зрелости на 4-м году жизни. В водохранилище все самцы в возрасте 3 лет оказались половозрелыми, а основная масса самок созрела в возрасте 4 лет. Средний возраст половозрелых самок в 1960 г. был 7.7, самцов — 7.0 лет, а в 1961 г. — соответственно 6.7 и 5.2 года.

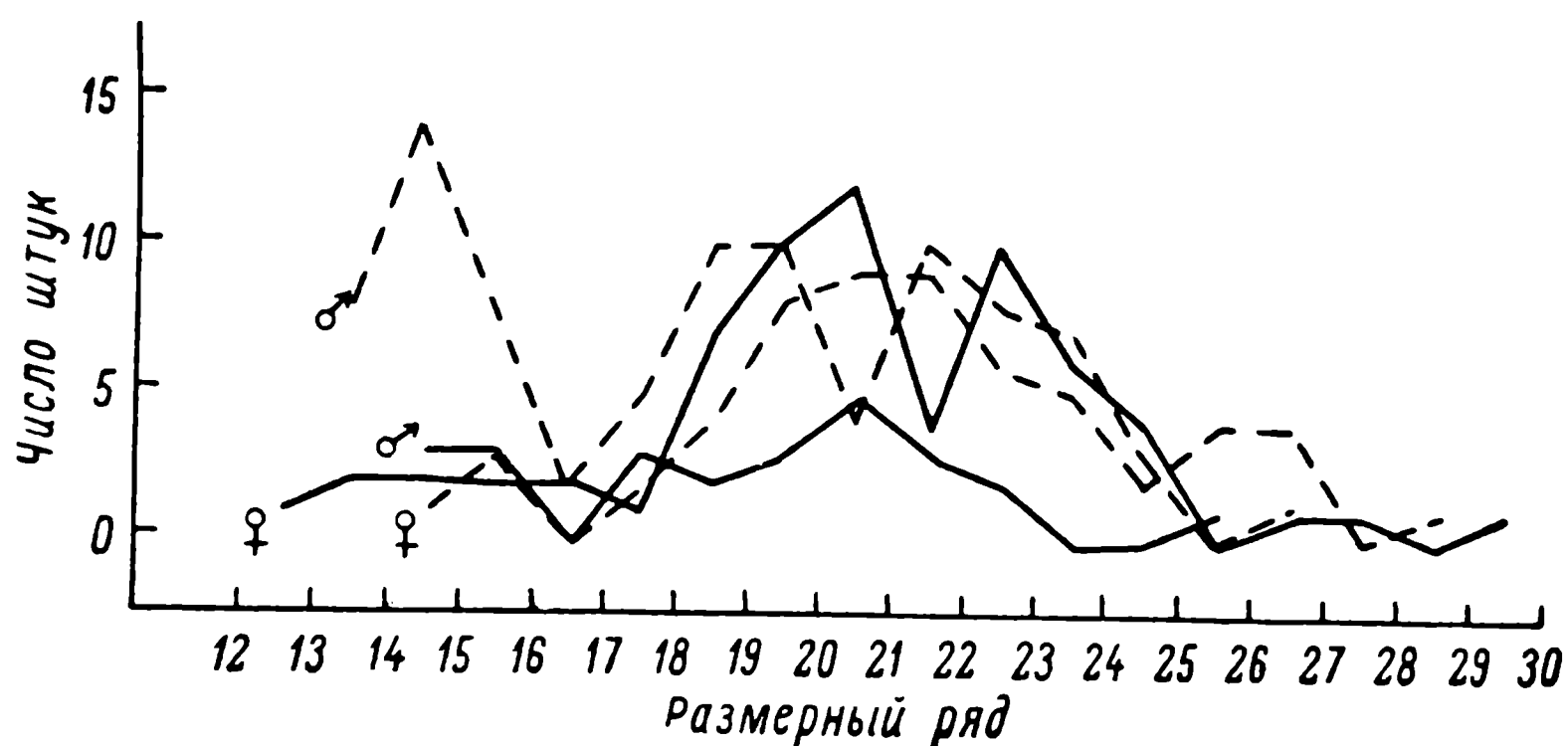


Рис. 1. Размерный состав плотвы в нерестовом стаде.

Сплошная линия — 1960 г.; прерывистая — 1961 г.

В связи с более ранним созреванием самцов изменился половой состав плотвы на нерестилищах. В 1960 г. в уловах преобладали самки (72.5%). В 1961 г. количество самок снизилось до 41%.

Следовательно, в первый год существования водохранилища благодаря большей обеспеченности пищей наблюдается изменение биологических показателей нерестовой популяции, согласно закономерностям, вскрытым Г. В. Никольским (1953), а именно, увеличиваются скорость роста, жирность, половая зрелость наступает в более раннем возрасте, сокращается возрастной ряд впервые созревающих особей, увеличивается плодовитость одновозрастных рыб.

Но численность того или иного поколения зависит не только от биологических особенностей производителей, но и от того, как складываются условия для развития икры, жизни личинок и молоди.

В 1961 г. нерест плотвы начался раньше, чем в предыдущий год. 27 апреля нерест был отмечен в мелководных, глубоко вдающихся в берег заливах (залив Березовой роци). Внезапное резкое похолодание, наступившее после 28 апреля (в ночь на 29 и 30 апреля наблюдались заморозки на почве), сопровождалось понижением температуры воды (рис. 3). Нормальный ход нереста плотвы нарушился.

Ход нереста плотвы в 1960—1961 гг.

Т а б л и ц а 2

1960 г.					1961 г.				
дата	стадии зрелости			всего (экз.)	дата	стадии зрелости			всего (экз.)
	IV	V	VI			IV	V	VI	

С а м к и

8—9 мая	90	—	10	10	27—28 апреля	100	—	—	39
11 мая	—	18	82	28	1 мая	67	—	36	6
13 мая	—	14	86	7	4—5 мая	52	15	33	8
22 мая	—	—	100	3	9 мая	60	—	40	3

С а м ц ы

8—9 мая	75	25	—	4	27—28 апреля	29	71	—	73
11 мая	—	100	—	3	1 мая	100	—	—	5
13 мая	—	40	60	5	4—5 мая	—	97	3	11
22 мая	—	—	100	1	9 мая	—	100	—	2

Из табл. 2 видно, что нерест плотвы в 1961 г. был растянут. Если в 1960 г. он проходил в течение 5—6 дней, то в 1961 г. на 9-й день после начала нереста около половины самок еще имели гонады в IV стадии зрелости. Кроме того, наблюдалась асинхронность созревания гонад самцов и самок. В то время когда основная масса самцов имела текущие половые продукты, икра самок еще не была готова к оплодотворению.

Обследуя заливы (Балочный, Затопленный лес) в июне 1961 г., мы отметили, что молодь рыб, столь многочисленная в этих местах летом прошлого года, в этом году отсутствовала. Мы обнаружили молодь только

близ залива Березовая роща, где, по нашим наблюдениям, нерест плотвы прошел до похолодания. Условия жизни молоди в 1961 г. были не столь благоприятны, и, несмотря на ранний нерест, развитие шло медленнее. 12—13 июня 1960 г. личинки плотвы были преимущественно на этапе E₁ (85.8%), а в это же время в 1961 г. они находились на более ранних этапах D₁ и D₂ (83%) и имели соответственно меньшие размеры и вес.

Аналогичная картина наблюдалась и для других рыб. Нерест щуки и окуня в 1960 г. нами прослежен не был, так как исходное стадо этих рыб в районе Красновидово (где проводились стационарные наблюдения) было малочисленным. Но, судя по уловам молоди, он прошел успешно.

Нерест щуки в 1961 г. по сравнению с прошлым годом несколько задержался. С 27 апреля по 6 мая было поймано лишь 18 половозрелых особей (5 из них были выпущены обратно в водоем) длиной от 41.5 до 54.0 см, в возрасте от 2 до 7 лет.

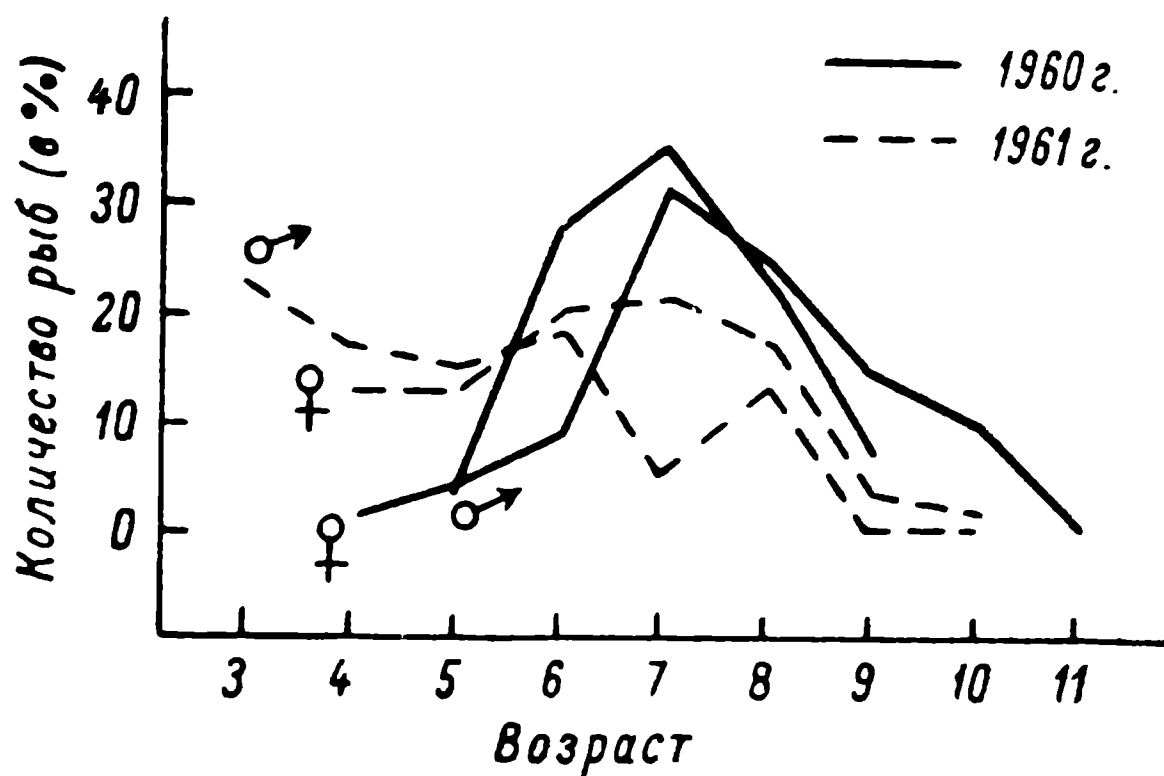


Рис. 2. Возрастной состав стада плотвы на нерестилищах в 1960 и 1961 гг.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Переход овоцитов и сперматозоидов из IV стадии в V проходил у щуки так же асинхронно, как и у плотвы. 28 апреля все пойманные самцы щуки были в VI стадии зрелости. Гонады некоторых самок, пойманных 3 мая, были в IV стадии, 5 мая еще встречались текущие особи. Плодовитость, определенная у пятилетней особи длиной 40.5 см, равнялась 27.7 тыс. икринок.

Все это позволило предположить, что поколение щуки 1961 г. не будет многочисленным. Численность щуки в водохранилище в ближайшие годы будет определяться главным образом тем, как сложатся условия жизни и нереста урожайного поколения 1960 г. Сеголетки щуки этого поколения хорошо росли. Летом 1961 г. они имели длину 20—30 см и явились предметом активного спортивного лова. Если в настоящее время не огра-

ничить любительский лов, то ко времени первого нереста (щука достигает половой зрелости на 3—5-м году жизни) численность этого поколения резко уменьшится. Снижение численности щуки окажет благоприятное влияние на первое поколение окуня, который хорошо растет и развивается. Снижение пресса щуки приведет к быстрому заселению водоема окунем.

Весной 1960 г. окунь успешно отнерестился, а летом интенсивно откармливался

за счет молодн рыб. Темп роста его сильно увеличился. В 1960 г. самки окуня в возрасте 4—5 лет имели длину 26.5—19.2 см, а в 1961 г. соответственно 22.5—29.3 см. Плодовитость окуня возросла с 16 тыс. (12.9—20.0 тыс.) в 1960 г. до 50 тыс. (32.1—69.9 тыс.) икринок в 1961 г. Нерест окуня проходил одновременно с нерестом плотвы 27 апреля—5 мая. В это время в уловах встречались самцы в V стадии зрелости, а самки находились еще в IV стадии. 12—13 июня 1961 г. было поймано 5 самцов окуня. Три из них имели коэффициент зрелости 0.25—0.7 (II стадия). Два других имели коэффициент зрелости 1.7—2.0 и внешне были близки к состоянию течучести. Это подтверждает предположение о том, что нормальный ход нереста окуня был нарушен.

Таким образом, весной 1960 г. в Можайском водохранилище нерест плотвы, окуня, щуки прошел успешно. Поколения рыб этих видов многочисленны.

В связи с высокой обеспеченностью пищей весной и летом 1960 г. у плотвы, окуня и щуки темп роста увеличился. Возросла плодовитость плотвы и окуня.

Весной 1961 г. наблюдалось резкое похолодание, нарушившее нормальный ход нереста. Созревание самцов и самок происходило асинхронно. Нерест прошел плохо, поколения этих рыб 1961 г. будут, очевидно, малочисленными.

Численность первого урожайного поколения щуки уже значительно сократилась из-за интенсивного любительского лова летом и осенью 1961 г. Необходимо запретить отлов щуки, так как снижение ее численности благоприятствует увеличению численности малоценных рыб.

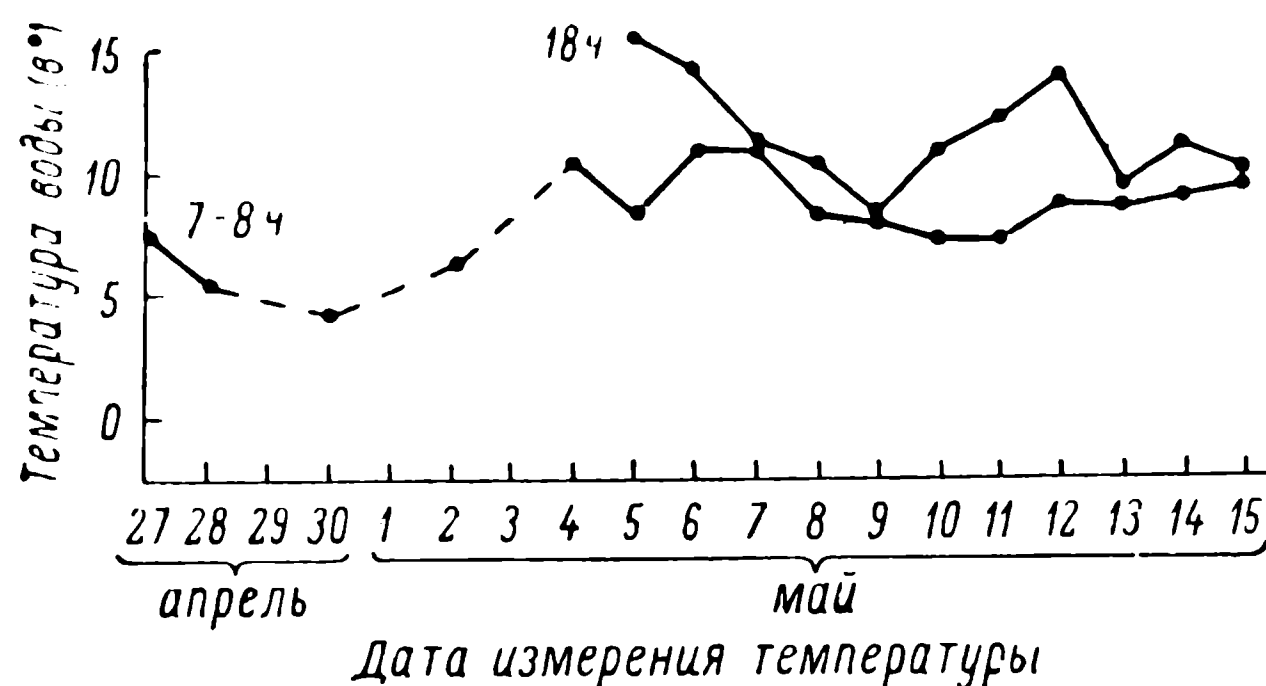


Рис. 3. Температура воды Можайского водохранилища (Балочный залив) в апреле—мае 1961 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Богословский Б. Б., В. А. Григораш, Т. Н. Лягина, В. Д. Спановская. 1961. О гидрологическом режиме и формировании ихтиофауны Можайского водохранилища (по данным 1960 г.). Вестн. Моск. унив., сер. V, География, № 3.
- Никольский Г. В. 1953. О теоретических основах работ по динамике численности рыб. Тр. Всес. конф. по вопр. рыбн. хоз.

Кафедра ихтиологии
Московского государственного
университета

Л. К. ИЛЬИНА

О СРОКАХ НЕРЕСТА РЫБ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Как известно, сроки нереста зависят от прогрева воды на мелководьях, что в свою очередь связано с метеорологическими особенностями весны. Различны и сроки нереста одного вида рыб, и время икрометания разных видов относительно друг друга.

В годы с затяжной весной, при постепенном прогреве воды, но без резких похолоданий, наблюдается определенная последовательность в подходах разных видов рыб на места икрометания. В Рыбинском водохранилище первой нерестует щука. Почти одновременно с ней — язь, потом окунь, плотва, синец, судак, лещ, чехонь, густера. За исключением щуки, икрометание которой обычно продолжается более 10 дней, нерест каждого отдельного вида может пройти дружно, в течение нескольких дней. В таком случае производители разных видов на нерестилищах одновременно почти не встречаются, или первые производители вида, нерестующего позднее, застают на мелководьях только отставших особей предшествующего вида. Но такой тип икрометания наблюдается редко (например, в 1952 г.).

Обычно же при затяжной продолжительной весне, связанной со значительными и частыми похолоданиями, растягивается и время икрометания, поэтому производители одного вида еще держатся на нерестилищах в то время, когда начинают подходить другие виды. Как правило, затяжная весна бывает и поздней (1954, 1955, 1956, 1960 гг.), но иногда (1953 г.) прогрев воды начинается рано, а вместе с ним и нерест первых видов щуки и язя, но затем наступает похолодание, и икрометание остальных видов задерживается.

В годы с дружной весной характер нереста меняется. Прогрев воды, а вместе с ним и подход производителей на мелководья, начинается рано (1951, 1957, 1959 гг.), хотя иногда дружно икрометание проходит и при поздней весне (1958 г.). В такие годы первой, как всегда, мечет икру щука, а остальные виды подходят на нерестилища почти одновременно. Икра разных видов откладывается на один и тот же субстрат, с чем связано появление гибридов. Икрометание всех видов продолжается обычно около двух недель, а каждого вида в отдельности — всего 2—3 дня.

За одиннадцать лет наблюдений наиболее ранний нерест щуки начался 13 апреля, а самый поздний 6 мая. Самый ранний срок окончания нереста 27 апреля, а наиболее поздний 19 мая. Как уже было сказано, не всегда рано начавшийся нерест и заканчивается рано, часто дружный нерест начи-

Сроки нереста рыб в Волжском плёсе Рыбинского водохранилища

Год	Щука	Язь	Плотва	Синец	Окунь	Судак	Лещ	Чехонь	Густера
1951	17 IV—2 V	25 IV—26 IV	5 V—9 V	29 IV—6 V	27 IV—29 IV	—	4—7 V—12 VI	—	12 VI—13 VI
1952	27 IV—13 V	1 V—13 V	10 V—20 V	11 V—16 V	4 V—13 V	—	19 V—1 VI	—	16 VI—17 VI
1953	17 IV—27 IV	18 IV—3 V	28 IV—12 V	26 IV—17 V	—10 V	27 IV—1 VI	15 V—18 V	31 V—7 VI	23 V—13 VI
1954	13 IV—19 V	17 IV—	10 V—24 V	18 V—31 V	7 V—18 V	8 V—27 V	19 V—29 V	24 V—17 VI	23 V—15 VI
1955	—12 V	—	13 V—21 V	11 V—20 V	—11 V	—19 V	17 V—26 V	1 VI—7 VI	5 VI—25 VI
1956	—	—	—29 V	—	—29 V	—28 V	28 V—9 VI	6 VI—	3 VI—12 VI
1957	—	—	5 V—10 V	4 V—9 V	—	—	4 V—13 V	—	1 VI—
1958	6 V—15 V	11 V	17 V—20 V	12 V—19 V	6 V—19 V	19 V—1 VI	19 V—5 VI	13 VI—21 VI	27 V—16 VI
1959	25 IV—10 V	28 IV	29 IV—12 V	29 IV—19 V	—12 V	29 IV—19 V	2—6 V—6 VI	—3 VI	6 VI—16 VI
1960	1 V—18 V	—	11 V—16 V	9 V—16 V	—9 V	—16 V	27 V—28 V	—	11 VI—16 VI
1961	27 IV—8 V	4 V	6 V—9 V	5 V—9 V	1 V—8 V	10 V—15 V	8 V—13 V	11 V—20 V	29 V—13 VI

нается позднее и заканчивается раньше, чем при затяжной весне, поэтому мы приводим отдельно сроки начала и конца икрометания. Материал по нересту за 11 лет сведен в таблице.

У плотвы ранний нерест начинался 28 апреля, а поздний 17 мая, соответственно окончание нереста наблюдалось 9 и 29 мая. У синца начало нереста в разные годы может быть от 26 апреля по 18 мая, а окончание 6—31 мая. У судака — начало с 27 апреля по 19 мая, окончание — с 15 мая по 1 июня. У леща начало нереста 2—28 мая, окончание — 6 мая—9 июня. Кроме того, в отдельные годы, когда основной нерест прошел рано, наблюдается второй подход леща в середине июня, но количество участвующих в нем особей невелико.

Нерест чехони и густеры происходит позднее других видов: в конце мая—начале июня, когда вода уже значительно прогрелась и ее температура в разные годы бывает почти одинаковая. Поэтому и сроки их нереста мало различаются по годам. Нерест густеры в Рыбинском водохранилище однократный, тогда как в некоторых водоемах, расположенных южнее, он бывает порционным.

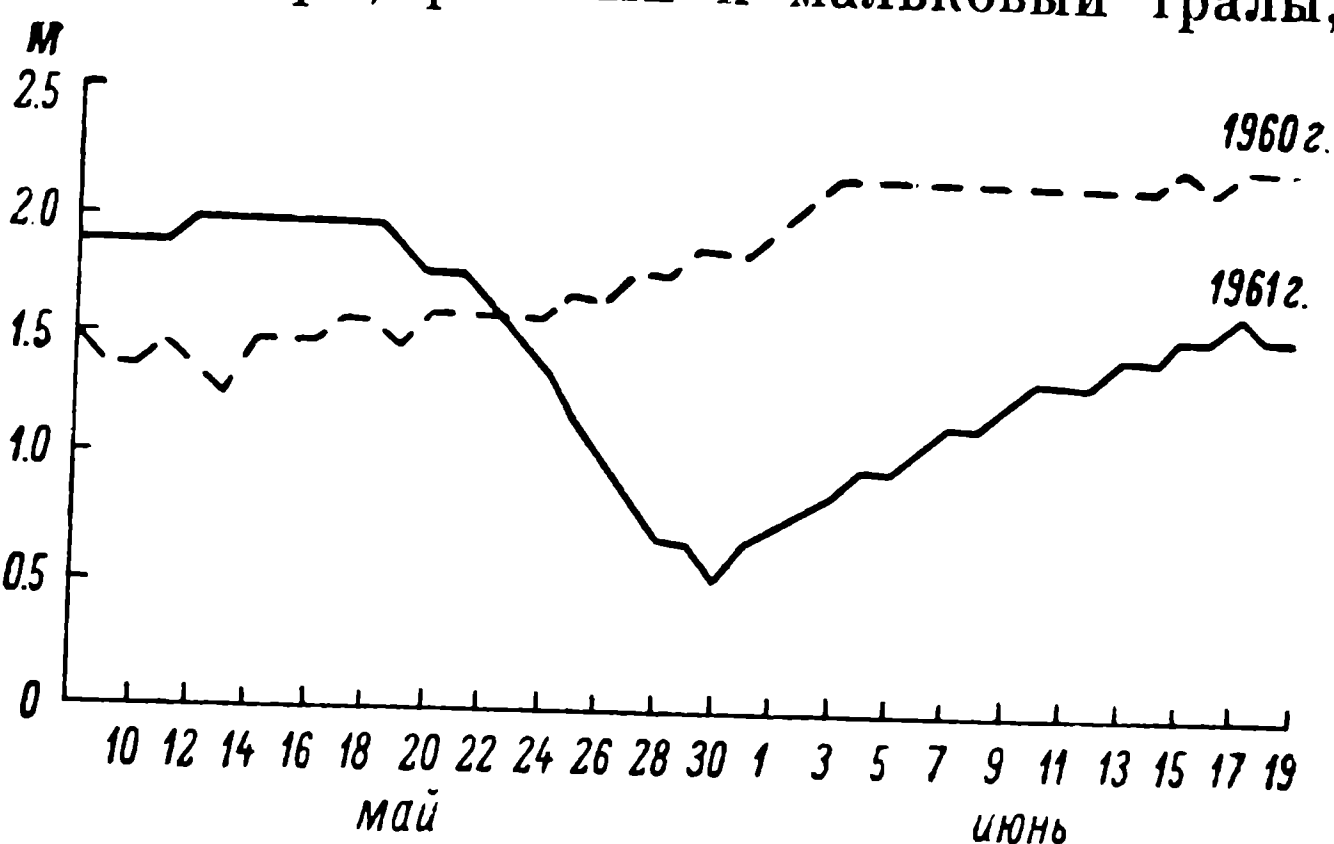
При проведении охранных мероприятий в весенний период необходимо ориентироваться на ценные виды рыб: леща, синца и судака. Если учесть крайние сроки начала и окончания нереста этих видов, то получится период с 26 апреля по 9 июня. В случае охраны нереста щуки срок должен быть сдвинут на 15 апреля. Если к этому добавить еще время подхода производителей на нерестилища перед икрометанием и время, нужное для развития икры, то сроки размножения ценных видов еще удлинятся. Устанавливать столь продолжительный запрет ежегодно нецелесообразно. Поэтому необходимо предоставить право бассейновым органам рыбоохраны устанавливать время начала запрета в зависимости от характера весны данного года.

В. М. ЧИКОВА

РАЗМНОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ В ЧЕРЕМШАНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1960 и 1961 гг.

Наблюдения над размножением рыб в Черемшанском заливе велись в 1960 г. с 3 мая по 10 июня на экспедиционном корабле, а в 1961 г. — с 13 мая по 10 июня на постоянном наблюдательском пункте в районе 3-го кесса.

Опытный лов рыбы проводился 50-метровым неводом, тралом и ставными сетями с ячейей: 14, 22, 24, 30, 36, 40, 50, 60 и 70 мм. Для лова личинок и мальков применялись сеть Кори, рамовый и мальковый тралы, а также волокуши из конгресс канвы и из килечной дели. Места нереста определялись по нахождению икры на субстрате и поимке производителей в V стадии зрелости. Сроки размножения устанавливались на основе ежедневного биологического анализа рыб из опытных неводных и сетных уловов и по наличию икры и личинок.



Динамика уровня воды во время нереста рыб (1960, 1961 гг.).

Условия размножения весенненерестующих рыб в отдельные годы резко отличались в первую очередь благодаря различному режиму наполнения водохранилища. Уровень воды в 1960 г. был высоким до 20 мая, резко снизился в последней декаде мая и вновь постепенно повысился в июне (см. рисунок). В разгар нереста рыб почти вся прибрежная зона быстро обнажилась. Весной 1961 г. уровень воды до 20 мая держался на более низких отметках, чем в 1960 г., но затем он равномерно повысился, и в начале июня оказался выше прошлогоднего в среднем на 1.2 м. Высокий уровень сохранялся весь июнь. Благодаря этому оказались затопленными большие площади луговой и кустарниковой растительности и создались хорошие условия для нереста фитофильных рыб.

Весна 1960 г. характеризовалась медленным прогревом и резкими колебаниями температуры воды. Так, 9—10 мая среднесуточная температура воды снизилась с 9.0 до 6.0°. Последовавшее затем повышение до 13.4° вновь сменилось резким охлаждением, в результате чего 23 мая температура воды снизилась до 7.0°. В 1961 г. прогрев проходил более равномерно и интенсивно. Температура воды в мае в среднем была на 5.0° выше, чем в предыдущем году.

Газовый режим в весенний период обоих лет был благоприятен. Даже в период интенсивного развития фитопланктона, вызывавшего «цветение» воды, содержание кислорода в предутренние часы не падало ниже 6.26 мг/л.

Во время полевых работ проводились наблюдения за размножением всех рыб. В настоящем предварительном сообщении рассматриваются условия икрометания щуки, леща, синца, сазана, судака и берша.

Щ у к а. В 1960 г. нерест щуки был очень растянут. По наблюдениям рыбаков, он начался 27 апреля. Нами первые самки с текучей икрой были пойманы 4 мая при температуре воды 6.3° . Закончился нерест в последней декаде мая при 13.5° . Растяннутость нереста щуки в Куйбышевском водохранилище наблюдалась и другими исследователями. Так, по данным С. С. Гайниева (1960), нерест щуки в районе г. Ульяновска продолжался в 1957 г. свыше месяца, с 4 мая по 8 июля, а в 1958 г. — с 9 мая по 10 июня; проходил нерест при температуре $5.5-16.0^{\circ}$.

В районе 3-го стройучастка щука нерестилась в небольших мелководных бухтах и заливах, захламленных остатками прошлогодней луговой растительности и ветками деревьев. Размеры половозрелых самок щуки колебались от 40.5 до 74.8 см, самцов — от 44.5 до 74.8 см. Основная часть производителей была в возрасте 3—5 лет. Из-за резких колебаний уровня воды в последней декаде мая нерест щуки в 1960 г. проходил в неблагоприятных условиях.

В 1961 г. в связи с ранней весной щука начала нереститься в последней декаде апреля, и в начале мая уже вылавливались отнерестившиеся особи.

Эффективность нереста щуки в оба года наблюдений была низкой. Это подтверждается отсутствием сеголетков ее в уловах молоди и наличием самок с дегенерированной икрой. Так, в 1960 г. дегенерированная икра встречалась у 13% самок, в 1961 г. — у 10%.

Л е щ. В 1960 г. массового подхода леща на нерест не наблюдалось. Нерест отдельных производителей проходил 17—23 мая при температуре воды $11.9-13.5^{\circ}$. При этой температуре наблюдался нерест леща в 1957 и 1953 гг. в районе г. Ульяновска С. С. Гайниевым (1960) и в нижней части Камского плеса К. И. Васяниным (1960). В Рыбинском водохранилище, по данным Л. К. Захаровой (1955), лещ нерестится при более высокой температуре воды — $15.0-17.0^{\circ}$.

Несмотря на многочисленные ловы, икра и первые стадии личинок леща нами не были обнаружены. Лишь 8 августа в районе с. Ерыклинского были пойманы 3 сеголетка леща размером 32.5—35.5 мм. Казалось бы, что хорошие условия, создавшиеся для нереста фитофильных рыб в 1961 г., благоприятно отразятся и на размножении леща, однако массового нереста его, как и в предыдущем году, нами не наблюдалось. За весь период работ было поймано лишь 8 половозрелых самцов размером от 29.5 см. Первый самец в V стадии зрелости был пойман 16 мая при температуре воды 16.1° . Самцы с текучими молоками попадали в сети до 6 июня. Половозрелые самки в уловах не встречались. Слабый нерест леща в Черемшанском заливе можно объяснить только малочисленностью его нерестовой популяции, так как основная часть стада леща здесь еще состоит из поколений 1956, 1957 гг., не достигших половозрелости.

С и н е ц. В 1960 г. производители синца в IV стадии зрелости вылавливались в течение всего мая, однако массового нереста его не наблюдалось. В начале июня в уловах стали встречаться единично отнерестившиеся особи. Значительная часть самок синца имела дегенерированную икру. Последнее, видимо, свидетельствует о неблагоприятных условиях нереста.

В 1961 г. первые производители синца в V стадии зрелости были выловлены 15 мая при температуре воды 15.3° . Массовый нерест закончился 8 июня при 18.7° . Похолодание 22—23 мая несколько задержало подход производителей на нерест. Для синца Куйбышевского водохранилища так же, как и для синца Рыбинского водохранилища (Захарова, 1955), оптимальными нерестовыми температурами можно считать $15-17^{\circ}$.

Нерестилищами синцу служили мелководные участки с залитой луговой растительностью и глубинами 50—60 см. Размеры нерестующих самок колебались от 23 до 29 см, самцов — от 20 до 27 см. Большинство самок было в возрасте 5—6 лет.

С а з а н. В 1960 г. отдельные производители сазана в IV и V стадиях зрелости вылавливались в районе 3-го стройучастка с 19 мая по 10 июня. Размеры половозрелых самок колебались от 39 до 47 см, самцов — от 38 до 46 см. Отложенную икру и личинок обнаружить не удалось. Лишь ков сазана размером 6.2—11.4 см.

В 1961 г. производители сазана (самки в IV, самцы в V стадии зрелости) стали подходить на нерест в район 3-го стройучастка 18 мая при температуре воды 16.7°. По данным К. И. Васянина (1960), начало нереста сазана в Сусканском заливе Куйбышевского водохранилища в 1959 г. отмечалось 27 мая при температуре воды 22.0°. В Цимлянском водохранилище, по Л. Н. Доманевскому (1958), сазан в 1955 г. начал нерест при температуре воды всего лишь 10.3°. Массовый нерест сазана в 1961 г. в Черемшанском заливе начался 29 мая при 18.1° и продолжался до 8 июня (температура воды 18.6°). Похолодание 1—2 июня вызвало отход производителей. Вновь нерест возобновился 3 июня.

Сазан откладывал икру на затопленную луговую растительность столь мелководных участков, что спины производителей выступали на поверхность воды. Этим пользовались браконьеры, уничтожая нерестующих особей.

В опытных уловах 1961 г. размеры половозрелых самок сазана колебались от 42.5 до 58.0 см, самцов — от 39.0 до 52.0 см. Основная масса производителей представляла поколение 1957 г. Надо считать, что в 1961 г. в Черемшанском заливе создались благоприятные условия для нереста сазана, о высокой эффективности которого свидетельствует наличие большого количества сеголетков. Так, 26 августа за одно притонение в невод попало более 500 сеголетков сазана размером от 4.3 до 9.0 см.

С у д а к. В 1960 г. наблюдался слабый подход судака на нерест. В уловах с 23 по 31 мая при температуре воды от 7.0 до 15.2° встречались лишь отдельные особи в V стадии зрелости. В 1961 г. массовый нерест судака в районе 3-го стройучастка проходил с 16 по 20 мая при температуре воды 15.0—17.7°. Текущие самцы и самки вылавливались вблизи бывшего русла р. Черемшан на участках с преобладающими песчано-глинистыми грунтами. Нерест проходил при штилевой погоде. В Цимлянском водохранилище (Доманевский, 1958) судак также нерестился на песчаном, слегка заиленном грунте, в непосредственной близости от стрежневого потока на глубине 1.0—1.5 м, но при более низкой температуре воды (5.6—16.3°). Основная масса производителей судака в 1960 и 1961 гг. была представлена впервые созревшими 4—5-летними молодыми особями. Размеры нерестующих самок колебались от 39.0 до 59.5 см, самцов — от 38.0 до 57.0 см. Судя по уловам молоди судака, эффективность его нереста была в 1961 г. весьма высокой. Так, 14 июля при выходе из залива за 15 тралений мальковым тралом было поймано около 15 тыс. сеголетков судака.

Б е р ш. В 1960 г. в уловах встречались лишь единичные особи с текущими половыми продуктами. В 1961 г. нерест берша носил массовый характер. Первые производители в V стадии зрелости были пойманы в районе 3-го стройучастка 15—16 мая при температуре воды 15.3° на глубине 3—4 м. Массовый нерест наблюдался с 20 по 30 мая при температуре воды 14.9—18.4°. Закончился нерест 4 июня при 15.8°. По сравнению с судаком

нерест берша был более растянутым, что объясняется порционностью икрометания некоторой части самок. Места нереста берша и судака частично совпадали. Размеры нерестующих самок колебались в пределах 27.5—37.5 см, самцов — 23.5—31.5 см. Несмотря на благоприятные условия погоды, нерест берша в 1961 г. был значительно менее эффективен, чем у судака. В октябре за 15 мин. лова мальковым тралом нами было поймано всего лишь 7 сеголетков берша.

Подводя итоги наблюдениям за размножением рыб в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища в 1960 и 1961 гг., мы приходим к следующим выводам.

1. В Черемшанском заливе местами нереста основных промысловых рыб являются прибрежные участки верхней части залива и его левобережная пойма. Остальная территория из-за отсутствия водной и прибрежной растительности и слабой защищенности от ветров мало пригодна для нереста таких рыб, как лещ, синец, судак, берш и сазан.

2. Условия размножения и эффективность нереста промысловых рыб в основном зависят от уровня режима водохранилища. Нормальные условия для размножения рыб создаются в годы с высоким, стабильным уровнем в течение мая и июня, при котором в значительной степени увеличиваются площади, пригодные для нереста фитофильных рыб, и исключается гибель икры от осушения. Таким благоприятным для нереста рыб был 1961 г. Неблагоприятные для размножения рыб условия создаются в годы с низким уровнем, при котором площади нерестилищ резко сокращаются и нерест ценных промысловых рыб проходит малоэффективно (1960 г.).

3. В связи с тем, что благоприятные условия для нереста фитофильных рыб в Черемшанском заливе создаются далеко не каждый год, пополнение стад таких ценных рыб, как лещ и сазан, следует осуществлять путем искусственного разведения. Поэтому необходимо форсировать введение в строй Ульяновского нерестово-выростного рыбопитомника.

4. Сроки запрета лова основных промысловых рыб следует устанавливать с учетом сроков нереста рыб в отдельных участках водохранилища. В период подхода на нерест промысловых рыб, особенно сазана, в местах концентрации производителей необходимо усилить рыбоохранные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- В а с я н и н К. И. 1960. Наблюдения над размножением некоторых рыб в нижнем участке Камского отрога Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. Гос. н.-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., в. 9.
- Г а й н и е в С. С. 1960. Размножение основных промысловых рыб Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска. Тр. Тат. отд. Гос. н.-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., в. 9.
- Д о м а н е в с к и й Л. Н. 1958. О размножении рыб в верхнем плесе Цимлянского водохранилища. Изв. Всес. н.-иссл. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., т. XV.
- З а х а р о в а Л. К. 1955. Материалы по биологии размножения рыб. Тр. Биол. ст. «Борок», в. 2.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

В. С. ГОМАЗКОВА

О ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЕ ОБОНЯТЕЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ

В настоящее время актуальное значение приобретает изучение биохимических процессов, лежащих в основе функции обоняния и вкуса. Суммодействием пахучих и вкусовых веществ с ферментами, локализованными в периферических частях анализаторов.

Кистяковский (Kistiakowsky, 1950) выдвинул теорию, согласно которой пахучие вещества угнетают определенные ферментативные процессы в клетках обонятельного эпителия. Происходящие в результате этого сдвиги в соотношении ионов порождают в волокнах обонятельного нерва импульсы определенного характера.

Независимо от Кистяковского подобную же точку зрения развивают Баурн и Бэрэди (Bourne, 1948; Baradi a. Bourne, 1951a, 1951b). Пользуясь гистохимическим методом, эти авторы показали наличие и распределение в обонятельном эпителии человека, кролика и летучей мыши щелочной фосфатазы, простой эстеразы, липазы, рибонуклеазы и других ферментов. Авторы считают, что биохимические механизмы обоняния и вкуса тождественны. Действуя пахучими и вкусовыми агентами на ферменты обонятельных и вкусовых рецепторов, Бэрэди и Баурн показали угнетающее влияние ванилина и хинина на щелочную фосфатазу. Они установили также ингибирующее, а в отдельных случаях стимулирующее влияние ряда других раздражителей на различные группы ферментов.

Негри (Negri, 1957), изучая гистохимию обонятельного эпителия кошек и кроликов, нашел, что активность и распределение щелочной фосфатазы значительно колебались в зависимости от концентрации запаховых раздражителей.

Все работы по изучению биохимии обоняния до сих пор выполнялись на высших позвоночных животных. При этом уделялось большое внимание присутствию в обонятельном эпителии щелочной фосфатазы. Настоящая работа выполнена на рыбах в связи с исследованиями морфологии и физиологии органов обоняния и вкуса этих животных, проводимыми в Институте биологии внутренних вод АН СССР. Рыбы в этом отношении представляют особый интерес, определяемый спецификой экологии водных организмов.

МЕТОДИКА

В первой серии опытов производилось количественное определение активности щелочной фосфатазы.

Живая рыба обезглавливалась. Быстро извлекался обонятельный эпителий, который измельчался, и фосфатаза экстрагировалась на холоду небольшим количеством бидистиллированной воды. Экстракт профильтровывался, разводился до определенного объема и использовался в качестве раствора фермента.

Активность щелочной фосфатазы определялась по одной из модификаций метода Боданского (Фердман, Сопин, 1957), основанного на расщеплении 3-глицерофосфата натрия щелочной фосфатазой. Об активности фермента судили по количеству неорганического фосфора, отщепившегося в результате ферментативной реакции.

В работе применялся 0.1 н. аммиачно-аммонийный буфер с $pH=9.3$. Пробы подвергались инкубации в течение двух часов при 37° . Фосфор определялся колориметрическим методом Левицкого (Петербургский, 1954) на фотоэлектроколориметре типа ФЭКН-54, со светофильтром № 8.

Во второй серии опытов испытывалось влияние на фосфатазную активность ряда пахучих веществ. В качестве последних были взяты ванилин, тибетолд, а также

хинин — вкусовой раздражитель, взятый для сравнения с данными Бэрэди и Баурна. Кроме того, использовалось действие адекватных раздражителей — водных вытяжек из тендинодид (300 мг ткани в 1 мл) и мышц рыбы — леща (300 мг ткани в 1 мл). Испытуемые агенты вводились в реакционную смесь перед инкубацией. В качестве контроля в данной серии опытов ставились пробы с соответствующими опытным пробам количествами экстрактов мотыля и рыбы, но не содержащими фермента.

Активность фосфатазы выражалась в миллиграммах отщепившегося фосфора на 1 г эпителиальной ткани. Конечно, при описанной методике запаховый раздражитель в какой-то степени терял свое специфическое действие, но для предварительных исследований этот метод был вполне пригоден.

Работа проводилась на лещах, щуках и налимах, доставленных из Рыбинского водохранилища, весной—летом 1959 г. Всего было проведено 39 определений на 65 экземплярах рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первая серия опытов выявила наличие в обонятельном эпителии леща и щуки щелочной фосфатазы. У леща активность фосфатазы колеблется в пределах 0.9—1.5 мг фосфора на 1 г эпителиальной ткани, у щуки — 0.5—1.0 мг фосфора на 1 г ткани.

Произведенное для сравнения определение щелочной фосфатазы в обонятельном эпителии налима показало, что ее активность ниже, чем у леща и щуки, а именно 0.4—0.5 мг фосфора на 1 г ткани. Однако эти данные следует принимать с оговоркой, так как работа с налимом производилась летом, когда налим наименее активен.

Во второй серии опытов испытывалось влияние некоторых пахучих веществ на активность щелочной фосфатазы леща. В ряде случаев для сравнения ставились опыты на щуке. Средние данные этого раздела работы представлены в табл. 1 и 2. Из этих таблиц видно, что все испытанные в работе агенты оказывают инактивирующее действие на щелочную фосфатазу, причем степень торможения реакции возрастает с увеличением концентрации агента в пробе.

Т а б л и ц а 1

Влияние химических агентов на активность щелочной фосфатазы обонятельного эпителия леща (% угнетения фосфатазной активности)

Испытуемый химический агент	Исходная активность щелочной фосфатазы (в мг фосфора на 1 г ткани)	Концентрация химических агентов в пробе (мг)											
		0.02	0.04	0.16	0.2	0.4	0.8	1.0	1.6	2.0	4.0	8.0	16.0
Ванилин	1.068	—	—	0	—	—	9.5	—	22	—	—	38	51
Тибетолд	0.992	—	—	—	0.8	1.3	—	—	—	12	13	16	—
Хинин	1.079	0	4	—	3.25	—	—	72	—	97	—	—	—

В результате воздействия ванилином и тибетолдом активность щелочной фосфатазы заметно снижается. Ванилин действует эффективнее: например, при концентрации 8 мг в пробе ванилин угнетает фосфатазную активность на 33% (при колебаниях 27—41%), а тибетолд — на 16% (колебания 15—16%).

Наиболее ярко выраженный эффект торможения реакции дает хинин, который при концентрации 2 мг в пробе инактивирует фосфатазу на 97% (колебания 93—100%).

Эти результаты, полученные биохимическим методом на рыбах, хорошо согласуются с гистохимическими данными Баурна и Бэрэди, которые

Таблица 2

Влияние адекватных раздражителей на активность щелочной фосфатазы обонятельного эпителия леща и щуки (% угнетения фосфатазной активности)

Вид рыб	Исходная активность щелочной фосфатазы (в мг фосфора на 1 г эпит. ткани)	Испытуемый раздражитель	Количество экстракта в пробе (мл)				
			0.01	0.05	0.1	0.5	1.0
Лещ . .	0.973	Экстракт тендипедид.	10	20	24	45	70.5
Щука . .	0.870	То же.	—	8.3	27	32	51
Лещ . .	1.073	Экстракт мышц рыб.	—	27.5	33	44	71
Щука . .	0.940	То же.	—	30	40	48.5	64

установили ингибирующее влияние ванилина и хинина на «обонятельную» фосфатазу млекопитающих.

Применение адекватных запаховых агентов (экстрактов тендипедид и мышц рыб) также обнаружило ингибирующее действие на активность щелочной фосфатазы. На фосфатазу обонятельного эпителия леща оба экстракта действуют в одинаковой степени (активность уменьшается на 70.5%).

Аналогичные опыты были проведены на щуке. Сопоставление показывает, что вытяжка из тендипедид ингибирует фосфатазу леща несколько сильнее, чем фосфатазу щуки, особенно при низких концентрациях раздражителя: 0.05 мл экстракта тендипедид угнетает фосфатазу леща на 20%, а щуки — на 8.3%. Правда, ингибирующее действие экстрактов мышц рыб на фосфатазы леща и щуки одинаково (27.5 и 30%).

Таким образом, водные вытяжки из тендипедид и мышц рыбы действуют угнетающе на щелочную фосфатазу обонятельного эпителия леща и щуки. Очевидно, в этих экстрактах содержатся специфические химические вещества, которые ингибируют фосфатазную активность обонятельных клеток. Не исключено, что щелочная фосфатаза является одним из звеньев в биохимическом механизме обоняния рыб.

Учитывая экологические и морфологические особенности леща и щуки, свидетельствующие о том, что у первого преимущественно развиты вкус и обоняние, а у второй — зрение, а затем обоняние (Бодрова, 1960), интересно сопоставить активность щелочной фосфатазы обонятельного эпителия этих двух видов рыб. Наши данные свидетельствуют, что угнетающий эффект экстракта тендипедид на фосфатазу леща оказался несколько выше, чем на фосфатазу щуки. По-видимому, это можно объяснить большей адекватностью раздражителя в первом случае. Этим же, вероятно, можно объяснить большее торможение фосфатазной реакции щуки экстрактами мышц рыбы, нежели вытяжками из тендипедид.

В то же время экстракт мышц рыб почти одинаково действует как на леща, так и на щуку, а фосфатаза леща сходным образом угнетается обоими раздражителями. Первичная биохимическая реакция является, очевидно, началом сложной цепи физиолого-биохимических превращений, в результате которых и возникает соответствующая реакция поведения. Одинаковые первичные биохимические реакции, по-видимому, могут привести в конечном итоге к разным актам поведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гипотезы Кистяковского, Бэрэди и Баурна предполагают участие в биохимическом механизме обоняния ряда ферментативных систем; в нашей работе рассматривается один фермент — щелочная фосфатаза.

Нами обнаружено, что обонятельный эпителий леща, щуки и налима содержит щелочную фосфатазу. Установлено также, что ряд химических агентов — ванилин, тибетолит, хинин — угнетает активность щелочной фосфатазы обонятельного эпителия леща. Водные вытяжки из тендипедид и мышц рыбы, применявшиеся в качестве адекватных раздражителей, ингибируют фосфатазную реакцию обонятельного эпителия леща и щуки.

Полученные данные дают возможность предполагать, что щелочная фосфатаза является одним из звеньев в сложном энзимохимическом механизме обоняния рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о д р о в а Н. В. 1960. Строение органа обоняния у некоторых пресноводных рыб. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 6.
- П е т е р б у р г с к и й А. В. 1954. Практикум по агрохимии. Сельхозгиз, М.
- Ф е р д м а н Д. Л., Е. Ф. С о п и н. 1957. Практикум по биологической химии. Изд. «Советская наука», М.
- В а r a d i A. F. and G. H. B o u r n e. 1951a. Lokalization of Gustatory and Olfactory enzymes in the rabbit and the problems of taste and smell. Nature, v. 168, № 4284.
- В а r a d i A. F. and G. H. B o u r n e. 1951b. Theory of Tastes and Odors. Science, v. 113, № 2945.
- В o u r n e G. H. 1948. Alkaline phosphatase in the taste buds and nasal mucosa. Nature, v. 161, № 4090.
- К и с т и а к о в с к и й G. B. 1950. On the Theory of Odors. Science, v. 112, № 154.
- Н e g r i M. 1957. Osservazioni sul comportamento della fosfatasi alcalina nella mucosa nasale del coniglio e del gatto sottoposti a stimolazione olfattoria. Archivio ital. otol., rinol. e. laring, v. 68, № 6.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

М. М. БАТЬ и Н. В. БОДРОВА

К МОРФОЛОГИИ ОБОНЯТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА СУДАКА

Сведения о строении обонятельного анализатора пресноводных костистых рыб, в том числе и важных промысловых видов, крайне скудны. В предыдущих сообщениях (Бодрова, 1960а, 1960б) приведены литературные данные о строении периферического отдела обонятельного анализатора ряда видов рыб. Что же касается центрального отдела анализатора, то его строение описано лишь Шелдоном (Scheldon, 1912) у карпа и более подробно Хольмгреном (Holmgren, 1920) у корюшки.

О строении обонятельного анализатора судака литературных сведений, за исключением кратких сообщений (Бодрова, 1958, 1960а), не имеется.

Анатомическое строение обонятельного анализатора судака изучалось нами на только что уснувших или фиксированных рыбах, добытых в Рыбинском водохранилище. При гистологическом изучении применялись

методы импрегнации солями серебра, по Кахалу и Рэнсону (Ромейс, 1954). Срезы изготавливались толщиной 5 и 7 мк. Изучение препаратов производилось под обычным микроскопом и методом фазовых контрастов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Орган обоняния судака лежит, как у большинства костистых рыб, в парных овальных углублениях головы, расположенных впереди от глаз и затянутых сверху эпидермальной крышкой (рис. 1, а). На крышке расположены передне-вводное (рис. 1, б) и задне-выводное (рис. 1, в) отверстия овальной формы. Позади вводного отверстия имеется эпидермальный вырост треугольной формы. Орган обоняния судака, как нами обнаружено, имеет акцессорные мешки. Их расположение (по два у каждой обонятельной розетки) показано на рис. 1 (г и д). Аналогичные акцессорные мешки описаны Барном (Burne, 1909) у *Perca fluviatilis*, Лирманом (Liermann, 1933) у *P. fluviatilis* и *Pleuronectes flesus* и Итоном (Eaton, 1956) у одного из видов семейства *Centrarchidae*. Углубление выстлано складчатым соединительнотканным слоем. Количество складок, образующих розетку, колеблется от 27 до 30.

Рис. 1. Общий вид левого обонятельного углубления.

а — граница углубления; б — вводное, в — выводное отверстия; г — медиальный акцессорный мешок; д — латеральный акцессорный мешок.



Рис. 2. Складки обонятельного органа судака, покрытые эпителием (горизонтальный срез).

а — складка; б — эпителий; в — невриты; г — обонятельный нерв (увел. 90×7).

Гистологическое изучение складок показывает, что они (рис. 2, а) покрыты эпителием (рис. 2, б), имеющим на препарате более темный цвет вследствие импрегнации серебром. В эпителии среди поддерживающих клеток располагаются обонятельные нейроны, и, что характерно для судака, они залегают между складками. Эти нейроны служат периферическими рецепторными элементами анализатора, воспринимающими запах.

В основании складок проходят невриты обонятельных клеток (рис. 2, в), которые, покидая эпителий, объединяются вначале в небольшие нервы, а затем сливаются в крупный нервный ствол — обонятельный или первый черепно-мозговой нерв (рис. 2, г). Обонятельные нервы или проводниковую часть анализатора после выхода из углублений можно наблюдать макро-

скопически. Анатомическое изучение (рис. 3) показывает, что от углублений они параллельно идут к обонятельным луковицам или долям (рис. 3, *од*). Последние грушевидны и прилегают к переднему мозгу. От луковиц нервный тракт продолжается в передний мозг (рис. 3, *п*).

В литературе имеются указания (Exner, 1872; Allison, 1953), что в иннервации рецепторного эпителия принимает участие тройничный нерв. В связи с этим мы считаем необходимым отметить особенности расположения корешков некоторых черепномозговых нервов у судака (рис. 3). Корешки тройнич-

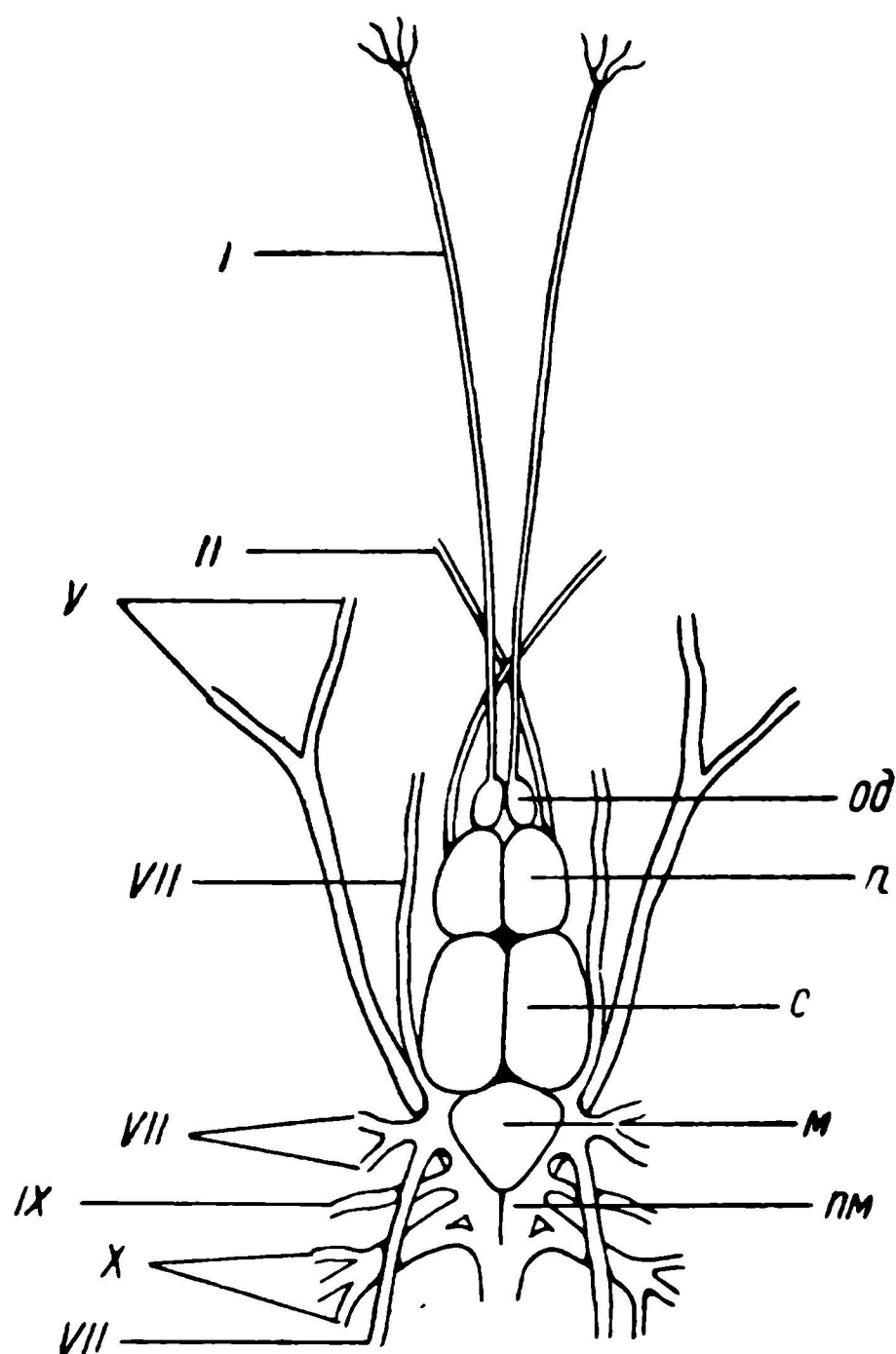


Рис. 3. Мозг, обонятельные доли и некоторые черепномозговые нервы.

од — обонятельные доли; *п* — передний мозг; *с* — средний мозг; *м* — мозжечок; *пм* — продолговатый мозг; *I* — обонятельный нерв; *II* — зрительный нерв; *V* — тройничный нерв; *VII* — лицевой нерв; *IX* — языкоглоточный нерв; *X* — блуждающий нерв.

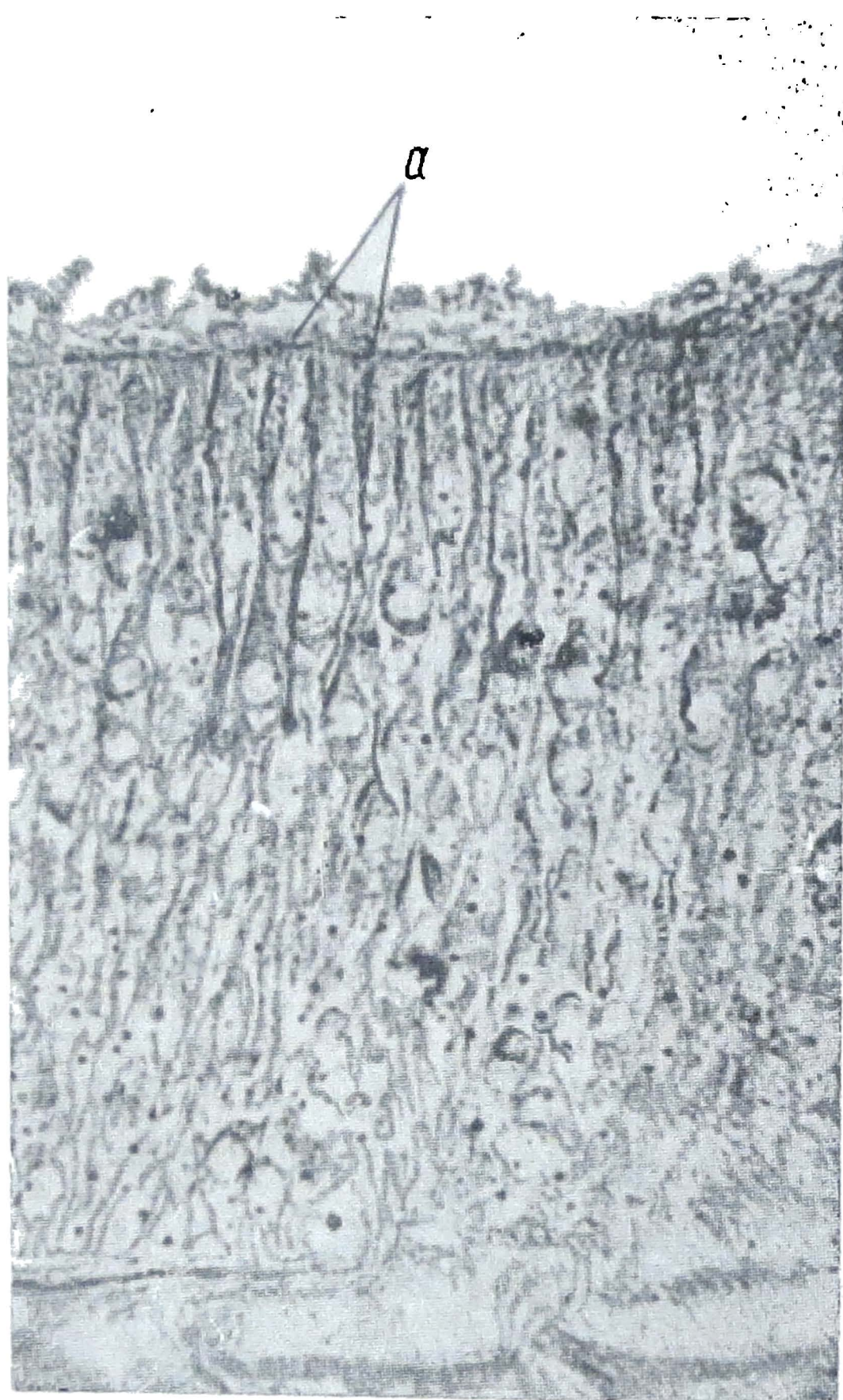


Рис. 4. Рецепторный эпителий.
а — палочкообразные обонятельные нейроны (увел. 90×7).

ного (*V*) и лицевого (*VII*) нервов тесно прилегают друг к другу, в то время как корешки языкоглоточного (*IX*) и блуждающего (*X*) нервов совершенно обособлены. Наши опыты с перерезкой

некоторых корешков тройничного нерва также показали его участие в иннервации обонятельного эпителия.

В обонятельном эпителии среди крупноядерных поддерживающих клеток расположены обонятельные палочкообразные (рис. 4, *а*) и, значительно реже, колбочкообразные нейроны. Их периферические протоплазматические отростки идут к поверхности эпителия, заканчиваясь так называемыми обонятельными волосками, довольно прямыми и длинными (рис. 5, *а*), которые вместе с ресничками поддерживающих клеток возвышаются над поверхностью эпителия. Толщина протоплазматического отростка палочкообразной клетки составляет примерно 1 мк, а колбочкообразной — 5—7 мк. Размеры тела клеток не превышают 4—5 мк. Отходящие от них невриты — безмякотные варикозные волокна (рис. 5). В эпителии они идут к собственной мембране, образуя около нее пучки

нервов. Последние, прободая мембрану, соединяются в субэпителиальной части складки в более крупные нервные стволы (рис. 2, в). При выходе из выше, объединяются в крупный обонятельный нерв. Таким образом, обонятельный нерв состоит преимущественно из пучков тончайших безмякотных волокон.

Обонятельный нерв вступает в узкую часть обонятельной доли и разветвляется в основном по ее поверхности. На препарате горизонтального среза доли (рис. 6) можно проследить общий вид ее строения и локализацию волокон обонятельного нерва. Эти волокна (а) располагаются слоем по поверхности доли. Следующий слой содержит клубочки и митральные клетки (б). Он неравномерной ширины и на препарате имеет более светлый тон. За ним лежит так называемый волокнистый слой (в), и, наконец, примерно в середине доли находится переднее обонятельное ядро (г). В последнем имеется синаптический перерыв. Следовательно, строение обонятельной доли судака в основных чертах сходно с тем, которое описано для корюшки (Holmgren, 1920).

При большем увеличении на отдельных участках среза обонятельной доли можно проследить, как из слоя обонятельных волокон их небольшие пучки переходят в слой клубочков и митральных клеток. Здесь волокна первых нервов анализатора (рис. 7, б) вступают, как это хорошо видно при помощи фазового контраста, в клубочки, где они распределяются веерообразно (а). Сами клубочки шарообразные или яйцевидные и различной величины, от 6 до 25 мк в диаметре. Нередко они лежат группами по 3—4 мелких клубочка, но чаще встречаются одиночные крупные клубочки. Среди них расположены митральные клетки. Последние имеют различную форму (веретена, шара или конуса) и расположены группами или одиночно. Митральные клетки связаны с клубочками. На рис. 8 видно, как дендрит одной из таких конусовидных митральных клеток (а) достигает клубочка и разветвляется в нем (б).

В волокнистом слое обонятельной доли преобладают гладкие нервные волокна, интенсивно импрегнирующиеся серебром. Невроны переднего обонятельного ядра представлены мелкими клетками (диаметром 5 мк и мельче) с крупными ядрами и небольшим слоем цитоплазмы вокруг них (рис. 9). Эти клетки лежат довольно плотно в центральной части ядра и отдельными группами на его периферии. Подобные же единичные нейроны встречаются в переднем мозгу по пути обонятельного тракта, куда идут невриты переднего обонятельного ядра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обонятельного органа судака характерно наличие небольшого количества (27—30) складок, образующих обонятельную розетку и наличие аксессуарных мешков.

Обонятельные нервные клетки — периферическая часть обонятельного анализатора — рассеяны в эпителии, залегающем между складками.



Рис. 5. Палочкообразные и колбочкообразные нейроны.

а — палочкообразный нейрон с одиночным волоском (увел. 90×10).

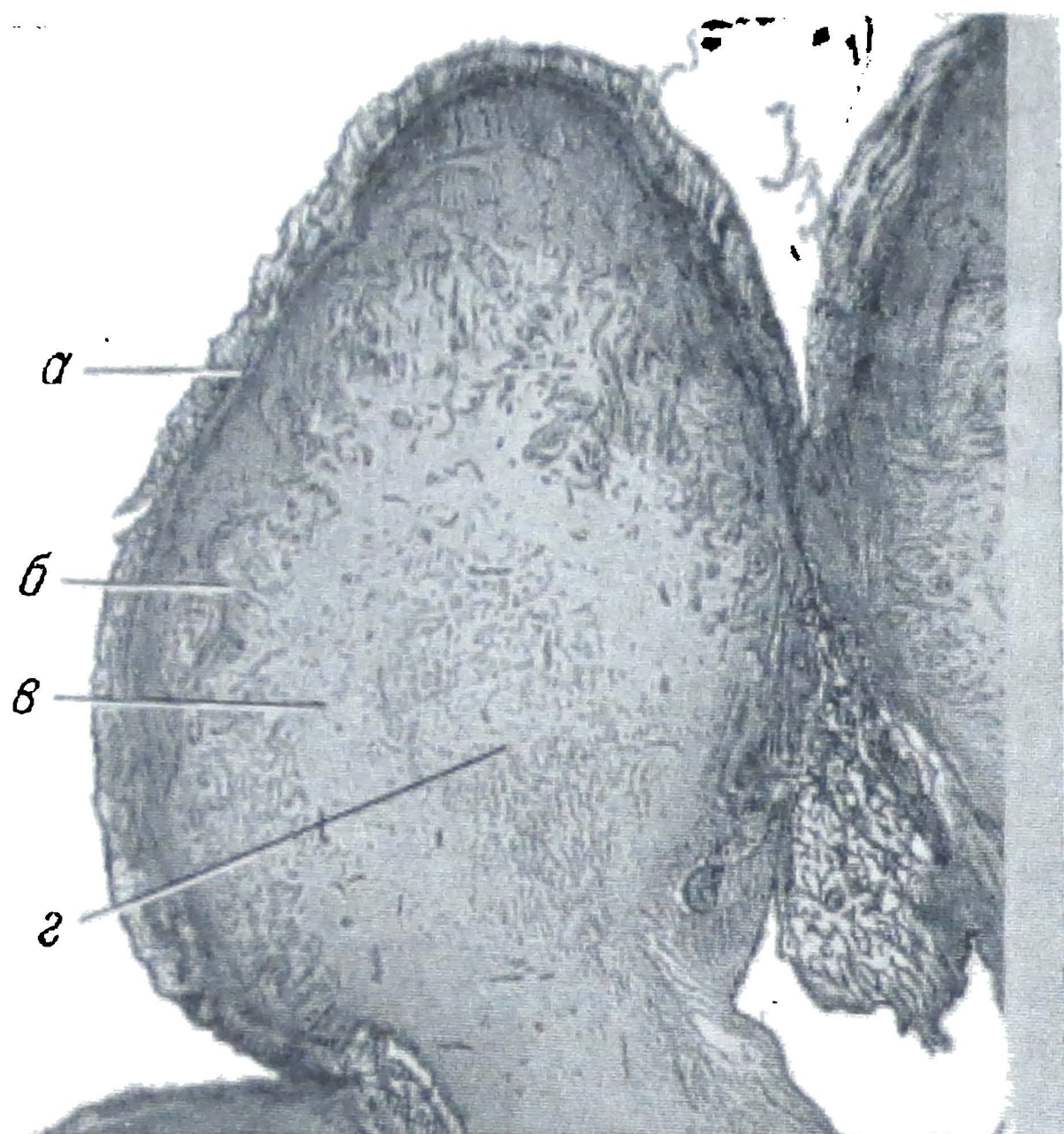


Рис. 6. Обонятельная доля судака (горизонтальный срез).

a — слой обонятельных волокон; *б* — слой клубочков и митральных клеток; *в* — волокнистый слой; *г* — переднее обонятельное ядро (увел. 6×7).

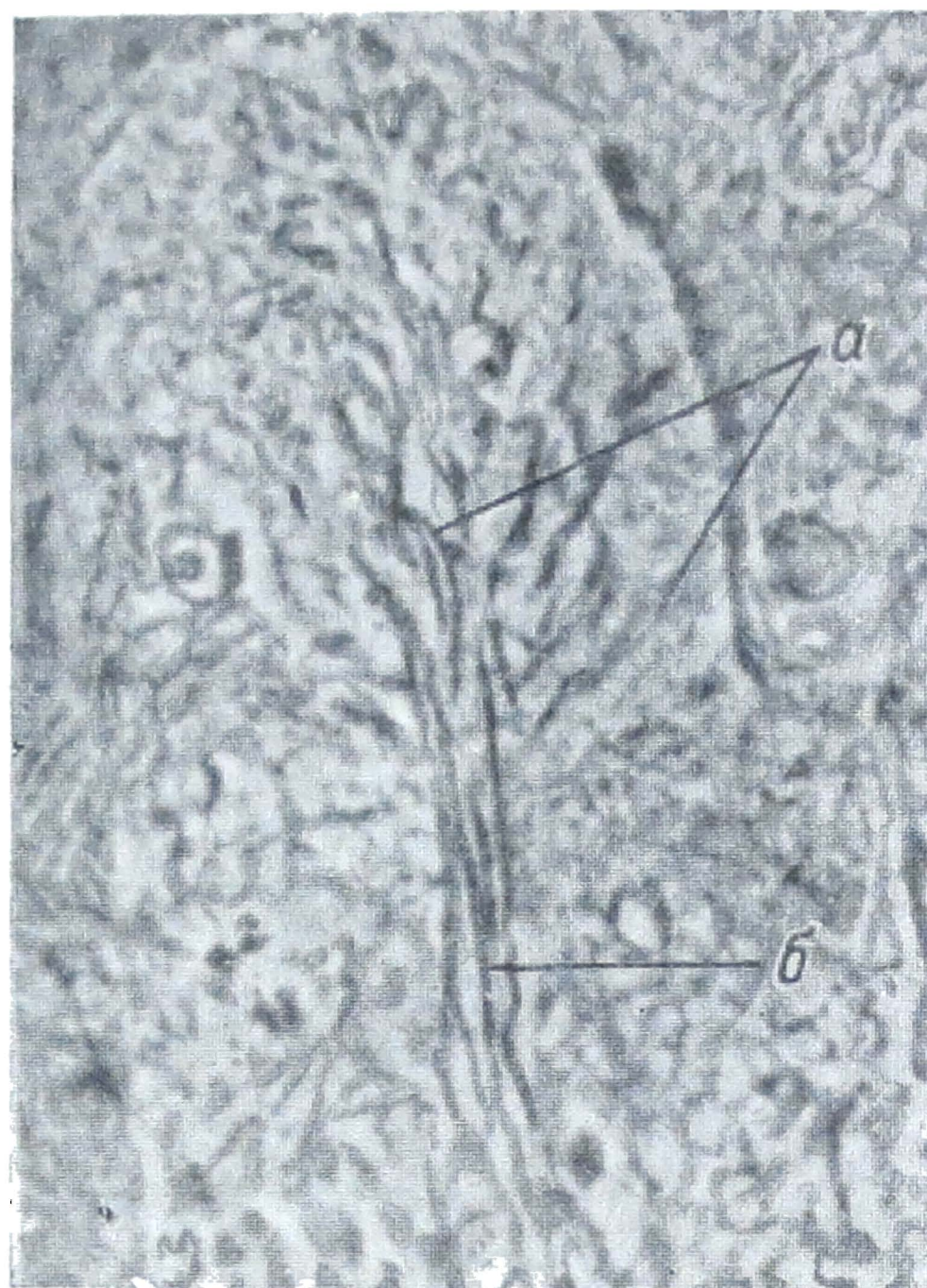


Рис. 7. Обонятельный клубочек судака.

a — разветвления волокон периферических нейронов; *б* — пучок волокон периферических нейронов обонятельного анализатора. (увел. 90×7).

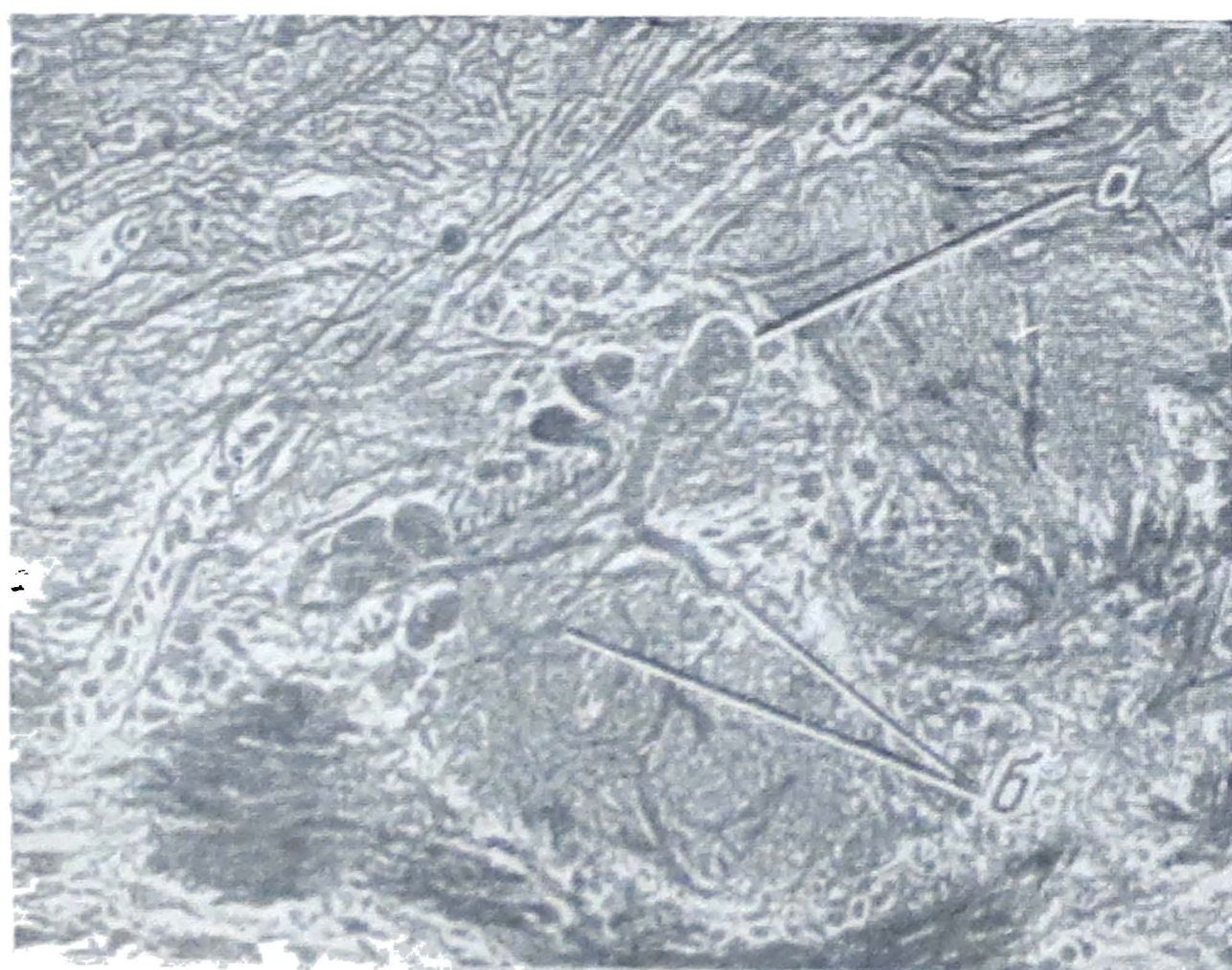


Рис. 8. Митральная клетка (*a*) и разветвления ее волокон (*б*) в клубочке.

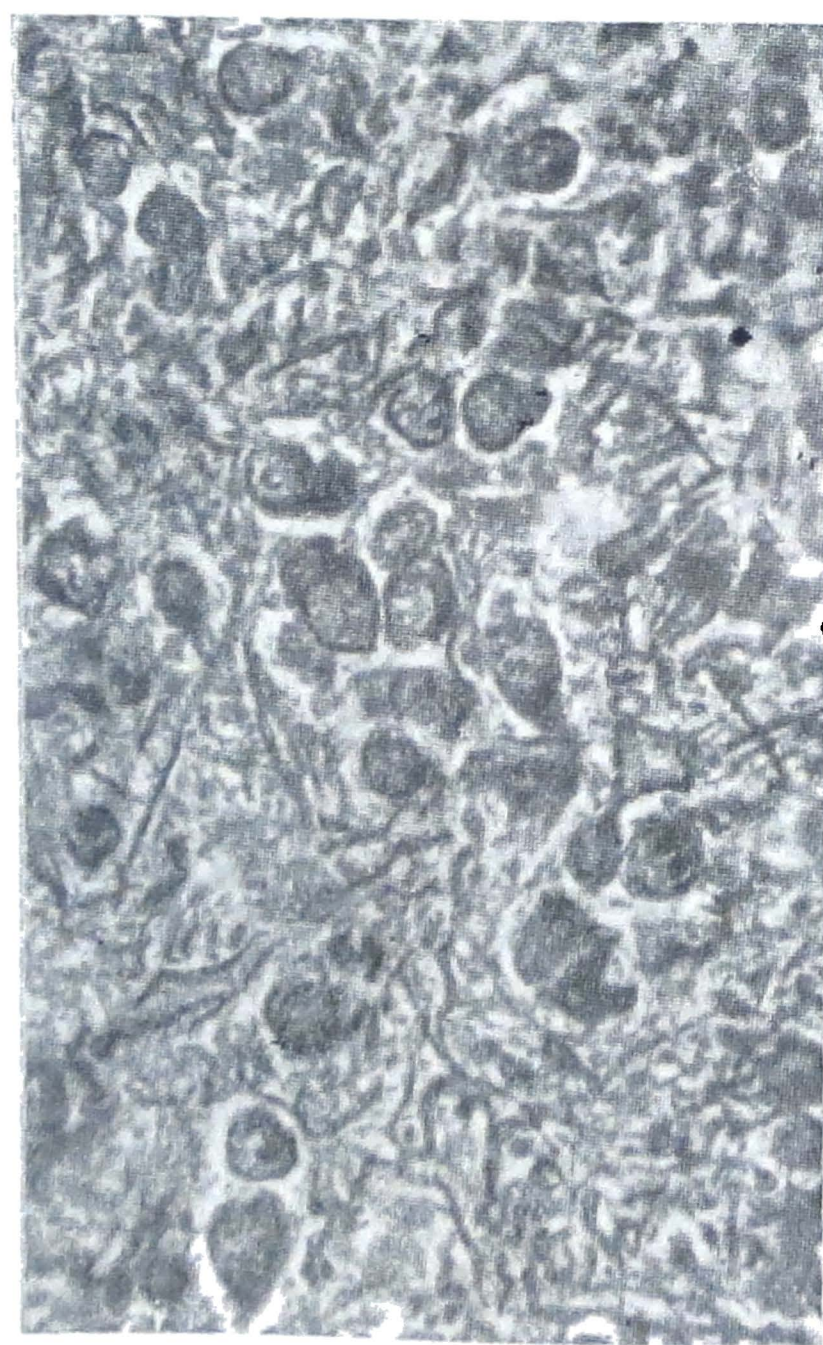


Рис. 9. Нейроны переднего обонятельного ядра (увел. 90×7).

Обонятельные нейроны палочко- и колбочкообразные, причем преобладают первые. Апикальная часть нейрона несет довольно прямой и длинный волосок.

Обонятельные луковицы грушевидные, плотно прилегают к переднему мозгу.

ЛИТЕРАТУРА

- Б о д р о в а Н. В. 1958. К морфологии вкусового и обонятельного анализаторов некоторых костистых рыб. Тез. докл. VI Всес. съезда анат., гистол. и эмбриологов, Харьков.
- Б о д р о в а Н. В. 1960а. Строение органа обоняния у некоторых пресноводных рыб. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 6.
- Б о д р о в а Н. В. 1960б. Периферические нервные аппараты химического чувства налима. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 3 (6).
- Р о м е й с Б. 1954. Микроскопическая техника. Изд. иностр. лит., М.
- Allison A. C. 1953. The morphology of olfactory system in the Vertebrates. Biol. Rev., v. 28, № 2.
- Burne R. H. 1909. The anatomy of the olfactory organ of Teleostean Fishes. Proc. Zool. Soc., v. 2.
- Eaton H. T. 1956. Notes on the olfactory organs in Centrarchidae. Copeia, № 3.
- Exner S. 1872. Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbeltieren. Sitzber. Akad. d. Wissensch., Bd. 65, Abt. 3.
- Holmgren N. 1920. Zur Anatomie und Histologie des Vorder- und Zwischenhirns der Knochenfische. Acta Zool., Bd. 1.
- Liermann V. 1933. Über den Bau des Geruchsorgans der Teleostier. Zeitschr. Anat. u. Entwicklungesch., Bd. 100, H. 1.
- Sheldon R. E. 1912. The olfactory tracts and centers in Teleosts. Journ Comp. Neurol., v. 22, № 3.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ

ДИНАМИКА ОБРАТИМОСТИ ФЕНОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ КАРАСЕЙ

В настоящее время нередки случаи засорения водоемов промышленными отходами. При этом рыбы временно попадают в отравленную зону и стараются выйти из нее (Vivier, 1957). Поэтому представляет интерес выяснить, какова степень обратимости интоксикации (возвращение рыбы в нормальное физиологическое состояние после патологических сдвигов, вызываемых токсическим раствором) при перемещении рыбы из отравленной среды в чистую воду.

Отметим, что в подавляющем числе работ по токсикологии рыб используется схема опытов, которая не позволяет изучать степень обратимости того или иного патологического процесса, поскольку испытуемые рыбы находятся в ядовитом растворе до смертельного исхода. Между тем обратимость интоксикационного процесса является показателем устойчивости рыб к ядам.

В настоящее время имеется незначительное количество веществ, для которых изучена степень обратимости интоксикации (Jones, 1947, 1957; Herbert a. Merkens, 1952; Doudoroff a. Katz, 1953).

Наиболее обстоятельное сообщение принадлежит Джонсу (1947), который исследовал обратимость токсического процесса у колюшки, вызван-

ного цианидами, сероводородом и этиловым спиртом. Автор отмечает высокую скорость возвращения рыбы из бокового положения в нормальное состояние после отравления цианидами и этиловым спиртом. К аналогичному мнению пришли Герберт и Меркенс, исходя из своих опытов по токсическому действию цианидов на радужную форель. Рыбы приходили в нормальное состояние за несколько минут, если были удалены из раствора перед остановкой дыхания. Дудоров и Кац считают, что нахождение рыб в растворах концентрированных минеральных кислот приводит к развитию необратимого токсического процесса вследствие повреждения жабер.

Литература по обратимости фенольной интоксикации рыб отсутствует, за исключением упоминания Е. А. Веселова (1956) о том, что в 90 % случаев отравление фенолом необратимо, если рыба находится в состоянии «бокового положения».

Учитывая большое значение экспериментальной разработки вопроса обратимости токсического процесса у рыб, мы провели опыты по фенольной интоксикации карасей (*Carassius carassius*).

Для выявления степени обратимости фенольной интоксикации рыб были использованы 5 концентраций фенола: 50, 100, 200, 400 и 800 мг/л, каждая из которых вызывает острый токсический процесс, завершающийся во всех случаях гибелью подопытных карасей. В общей сложности было использовано 100 карасей одной возрастной группы (2—3 года), по 20 рыб на каждую концентрацию.

Эксперименты проводились в стереотипных условиях при следующем состоянии водной среды: температура — 15°, O₂ — 5—7 мг/л, рН — 7.5, жесткость — 10 Н°.

С целью проследить степень обратимости фенольной интоксикации, достигшей определенной фазы развития рыб перемещали из токсического раствора с той или иной концентрацией фенола (от 50 до 800 мг/л) после гибели примерно 50 % испытуемых рыб в чистую воду. Такая схема опытов включает в себя как разные концентрации яда, так и различное время контакта рыбы с ядами, поскольку время гибели 50 % испытуемых рыб неодинаково в различных концентрациях фенола.

Результаты опытов приведены в таблице. Анализ представленных данных позволяет прийти к мнению о высокой обратимости фенольной интоксикации после перенесения карасей в чистую воду. Спустя несколько часов подопытных карасей невозможно отличить от нормальных. Существенно отметить здесь, что высокая скорость обратимости токсического процесса у рыб описывается и другими авторами (Jones, 1947; Herbert a. Merkens, 1952).

Сравнительная характеристика обратимости фенольной интоксикации после экспозиции в различных концентрациях фенола

Концентрация фенола (мг/л)	Количество испытуемых рыб	Средняя продолжительность жизни 50% рыб (часы)	Время экспозиции перед удалением рыб из токсического раствора	Количество рыб, перемещенных в чистую воду	% выживаемости
50	20	11.2	15.5	12	100
100	20	4.9	5.5	10	70
200	20	8.3	10	11	100
400	20	6.4	9	10	100
800	20	1.7	2	10	10

Обращает на себя внимание однотипная динамика обратимости фенольной интоксикации во всех изученных нами концентрациях. Восстановление различных рефлексов идет в обратном порядке сравнительно с прямую очередь, восстанавливаются последними.

Караси, находящиеся в боковом положении, сопровождаемом конвульсивными судорогами (третья фаза), постепенно приобретают способность сперва импульсивного, а затем и более плавного перемещения в боковом положении (вторая фаза) и, наконец, рефлекс равновесия полностью восстанавливается. Таким образом, процесс восстановления развивается также поэтапно, проходя последовательно три фазы, описанные нами ранее (Лукьяненко, 1962).

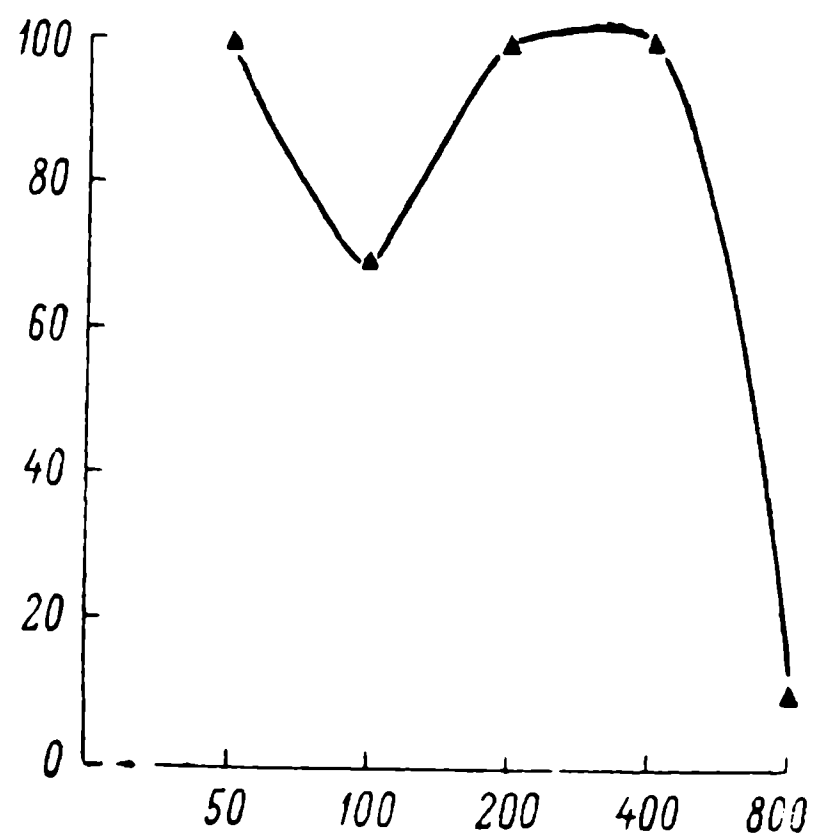
Сопоставляя степень обратимости различных фаз фенольной интоксикации, необходимо отметить, что первая фаза — фаза резкой двигательной возбудимости является во всех случаях обратимой. Вторая фаза фенольной интоксикации, охватывающая такие реакции рыб, как потеря рефлекса равновесия, опрокидывание на бок и импульсивное движение в боковом положении, также высоко обратима даже в концентрациях фенола 200 и 400 мг/л. Что касается третьей фазы фенольной интоксикации, характеризующейся потерей двигательной активности и конвульсивными судорогами в боковом положении, то ее обратимость значительно ниже. Встречаются случаи полной обратимости (в низких концентрациях фенола), частичной обратимости без восстановления рефлекса равновесия и полной необратимости интоксикации, с последующей гибелью испытуемых рыб, хотя и в более длительные сроки.

Кривая, характеризующая степень обратимости фенольной интоксикации в различных концентрациях фенола, представлена на рисунке.

Кратко характеризуя особенности обратимости фенольной интоксикации в различных концентрациях яда, можно отметить, что после нахождения рыб на протяжении 15.5 часа в токсическом растворе с концентрацией фенола 50 мг/л в 100% случаев отмечалась полная обратимость токсического процесса. Рыбы были перемещены в чистую воду во второй фазе развития фенольной интоксикации.

При 5.5-часовой экспозиции испытуемых рыб в растворе с концентрацией фенола 100 мг/л большинство рыб было перенесено в чистую воду в третьей фазе развития фенольной интоксикации. Как видно из рисунка, 70% рыб выжило и 30% погибло. Следует указать, что быстрое восстановление рефлекса равновесия имело место у 4 из 7 рыб, а из 3 других 1 рыба находилась в боковом положении на протяжении всего срока наблюдений (10 суток).

Степень и динамика обратимости фенольной интоксикации карасей в растворах с концентрацией фенола 200 и 400 мг/л имели примерно сходный характер. Среднее время экспозиции рыб в растворах было также приблизительно одинаковым (8.3 и 6.4 часа соответственно). Рыбы при перенесении из растворов в чистую воду находились частично во второй и частично в третьей фазах развития фенольной интоксикации.



Кривая степени обратимости фенольной интоксикации карасей.

По оси абсцисс — концентрация фенола; по оси ординат — процент выживших животных.

В растворе фенола 200 мг/л восстановление рефлекса равновесия отмечено у всех рыб и в сравнительно короткий срок (24 часа). В растворе фенола 400 мг/л полная обратимость у 9 рыб была достигнута за 24—36 часов, а 1 рыба находилась в боковом положении до конца наблюдений.

Доза фенола 800 мг/л в течение двух часов вызывала необратимую интоксикацию в 90% случаев, и только 1 рыба из 10 осталась в живых, с полным восстановлением рефлекса равновесия после перенесения в чистую воду. В этой концентрации фенола время гибели 50% испытуемых рыб мало или почти не отличается от средней продолжительности выживания всей выборочной совокупности испытуемых рыб.

Таким образом, полученные экспериментальные данные по динамике обратимости фенольной интоксикации позволяют прийти к мнению о высокой скорости и степени обратимости фенольного токсического процесса у карасей. Трудно при этом отказаться от впечатления, что время нахождения испытуемых рыб в токсическом растворе играет более существенную роль, чем концентрация яда, что находит себе подтверждение в примерно одинаковой обратимости в диапазоне концентрации фенола от 50 до 400 мг/л.

ЛИТЕРАТУРА

- В е с е л о в Е. А. Токсическое действие фенолов на рыб и водных беспозвоночных. Уч. зап. Петрозаводск. унив., биол. науки, т. VII, в. 3.
- Л у к ъ я н е н к о В. И. 1962. Общая характеристика и фазность течения фенольной интоксикации в свете теории «стресс». Вопр. ихтиол. (в печати).
- D o u d o r o f f P. and M. K a t z. 1950, 1953. Critical review of the literature on the toxicity of industrial wastes and their components to fish. Pt. 1. Alkalis, acids and inorganic acids. Sewage and Industrial Wastes, v. 22. Pt. 2. The metals and salts. Ibid., v. 25.
- H e r b e r t D. and J. M e r k e n s. 1952. The toxicity of potassium cyanide to trout. Journ. Exper. Biol., v. 29.
- J o n e s J. 1947. The reactions of *Pygosteus pungitins* L. to toxic solution. Journ. Exper. Biol., v. 24.
- J o n e s J. 1957. Fish and river pollution. In: Aspects of River pollution, by L. Klein. London.
- V i v i e r P. 1957. Importance des tests biologiques dans la protection des rivières contre la pollution. Pros. and Techn. Papers, v. 4, № 1.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Н. А. ТРИФОНОВА

ОБМЕН РАСТВОРИМЫМИ ФОРМАМИ АЗОТА МЕЖДУ ГРУНТОМ И ПРИДОННЫМ СЛОЕМ ВОДЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Вопрос об обмене растворимыми формами азота между грунтом и водой возник в связи с изучением общего баланса азота в Рыбинском водохранилище. Задача работы заключалась в определении величины отдачи или поглощения азота различными грунтами, с тем чтобы иметь возможность рассчитать эти величины для всей площади дна водохранилища.

С этой целью были использованы металлические колпаки, изолировавшие небольшую площадь дна водоема (0.071 м²) с определенным объемом воды над ним (16 л). По изменению содержания различных форм азота в воде под колпаком в начале и конце опыта рассчитывали количество

азота, выделенного или поглощенного 1 м^2 дна за сутки. Колпаки ставились на различных грунтах, в разных частях Рыбинского водохранилища. В табл. 1 дан перечень станций, а на схеме (рис. 1) показано их расположение.

Работа проводилась с июля 1960 г. по июль 1961 г. Методика полевых работ и лабораторных анализов уже была нами подробно изложена (Трифорова, 1961). Осредненные результаты анализов приведены в табл. 2.

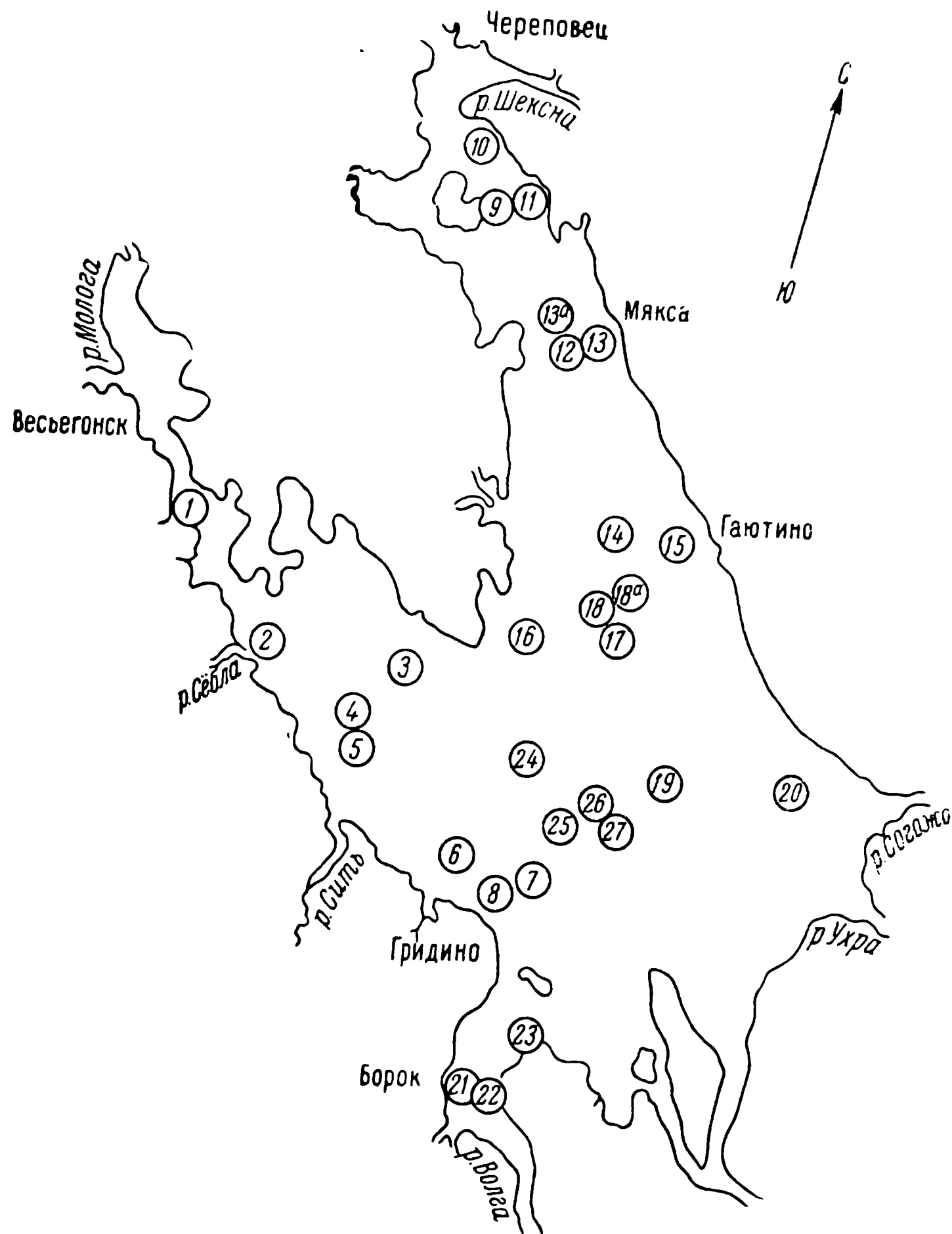


Рис. 1. Рыбинское водохранилище. Схема расположения станций.

Отдача или поглощение различных форм азота пересчитаны на 1 м^2 за сутки.

Как видно из табл. 2, в воде под колпаками наибольшего увеличения обычно достигает содержание ионов аммония. Количество нитритов остается без изменений или изменяется очень незначительно. Содержание нитратов, как правило, уменьшается.

Пользуясь средними величинами отдачи общего азота, характерными для различных типов грунта за июль—август и сентябрь—октябрь 1960 г. и февраль—март, май—начало июня и июль 1961 г., мы построили графики, на которых ход кривых соответствует сезонным изменениям в обмене соединениями азота между водой и грунтом (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что для большей части грунтов минимальная отдача общего азота приходится на весенний (V) и осенний (IX—X) периоды, максимальная отдача — летом (VII).

Список станций отбора проб на Рыбинском водохранилище

№ стан-ции	Местоположение станции	Глубина при НПГ (м)	Тип грунта	Количество опытов
1	Русло Мологи у Малиновки	12.0	Илистый песок.	1
2	Левый склон Мологи против устья Себлы	8.5	» »	1
3	Янский залив	7.5	Незаиленная почва.	1
4	Правая пойма Мологи у Борисоглеба	5.0	Песок.	4
5	Русло Мологи у Борисоглеба	16.0	Песчаный серый и серый ил.	4
6	» » у Леонтьевского	16.0	Серый ил.	2
7	Левая пойма Мологи у Горькой Соли	8—9	Илистый песок.	3
8	Русло Мологи у Горькой Соли	15—17.5	Серый ил.	6
9	Правая пойма Шексны у Вичелова	3.2	Песок.	1
10	Левая пойма Шексны выше Любца	5.0	Незаиленная почва.	1
11	Русло Шексны у Вичелова	13—15	Песчаный ил.	2
12	» » у Мяксы	14.5	Переходный ил.	1
13	Левая пойма Шексны у Мяксы	4.0	Почва.	1
13а	Там же	9.5	Торфянистый ил.	1
14	Русло Шексны у б. шлюза Ягорбы	16—17.5	Переходный ил.	3
15	Левая пойма Шексны в районе Гаютина	8.5	Незаиленная почва.	1
16	Правая пойма Шексны в районе Среднего Двора	4.0	Песок.	1
17	Русло Шексны между 24-й и 25-й пирамидами	14.5	Торфянистый ил.	1
18	Левая пойма Шексны между 24-й и 25-й пирамидами	12.5—13.5	Торфянистый ил.	3
18а	Там же	11.5	Глинистая незаиленная почва.	1
19	Русло Шексны у Городка	20.0	Переходный ил.	1
20	Юго-восточная часть водохранилища у 67-й пирамиды	7.0	Заиленная почва. Наил-лок—торфянистый ил.	1
21	Левая пойма Волги у о. Хохотка	3.0—6.0	Песок, илистый песок, песчаный ил.	5
22	Русло Волги у Коприна	12.0	Илистый песок.	2
23	Левый склон русла Волги у Шуморовского острова	7.5—8.0	Песчаный серый и серый ил.	5
24	У ПОМа	5.5—6.0	Переотложившийся торф.	2
25	Центральная часть водохранилища, в 2—3 км от Наволока	6.0	» »	1
26	У Наволока	3.0	Незаиленная почва.	7
27	В районе Наволока	11.0	Заиленная почва, наил-лок—торфянистый ил.	3

С помощью графиков были рассчитаны средние годовые величины отдачи общего азота различными грунтами. Результаты этих расчетов приведены в табл. 3.

Из таблицы видно, что максимальное количество соединений азота отдают торфянистые и переходные илы русловых участков водохранилища, минимальное — незаиленные почвы. Пески, как правило, поглощают азот из придонного слоя воды, изолированного над грунтом.

Обмен соединениями азота между грунтом и придонным слоем воды (средние величины)

Дата	* Количество опытов	Отдача азота 1 м² грунта в сутки (мг)						Грунт
		NO₂'	NO₃'	NH₄'	альбуминоид- ный	определено по Кьельдалю (NH₄ + органи- ческий)	общий (сумма всех форм)	
1960, VIII	1	+0.14	+0.70	+2.80	-2.80	-6.30	-5.60	Песок.
1960, IX-X	1	+0.06	+0.60	+0.60	+2.30	-2.90	-2.20	
1961, II-III	2	-	-0.28	+0.14	+0.99	-3.92	-4.20	
1961, V-VI	1	-0.04	+0.63	+0.99	+1.96	-6.85	-6.26	
1961, VII	3	-0.14	-0.97	+1.18	+0.16	-4.37	-4.00	
1960, III-IV	2	-0.05	+0.20	+0.20	+3.20	+0.85	+1.05	Илистый песок.
1961, II-III	3	+0.03	+0.45	+0.87	-0.76	+1.27	+1.73	
1961, V-VI	2	+0.07	-0.57	-3.81	+0.42	+3.26	+2.76	
1961, VII	1	0	+3.75	+0.34	+1.13	+4.50	+8.25	
1960, VII-VIII	3	-0.04	-0.63	-0.63	+0.20	+2.80	+2.13	Незаиленная почва.
1960, IX-X	3	+0.02	-0.63	+1.40	+2.37	+1.40	+0.79	
1961, II-III	3	-	+1.19	+0.12	+0.25	-0.44	+0.75	
1961, V-VI	1	-0.07	-3.19	0	-1.17	0	-3.26	
1961, VII	2	-0.06	+1.03	+0.89	+0.38	+8.70	+9.73	

Таблица 2 (продолжение)

Дата	* количество опытов	Отдача азота 1 м² грунта в сутки (мг)						Грунт
		NO₂'	NO₃'	NH₄'	альбуминовый	определено по Кьельдалю (NH₄' + органический)	общий (сумма всех форм)	
1960, III—IV	2	+1.0	-1.35	+ 7.0	+ 2.4	+ 4.10	+ 3.75	Песчаный серый ил.
1960, IX—X	2	0	-0.75	+ 5.35	+ 1.25	+ 8.95	+ 8.20	
1961, II—III	1	—	-2.53	+ 1.67	+ 0.72	+ 9.02	+ 6.49	
1961, V—VI	2	0	-0.24	+ 8.39	+ 3.15	+ 6.96	+ 6.72	
1961, VII	2	+0.04	-0.02	+ 4.26	+ 2.20	+ 13.75	+ 13.55	
1960, VII—VIII	4	-0.08	-1.32	+ 9.32	+ 10.65	+ 29.02	+ 27.50	Серый ил, русловые участки.
1960, IX—X	3	+0.03	-0.83	+ 17.87	+ 2.87	+ 23.90	+ 23.10	
1961, II—III	4	(+0.72)**	-2.25	+ 35.75	- 0.52	+ 36.02	+ 33.95	
1961, V—VI	1	+0.32	-1.33	+ 17.3	+ 1.33	+ 21.30	+ 20.29	
1961, VII	1	0	-0.26	+ 26.9	+ 2.64	+ 51.80	+ 51.54	
1960, X	3	0	-2.17	+ 9.57	+ 2.53	+ 13.23	+ 11.07	Торфянистый и переходный ил, пойменные участки, т. е. почвы с сильным заилением. Наилот — переходный или торфянистый ил.
1961, II—III	1	—	-1.15	+ 6.00	- 0.90	+ 6.90	+ 5.75	
1961, V—VI	3	+0.09	-2.65	+ 14.33	+ 11.52	+ 26.67	+ 24.10	
1961, VII	1	0	-4.0	+ 16.00	+ 9.10	+ 20.10	+ 16.10	
1961, II—III	2	—	-0.15	+ 44.65	+ 1.06	+ 54.10	+ 53.95	
1961, V—VI	2	+0.04	-1.02	+ 10.90	+ 5.70	+ 15.30	+ 14.32	Торфянистый и переходный ил, русловые участки.
1961, VII	2	+0.21	-0.74	+ 45.40	+ 0.94	+ 60.40	+ 59.87	
1961, II—III	1	0	-12.2	0	- 1.1	+ 0.20	-12.0	
1961, V—VI	1	+0.03	- 0.32	+ 0.32	+ 1.80	+ 2.70	+ 2.41	
1961, VII	1	+1.10	- 0.38	+ 3.29	+ 3.29	+ 22.10	+ 22.82	

* Количество опытов, на основе которых выведена средняя величина, приведенная в таблице.

** Итирты определены в 1-м опыте.

На торфах было поставлено всего лишь три колпака. Из результатов этих трех опытов вывести какую-то достоверную среднюю величину, конечно, невозможно. Да это и не имеет существенного значения для вычисления общей величины отдачи азота грунтами водохранилища, поскольку торф занимает в Рыбинском водохранилище ничтожную площадь. Следует лишь отметить, что зимой не удалось обнаружить выделения соединений азота из затопленных торфяных массивов, в мае отдача азота соответствовала 2.4, а в июле 22.8 мг на 1 м² в сутки.

Пользуясь данными В. П. Курдина о распределении и классификации грунтов (Курдин, 1959), мы попытались рассчитать, какое количество соединений азота отдают в водоем все грунты Рыбинского водохранилища. Поскольку наши данные получены позже составления схемы распределения грунтов Рыбинского водохранилища (схема составлена по материалам 1955 г.), а величина отдачи азота илами колеблется даже в пределах одного сезона, наши расчеты нужно считать весьма приблизительными.

Как видно из табл. 3, незаиленные почвы, занимающие большую часть площади дна, отдают в водохранилище всего лишь 639.4 т азота в год. Наибольшее количество азота поступает в толщу воды из заиленных участков дна. Серые, переходные и торфянистые илы русловых участков водохранилища отдают значительно больше соединений азота, чем илы пойменных участков. В схеме же распределения грунтов Курдина площади, занимаемые илами, даны без подразделения на русловые и пойменные участки, а для песков и илистых песков, так же как и для песчаных серых и серых илов, указаны общие площади. Поэтому для расчетов отдачи азота всей площадью дна Рыбинского водохранилища схему распределения грунтов Курдина, взятую нами за основу, пришлось несколько детализировать, используя дополнительные сведения о соотношении площадей песков и илистых песков, а также песчаных серых и серых илов, имеющиеся у Курдина. Было использовано также указание И. Ф. Овчинникова (1950), что русла рек, котловины озер и болота занимают лишь 4% всей площади водохранилища.

Таким образом, в водохранилище из илов поступает около 17 т соедине-

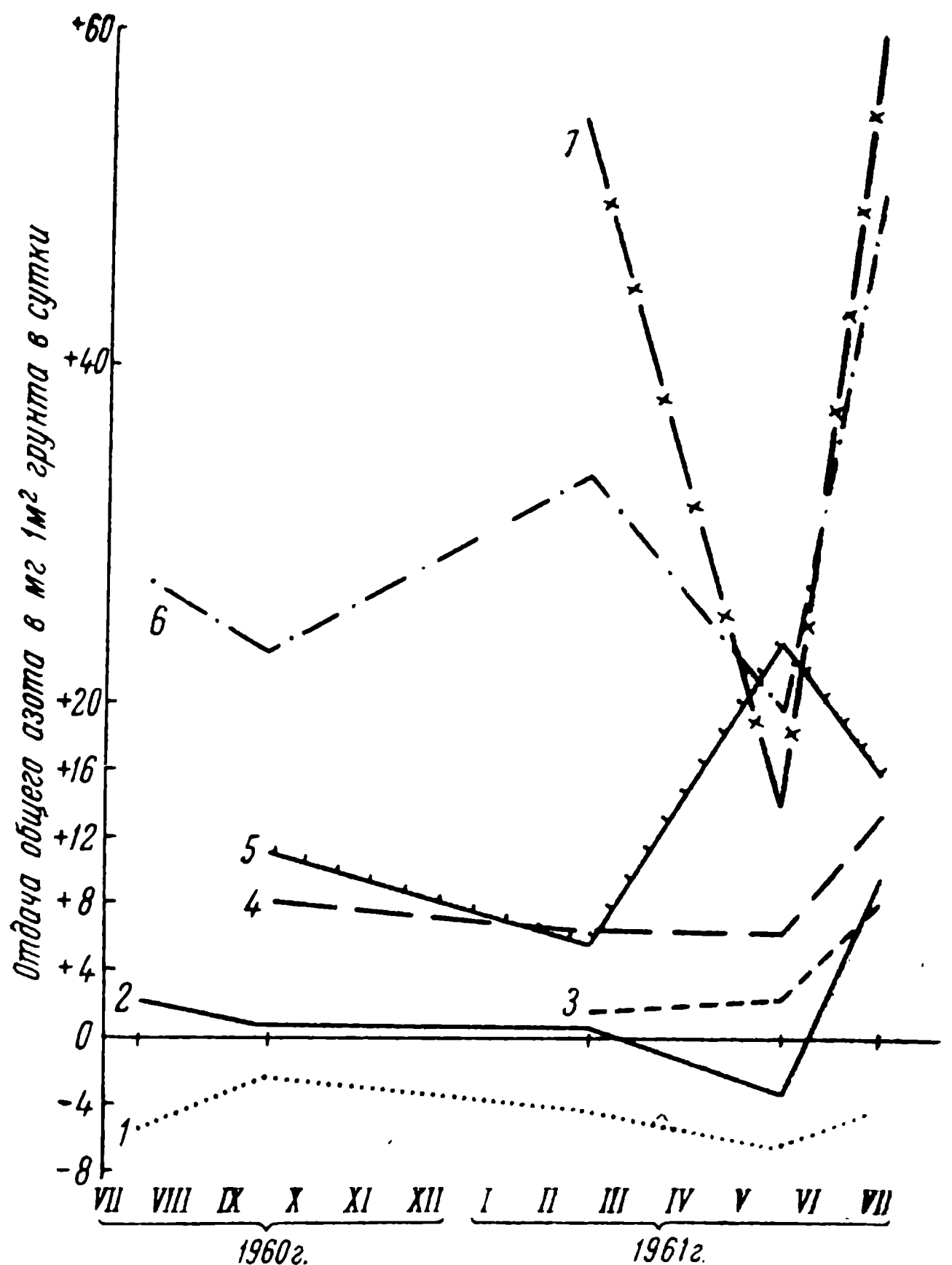


Рис. 2. Сезонные изменения отдачи общего азота различными грунтами Рыбинского водохранилища.

1 — песок; 2 — незаиленная почва; 3 — илистый песок; 4 — песчаный серый ил; 5 — торфянистый и переходный ил пойменных участков; 6 — серый ил русловых участков; 7 — торфянистый и переходный ил русловых участков.

Т а б л и ц а 3

Отдача общего азота грунтами Рыбинского водохранилища

Грунт	Площадь данного грунта				Отдача общего азота грунтами		
	по данным Курдина		принятая нами		в мг 1 м ² в сутки	в кг всей площадью данного грунта в сутки	в т всей площадью данного грунта в год
	%	км ²	%	км ²			
Песок	20	910	10	455	—4.4	—2002.0	—730.7
Илистый песок			10	455	+4.0	+1820.0	+664.3
Незаиленная почва . .	55	2502.5	55	2502.5	+0.7	+1751.8	+639.4
Песчаный серый ил . .	8	364.0	4	182.0	+7.7	+1401.4	+511.5
Серый ил русловых участков			1.5	68.25	+29.2	+1992.9	+727.4
Серый ил пойменных участков			2.5	113.75	(+10.0)*	+1137.5	+415.2
Торфянистый и переходный ил русловых участков	17	773.5	1.5	68.25	+35.0	+2390.8	+872.6
Торфянистый и переходный ил пойменных участков			15.5	705.25	+12.0	+8463.0	+3089.0
Итого	100	4550.0	100	4550.0	+3.7	+16952.0	+6187.5

* Эта величина выведена не на основе экспериментальных данных, а по аналогии с величиной отдачи общего азота, характерной для пойменных участков переходных и торфянистых илов.

ний азота в сутки, что составляет примерно 6000 т азота в год. Средняя величина отдачи азота дном водохранилища равна 3.7 мг на 1 м² в сутки, или 1.35 т на 1 км² в год.

ЛИТЕРАТУРА

К у р д и н В. П. 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1(4).
О в ч и н н и к о в И. Ф. 1950. Краткий очерк Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок», в. 1.
Т р и ф о н о в а Н. А. 1961. Определение величины выделения общего и минерального азота грунтами Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 11, М.—Л.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Н. А. ЗИМИНОВА и Н. А. ТРИФОНОВА

СОСТАВ И СЕДИМЕНТАЦИЯ ВЗВЕСЕЙ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В течение ряда лет нами изучались водные взвеси Рыбинского водохранилища. Одной из задач, которые при этом были поставлены, являлось исследование сезонных изменений состава взвесей, являющихся существенным фактором среды обитания и питания водных организмов. Определение состава и темпов седиментации взвесей в различные сезоны необходимо также для суждения о приходной части баланса отдельных компонентов грунта. В плане изучения сезонных изменений состава и седиментации взвесей были поставлены исследования зимой 1961 г. Станции располагались в северной части водохранилища у затопленного шлюза Ягорбы, в западной — у Борисоглеба, в центральной части Главного плёса — у Наволока и в Волжском плёсе — у Коприна.

Для сбора взвесей был использован метод ловчих стаканов. Стекляные цилиндрические сосуды диаметром 7.2 см, высотой 11 см укреплялись на тросе и опускались на глубину 2.5 м и в 1 м ото дна. Время экспозиции стаканов в водоеме 17—24 дня в марте и 4—7 дней в апреле. За время экспозиции в ловчих стаканах накапливались взвеси в количестве от 22 до 260 мг в пересчете на сухое вещество. Этого было достаточно для определения общего азота и потери при прокаливании, которая условно принималась за содержание органического вещества. Прокаливание производилось при температуре 450°. При этих условиях, по данным Е. В. Арибушкиной (1961), не происходит разложения карбонатов, которые могли встречаться во взвесах. Контрольные анализы карбонатов во взвесах до прокаливании и в зольном остатке дали одинаковые результаты.

Применение метода ловчих стаканов в подледный период исключает ошибки за счет быстрого разложения органического вещества и выедания его зоопланктоном, а также за счет вымывания взвесей из стаканов при волнении.

Результаты наблюдений приведены в таблице. Из таблицы следует, что величина осадконакопления в центре Главного плёса водохранилища в конце зимы равна 0.2—0.3 г сухого вещества на 1 м² в сутки, а в северной и западной частях плёса достигает 0.5—0.6 г/м² в сутки. В Волжском плёсе количество взвесей, осевших в ловчих стаканах, в среднем равнялось 0.9 г/м² в сутки.

С началом половодья возрастает количество взвесей в воде и соответственно возрастает величина осадконакопления. В период прохождения по Волжскому плёсу максимальных расходов воды количество осевших взвесей равнялось 13 г/м² в сутки.

Состав взвесей характеризуется следующими показателями. В конце зимы органическое вещество во взвесах составляло в среднем 50% сухого веса, а количество азота 0.85%. В период половодья, в связи с поступлением в водохранилище большого количества терригенного материала, состав взвесей изменился. К середине апреля содержание органического вещества уменьшилось до 15%, а общего азота — до 0.5%. Данные количественного и качественного анализов взвесей позволили рассчитать, что на дно водохранилища зимой оседает в среднем 4.2 мг азота на 1 м² в сутки. Отдача азота грунтами водохранилища в этот период равна, по данным Н. А. Трифоновой (1962), 2.7 мг/м² в сутки. Следовательно, имеет место накопление азота в грунтах водохранилища.

Количество и качественный состав взвесей в ловчих стаканах

Станция	Глубина (м)	Дата экспозиции	Горизонт (м)	Количество взвесей в ловчих стаканах (мг сухого веса)	Количество взвесей на 1 м² в сутки (г сухого веса)	Общее органическое вещество (% от сухого веса)	Углерод (% от сухого веса)	Азот (% от сухого веса)	Количество азота на 1 м² в сутки (мг)	C/N
Борисоглеб.	11.2	2 III—19 III 1961	5	36.0	0.5	53	31	0.71	3.4	44
			10	41.0	0.6	49	28	0.79	4.7	35
Паволок.	7	24 II—20 III 1961	2	27.5	0.3	92	53	—	—	—
			6	22.5	0.2	70	40	0.93	2.2	43
Затоплен- ный шлюз Ягорба.	14	4 III—23 III 1961	13	40.8	0.5	47	27	1.10	5.9	25
Коприно.	11	9 III—1 IV 1961	2	23.2	0.2	54	31	0.92	2.5	34
			5	24.6	0.7	37	21	0.88	6.4	24
			10	68.0	1.8	25	20	0.81	14.7	25
Коприно.	11	1—8 IV 1961	2	85.5	3.0	39	23	0.65	19.7	35
			5	70.5	2.6	34	20	0.69	17.2	29
			10	77.4	2.4	30	17	0.72	17.2	24
Коприно.	11	12—17 IV 1961	5	59.3	13.0	15	9	0.5	66.4	18

В период половодья, несмотря на то что процентное содержание азота во взвесах падает, абсолютное количество азота, оседающего на дно водоема, возрастает за счет увеличения общего количества взвесей и достигает в период пика половодья 66 мг/м² в сутки.

Высокие значения отношения C/N в зимних взвесах водохранилища свидетельствуют о том, что органическое вещество взвесей представляет собой сильно разложившиеся соединения, с малым содержанием белковых веществ.

Исходя из количества взвесей, накопившихся в ловчих стаканах, мы произвели ориентировочный расчет высоты слоя осадков, отлагающихся в водоеме за период с декабря по март. Если принять количество взвесей, оседающих на 1 м² дна, равным 0.5 г в сутки, объемный вес взвесей 0.2 г/см³, то высота слоя осадков, отлагающихся в водоеме за четыре зимних месяца, равна 0.2—0.3 мм.

ЛИТЕРАТУРА

А р и н у ш к и н а Е. В. 1961. Руководство по химическому анализу почв. Изд. Моск. гос. унив.
Т р и ф о н о в а Н. А. 1962. Обмен растворимыми формами азота между грунтами и придонным слоем воды Рыбинского водохранилища. Настоящий сборник.
Институт биологии внутренних вод
АН СССР

Н. А. ЗИМИНОВА

ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОНЕЖСКОЙ ВОДЫ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ СВИРСКИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА

Материалом для настоящей работы послужили наблюдения, сделанные в сентябре 1961 г. во время экспедиции Института биологии внутренних вод АН СССР на свирские водохранилища.

Основные параметры свирских водохранилищ приводятся в работе О. П. Антиповой (1961), а некоторые сведения об их скоростном и уровне-ном режиме содержатся в Лощи реки Свири (1960). Характерными особенностями свирских водохранилищ являются большая проточность и малая емкость, что обеспечивает интенсивную сменяемость вод.

Вода Онежского озера, являющегося основным источником питания Верхнесвирского водохранилища, характеризуется малой цветностью (20°), большой прозрачностью (7 м) и малым количеством взвесей (1.7 мг/л). Проходя через Верхнесвирское водохранилище, онежская вода существенно меняет свои свойства. Для того чтобы проследить трансформацию онежской воды при прохождении ею свирских водохранилищ, были сделаны измерения прозрачности, цветности и количества взвесей. Определение прозрачности производилось диском Секки. Цветность определялась в градусах платино-кобальтовой шкалы. Для определения количества взвесей был использован нефелометр модели НФМ.

Результаты измерений показали, что вода в верховьях Верхнесвирского водохранилища по изучавшимся показателям мало отличается от онежской. Но уже на участке от озера до Ивинского разлива под влиянием небольших притоков начинается постепенное изменение свойств озерной воды (рис. 1).

Наиболее резкие изменения свойств онежской воды происходят в Ивинском разливе. Воды разлива резко различаются по происхождению. Частично трансформированные онежские воды, с цветностью 35° и количеством взвесей 1.9 мг/л, проходят по затопленному руслу Свири, вдоль левого берега, не отступая от него более чем на 1 км. Вся остальная часть разлива заполнена сильно окрашенной водой притоков, с цветностью от 100 до 375° и содержанием взвесей 4—6 мг/л (рис. 2). При выходе из разлива онежские воды оттесняют цветные воды разлива к правому берегу. Далее, в русловой части водохранилища, происходит частичное смешение вод, в результате которого цветность онежских вод повышается до 60° , а цветность вод разлива уменьшается до 140° . Однако граница между онежскими водами и водами разлива прослеживается на станции № 12, в 10 км ниже разлива, очень хорошо: онежские воды идут в поверхностных слоях, цветные и более мутные воды разлива идут ниже 5-метрового горизонта. Градиенты цветности в стрежневой части русла достигают 50° на 1 м. Поскольку наше обследование носило предварительный характер, мы не могли выявить причины такого распределения водных масс по вертикали. Трудно допустить, что оно обусловлено температурными различиями онежских и ивинских вод. Разность температур в русловой и центральной частях разлива всего 0.5° . На протяжении следующих 10 км происходит дальнейшее перемешивание вод, и к станции № 12а достигается полная однородность распределения цветности и взвесей по вертикали. На нижнем участке водохранилища рассматриваемые показатели почти не меняются. Цветность остается равной $50—55^\circ$, количество взвесей 2.7—2.8 мг/л.

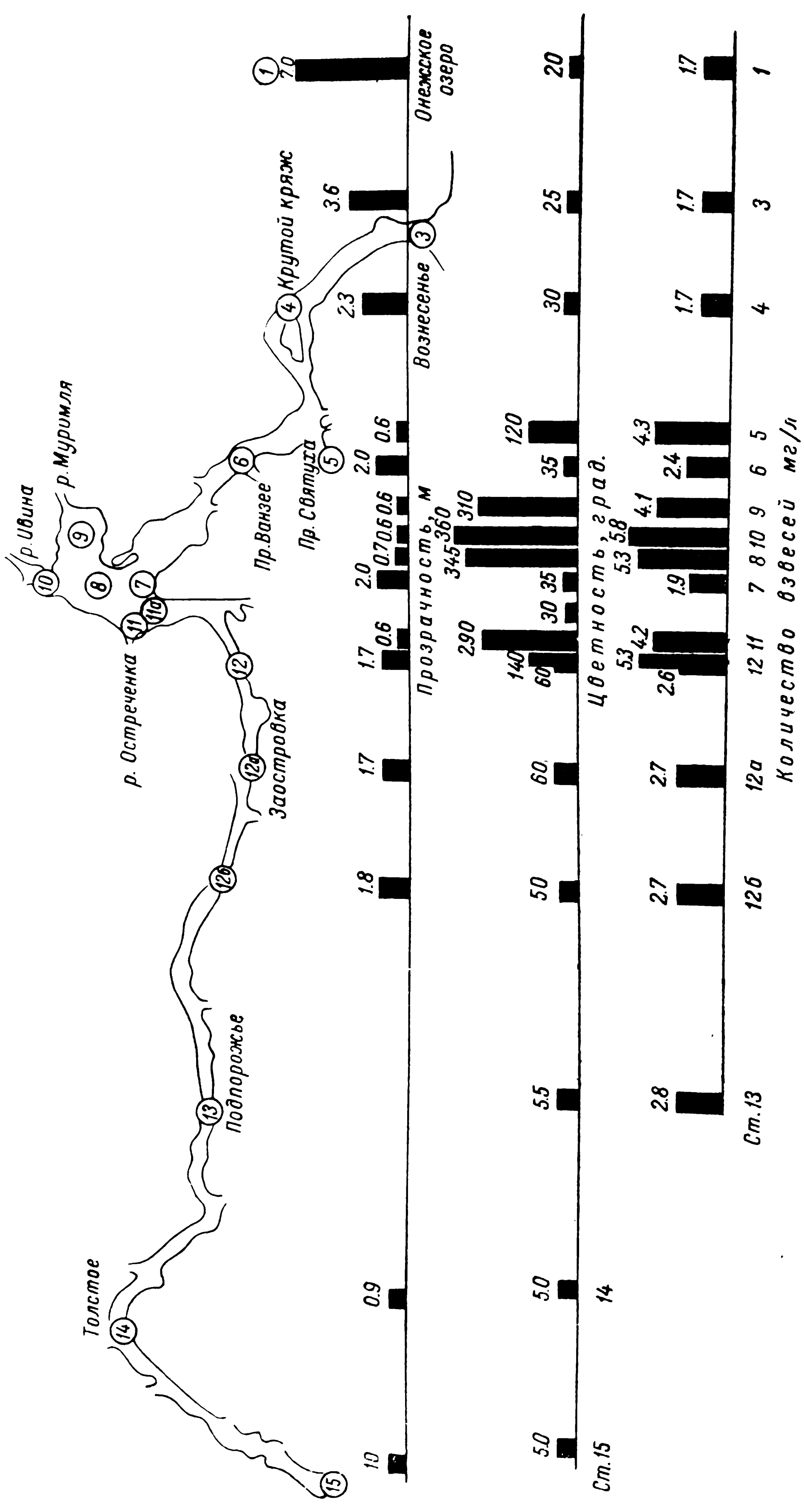


Рис. 1. Расположение станций на свирских водохранилищах.

Цифры в кружках — номера станций.

Таким образом, при прохождении онежской воды через Верхнесвирское водохранилище происходит заметное ухудшение ее качеств, в частности увеличение цветности в 2.5 раза и количества взвесей в 1.5 раза, при уменьшении прозрачности в 4 раза. Указанные изменения обусловлены физико-географическими условиями бассейна и особенностями гидрологического режима водохранилища.

В Нижнесвирском водохранилище цветность на всем его протяжении не меняется, прозрачность уменьшается с 1.8 до 1 м.

Измерений количества взвесей не производилось, но уменьшение прозрачности при одной и той же цветности свидетельствует о некотором возрастании количества взвесей. Это связано с большими, по сравнению с Верхнесвирским водохранилищем, скоростями течения и, соответственно, более интенсивными процессами русловой эрозии.

Менее выраженная трансформация вод в Нижнесвирском водохранилище объясняется еще более интенсивным водообменом и отсутствием значительного поступления вод, резко отличающихся по своим свойствам от основной водной массы.

Таким образом, онежская вода при прохождении свирских водохранилищ значительно изменяется и к концу пути имеет цветность 50° , прозрачность 1 м и количество взвесей более 2.8 мг/л.

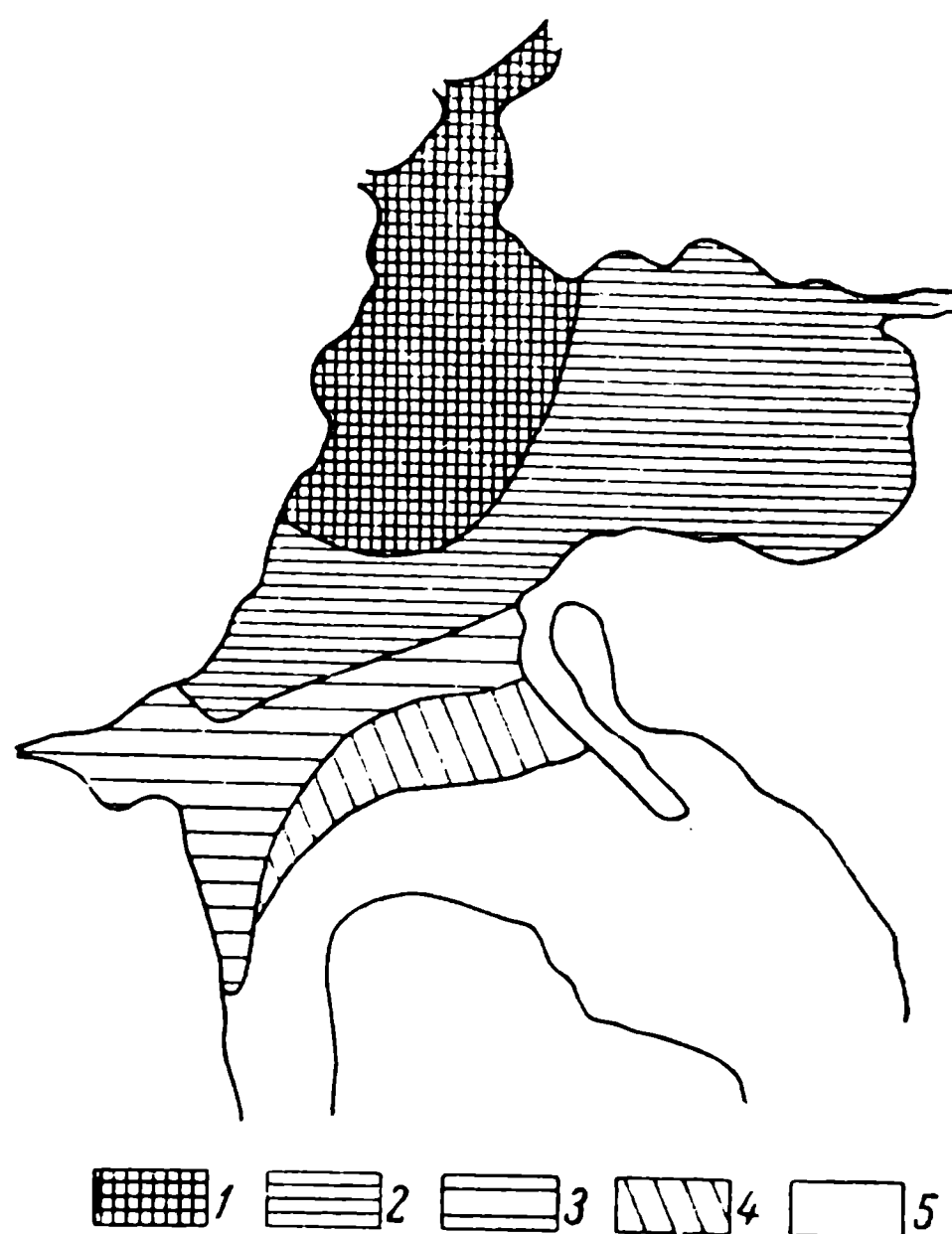


Рис. 2. Схема распределения вод различной цветности в Ивинском разливе.

1 — цветность 350° ; 2 — от 350° до 300° ;
3 — от 300 до 250° ; 4 — от 250 до 100° ;
5 — $< 100^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

А н т и п о в а О. П. 1961. Основные сведения о существующих, строящихся и проектируемых водохранилищах СССР. Изв. ГосНИОРХ, т. L.
Л о ц и я реки Свири. 1960.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

С. М. ЛЯХОВ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОЛГИ НА УЧАСТКЕ ОТ ВОЛЖСКОЙ ГЭС им. В. И. ЛЕНИНА ДО САРАТОВА

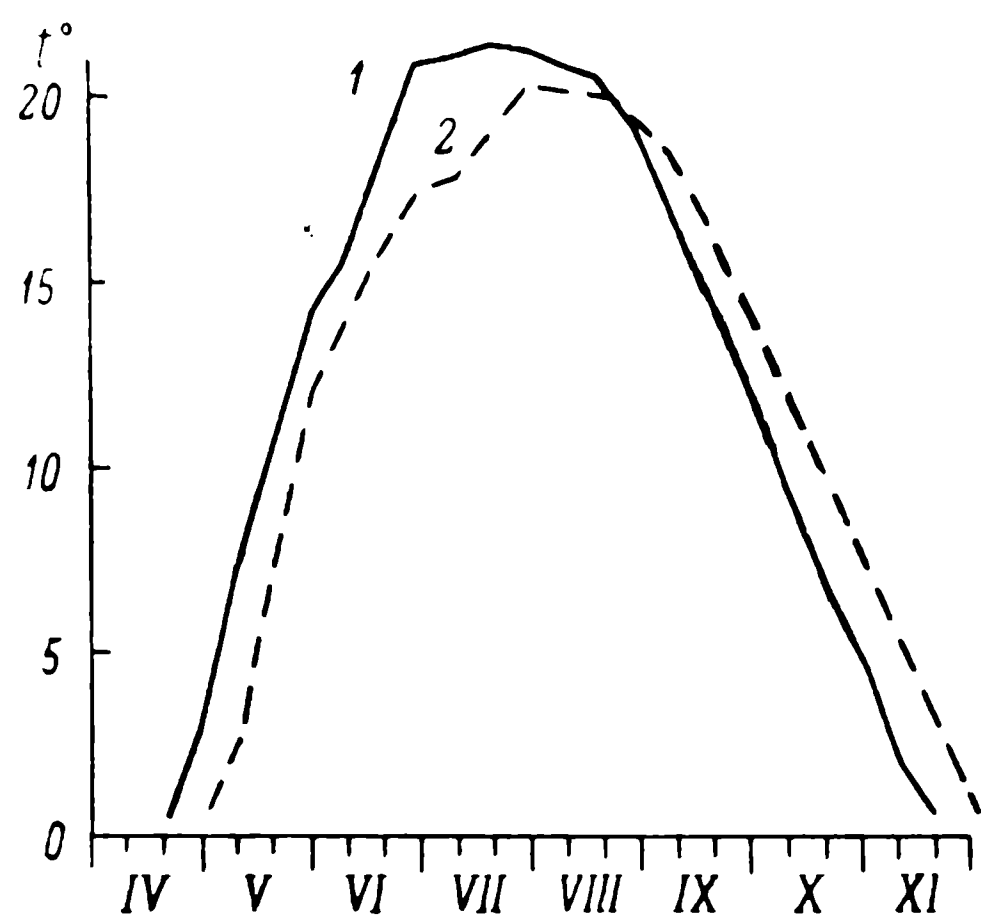
Создание на большой реке водохранилищ с водными массами, движущимися во много раз медленнее, чем в реке, вносит существенные изменения в температурный режим вод в нижних бьефах водохранилищ (Sie-minska, 1952; Абдурахманов, 1958; Лагранж, 1961; Сметанич, 1961). В настоящем сообщении рассматриваются изменения, которые Куйбышев-

ское водохранилище вносит в температурный режим нижнего бьефа и нижележащего участка реки.

В качестве материала использованы измерения температуры воды, произведенные на водомерных постах Гидрометслужбы. Для сравнительного анализа были взяты среднедекадные показатели температуры воды по 7 пунктам, от Волжской ГЭС до Саратова, с 1947 по 1955 г., в период бытового режима Волги,¹ и с 1957 по 1960 г., когда Куйбышевское водохранилище было заполнено до проектной отметки.

Температурные кривые, составленные по средним среднедекадным показателям за оба промежутка времени по водопосту Морквашей, находящемуся всего в 4 км ниже Волжской ГЭС, показаны на рисунке. После

сооружения Куйбышевской плотины весьма четко проявляется смещение температурной кривой вправо. В первую половину безледоставного периода, приблизительно до 1 августа, прогрев воды по сравнению с периодом бытового режима отстает на 6—8 дней весной (апрель—половина июня) и на 15—25 дней летом (вторая половина июня—июль). Во второй половине безледоставного периода, в сентябре—ноябре, на 6—12 дней отстает охлаждение воды. Если это явление смещения температурной кривой выразить в величинах температурных отклонений за одни и те же сроки, то они обнаруживают в среднедекадных показателях понижение на 1.5—4.5° в апреле—июле и повышение на 2.0—3.3° в сентябре—ноябре. Летний температурный максимум сдвинулся приблизительно на декаду.



Средняя среднедекадная температура воды в Волге у Морквашей.

Сплошная линия — 1947—1955 гг.; пунктирная линия — 1957—1960 гг.

Чтобы исключить предположение, что такая разница обусловлена метеорологическими факторами, в табл. 1 приводятся сведения о температуре воздуха за те же годы.

Обнаруживается, что среднемесячная температура воздуха после возникновения водохранилища изменилась в отдельные месяцы не более

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха, по данным Куйбышевской гидрометобсерватории

Годы	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Годовая сумма средне- месячных температур
1947—1955 (А)	6.0	14.1	20.0	20.8	19.4	13.0	4.6	97.9
1957—1960 (Б)	5.1	14.6	19.4	20.8	18.8	12.6	3.4	94.7
Б — А	—0.9	+0.6	—0.6	0.0	—0.6	—0.4	—1.2	—3.2

¹ За предшествующие несколько лет материалы по Нижней Волге отсутствуют.

чем на 1.2°. Что касается направления отклонений, то в первой половине безледоставного периода они имели место в ту и другую сторону, в июле среднемесячные температуры за периоды до и после возникновения водохранилища совпали, а во второй половине отклонения были отрицательными. Таким образом, очевидно, что температурные особенности Волги за последние годы, выразившиеся в значительном смещении температурной кривой вправо, не обусловлены метеорологическими причинами.

По мере удаления от плотины Волжской ГЭС различия в термике сравниваемых периодов сглаживаются. С целью характеристики этого процесса для ряда пунктов от Волжской ГЭС им. Ленина до Саратова подсчитаны средние отклонения среднедекадных температур воды за обе половины безледоставного периода: апрель—июль, когда отстаёт прогрев воды, и август—ноябрь, когда отстаёт её остывание.²

Примечательно, что даже у Саратова, т. е. более чем в 500 км от плотины, разница в температурном режиме Волги до и после зарегулирования Куйбышевским водохранилищем заметно ощущается. Если грубо принять среднюю скорость течения за навигационный период на участке Куйбышев—Саратов равной 1 м/сек., то общая продолжительность добегания водохранилищной воды до Саратова составит приблизительно 6 суток. Очевидно, в условиях турбулентного потока, несмотря на то, что Волга течёт в меридиональном направлении, этот промежуток времени является недостаточным для того, чтобы температура воды на данном участке Волги в средних показателях достигла значений, наблюдавшихся в бытовых условиях. Однако на протяжении 500 км величина среднего отклонения уменьшается в 2.5 раза в первую половину безледоставного периода и в 6 раз — во вторую. Эта разница, по-видимому, объясняется некоторым общим похолоданием во второй половине (табл. 1). Если бы этого похолодания не было, очевидно, средняя температура воды на участке Волжская ГЭС им. Ленина—Саратов была бы в осенний период несколько выше.

При сравнении годовых сумм среднедекадных температур воды в Волге на её протяжении до Саратова за те же промежутки времени (табл. 2)

Т а б л и ц а 2

Показатели изменения термического режима Волги на участке плотина Волжской ГЭС—Саратов

Пункт	Среднедекадные отклонения температуры		Годовая сумма среднедекадных температур		
	IV—VII	VIII—IX	1947—1955 (А)	1957—1960 (Б)	Б—А
Моркваши	—2.2	+1.7	281.7	278.8	—2.9
Поляна Фрунзе	—1.4	+1.3	281.0	281.6	+0.6
Правая Волга	—1.8	+0.9	287.8	281.1	—6.7
Малая Федоровка	—1.5	+0.7	283.9	274.9	—9.0
Вольск	—1.4	+0.4	295.4	285.8	—9.6
Березняки	—1.2	+0.4	287.0	279.4	—7.6
Саратов	—0.9	+0.3	299.0	294.7	—4.3

² Проследить ход температуры воды на участке Волги ниже Саратова не представляется возможным, так как подпор вновь построенного Волгоградского водохранилища в 1959 г. доходил до Саратова, а в 1960 г. — несколько выше, и, таким образом, речной термический режим оказался здесь в последние годы искаженным.

видно, что они почти везде после сооружения Куйбышевского водохранилища ниже, чем до зарегулирования. По-видимому, причина этого заключается в том же незначительном общем похолодании во вторую половину безледоставного периода (табл. 1).

Какова природа температурных смещений в нижнем бьефе водохранилища по сравнению с бытовым режимом? Прогрев больших водных масс в водохранилище в первой половине навигационного периода и охлаждение — во второй идут значительно медленнее, чем это происходит в речном потоке. В водохранилище на больших глубинах наблюдается вертикальная термическая стратификация. Так как на турбины гидроэлектростанций поступает вода из всех слоев приплотинного участка водохранилища, перемещиваясь в щитовом отделении ГЭС и в спиральных камерах ее агрегатов, температура воды оказывается в нижнем бьефе ниже, чем она была в бытовых условиях в первой половине лета, и выше — во второй.

Температура воды является одним из наиболее важных факторов среды, определяющих темпы метаболизма живых организмов. Несомненно, вместе со смещением весеннего прогрева воды смещаются и многие существенные биологические процессы у гидробионтов — беспозвоночных и рыб, прежде всего процессы размножения, связанные по срокам обычно с первой половиной безледного периода. Это смещение в районе, непосредственно прилегающем к плотине Волжской ГЭС, выражается в среднем в 6—8 сутках. Ниже продолжительность его уменьшается. Что касается суммарного объема процессов метаболизма у волжских гидробионтов в течение безледного периода, то он в общем должен оставаться на том же уровне, так как годовая сумма температур и, следовательно, запас тепла в воде существенно не изменились.

ЛИТЕРАТУРА

- А б д у р а х м а н о в Ю. А. 1958. Влияние Мингечаурского водохранилища на поведение рыб в нижнем бьефе плотины. Тез. докл. Совещ. по вопр. рыбохоз. освоения водохранилищ.
- Л а г р а н ж Р. В. 1961. Продольный гидрологический разрез по р. Волге на участке от г. Астрахани до Ставрополя, выполненный с 7 по 13 июля 1959 г. Аннотации к работам, выполненным Касп. отд. Всес. н.-иссл. инст. морск. рыбн. хоз. и океаногр. в 1959 г., сб. 3.
- С м е т а н и ч В. С. 1961. Почему не замерзает Кама в Перми. Природа, № 12.
- S i e m i n s k a I. 1952. The plankton of the artificial lake at the Roznów Dam. Mém. Acad. Polon. Sc. et Let., sér. B., № 18.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

Н. В. БУТОРИН

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД ЗАМЕРЗАНИЯ

В связи с тем, что водохранилища во время замерзания труднодоступны, их температурный режим в этот период не изучен. Между тем изучение характера горизонтального и вертикального распределения температуры воды по акватории водохранилища и средних температур воды на вертикали в период замерзания представляет существенный интерес. Эти характеристики необходимы как исходные данные для вы-

яснения районов наиболее раннего ледообразования, предсказания температуры воды и ее изменений в зимний период и для получения данных о величине осеннего охлаждения водохранилища.

Лабораторией гидрологии Института биологии внутренних вод АН СССР в ноябре 1961 г. была выполнена специальная температурная съемка Рыбинского водохранилища. Съемке предшествовало резкое похолодание. Температура воздуха 7 ноября в районе Борка понизилась до -10° . К 13 ноября весь участок водохранилища от Коприна до Шумаровского

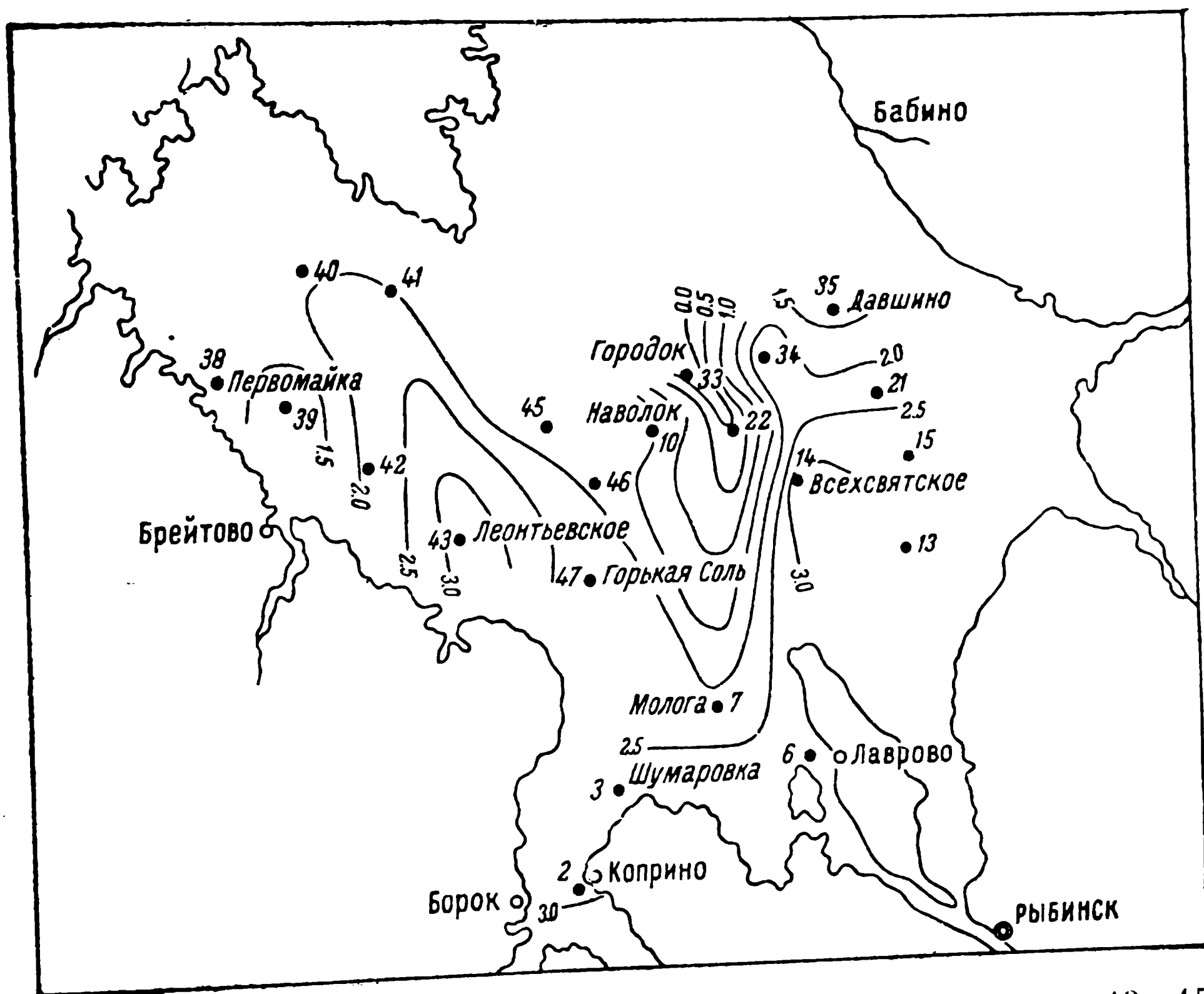


Рис. 1. Изотермы средней температуры воды в водохранилище 13—15 ноября (в $^{\circ}$).

острова покрылся сплошным льдом толщиной 3—4 см. По данным Рыбинской гидрометобсерватории, замерзание водохранилища в эти дни началось в Моложском плесе у Первомайских островов, а в Шекснинском — в районе Ягорбы.

Наблюдения были начаты 13 ноября во второй половине дня при температуре воздуха от -6.0 (ст. 14) до -13.0° (ст. 43) — см. рис. 1. Облачность в период наблюдений колебалась от 2 до 4 баллов. Ветер преобладал юго-юго-западного направления, со скоростью от 1 до 6 м/сек. Наблюдения у Коприна (ст. 2) производились при сплошном ледяном покрове, а у Горькой Соли (ст. 47) — при наличии сала. Сало и блинчатый лед отмечались 15 ноября в районе Наволока (ст. 10), а севернее Городка (ст. 33) была видна сплошная кромка льда.

Приведенные в таблице данные температурных наблюдений показывают, что температура воды на отдельных участках водохранилища имела существенные различия. Из таблицы видно, что наиболее низкая температура воды наблюдалась в районе Городка (ст. 22, 33). Средняя температура воды на вертикали на ст. 33 равнялась 0° , а на ст. 22 — 0.02° . Низкая температура воды в этом районе обусловлена прежде всего поступлением сюда шекснинской воды, температура которой в этот период зна-

у Коприна (ст. 2) при наличии ледяного покрова она равнялась 2.98° , а у Шуморовского острова (ст. 3) — 2.84° . В Волжском плёсе водохранилища наблюдался редкий случай замерзания участка водной поверхности при относительно высокой средней температуре водной массы. Наиболее высокая средняя температура воды была в районе Всехсвятского (ст. 13—15), а максимальная — у Леонтьевского (ст. 43), где она равнялась 3.36° . Общее представление о распределении средней температуры воды в водохранилище в этот период дают изотермы на рис. 1.

В период съёмки водохранилища наблюдалось несколько характерных типов распределения температуры воды по вертикали, представленных кривыми на рис. 2. Для станций, расположенных на участках водохранилища, покрытых льдом, относительно низкая температура воды на поверхности постепенно повышалась с глубиной и ко дну достигала максимальных значений (рис. 2, а, б). Наибольшая разность между температурой воды поверхностного и придонного слоя наблюдалась у Коприна (ст. 2) и равнялась 3.28° . В открытой части водохранилища с усилением ветрового перемешивания происходило выравнивание температуры воды по вертикали (рис. 2, в, г). Разность между температурой воды на поверхности и у дна в открытой части водохранилища, как правило, была меньше 0.3° , но и в данном случае температура придонного слоя воды была выше, чем на поверхности. Только вблизи кромки льда в районе Городка при глубинах порядка 6—7 м ветер в 5—6 м/сек. обеспечивал полное перемешивание водной массы (рис. 2, д, е). Следовательно, в период замерзания водохранилища на большинстве вертикалей наблюдалась хорошо выраженная обратная стратификация температуры.

Из изложенного видно, что распределение температуры воды в период замерзания водохранилища имело свои особенности. Наиболее низкая температура воды отмечалась в Шекснинском плёсе. В то время как в речных плёсах шло интенсивное ледообразование, иногда даже при относительно высокой средней температуре водной массы (Волжский плёс), в центральной части водохранилища, особенно в районе Всехсвятского, средняя температура воды была выше 3° .

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

К. К. ЭДЕЛЬШТЕЙН

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ ТЕРМОГИДРОМЕТРОМ

Исследование скоростного режима водохранилищ значительно осложняется из-за отсутствия надежных приборов и методов измерения скоростей течения воды в зоне распространения подпора. В результате ряда методических работ на Рыбинском водохранилище (Буторин и Эдельштейн, 1961; Буторин и Литвинов, 1961) удалось подобрать необходимые самопишущие приборы и с их помощью получить инструментальные данные о течениях Волжского и частично Моложского плёсов. Скоростной режим Центрального плёса в настоящее время почти совершенно не изучен, главным образом из-за весьма малых скоростей движения воды, которые не улавливаются применявшимися до сих пор приборами.

В процессе поисков прибора для измерения малых скоростей течения воды нами был испытан термогидрометр конструкции В. А. Рымши (1958). Термогидрометры, изготовленные в экспериментальной мастерской Института биологии внутренних вод АН СССР, принципиально аналогичны прибору Рымши, но имеют некоторые конструктивные усовершенствования: 1) рабочий элемент датчика в нашем варианте прибора расположен вертикально и изолирован от воды клеем марки «Рapid»; 2) датчик соединен с кабелем водонепроницаемым контактным устройством, позволяющим при необходимости отсоединять датчик; 3) в качестве кабеля использован легкий телефонный шнур ТРВК; 4) питание нагревателя осу-

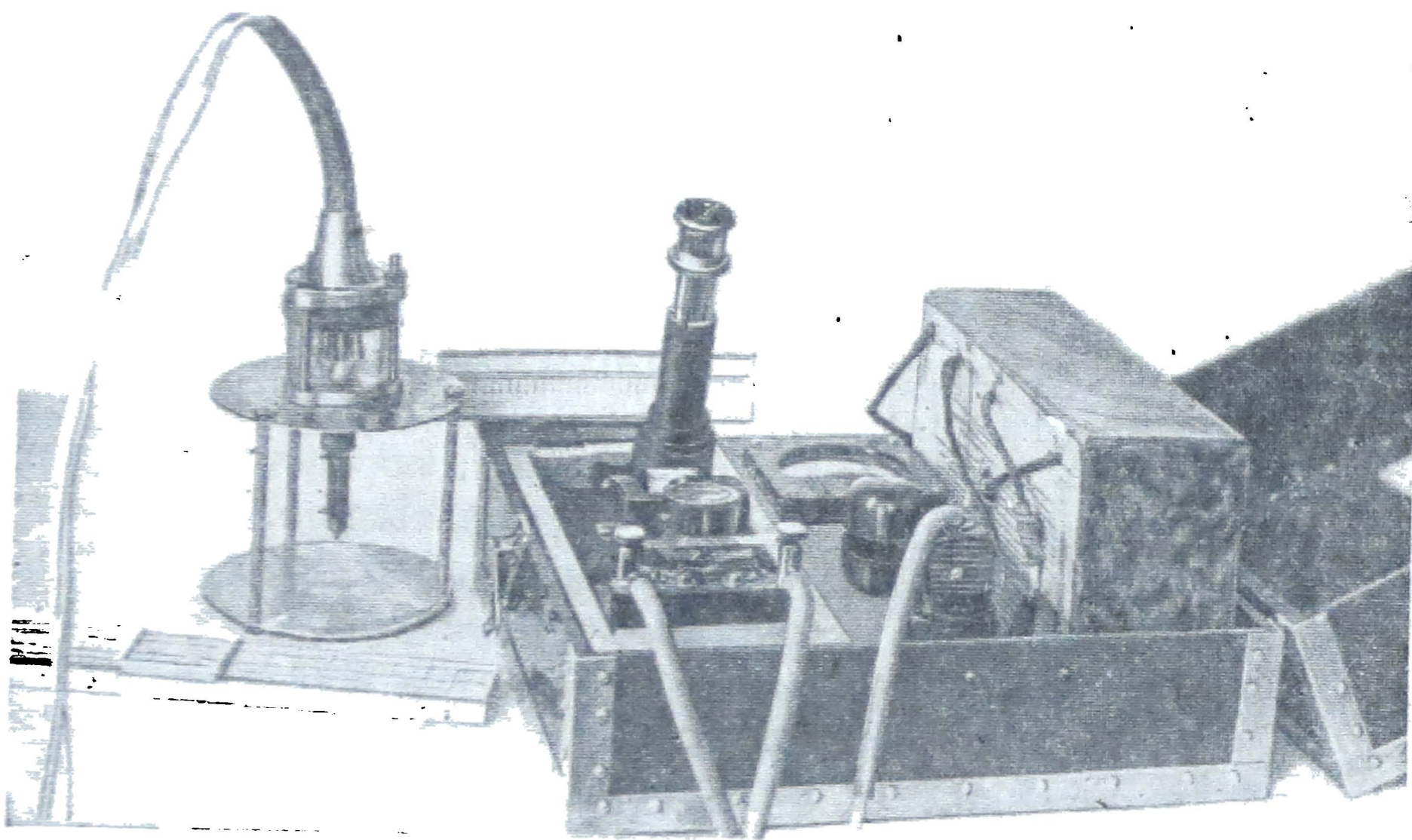


Рис 1. Общий вид термогидрометра.

ществляется постоянным током в 100 ма от батареи БАС-80; 5) термоток измеряется переносным гальванометром ГЗП-47. Общий вид датчика и приемной части прибора представлен на рис. 1.

Тарировка термогидрометра была произведена в круговом тарировочном лотке конструкции инженера Г. Я. Ламбергса. Лоток, наружный диаметр которого 2000 мм, имеет площадь живого сечения 180×180 мм. Коромысло, на котором укреплен датчик, приводится в движение электромотором через редуктор и систему сменных шестерен. Изменяя их комбинации, можно получить практически любую необходимую для тарировки скорость движения датчика по окружности. Равномерность этого движения контролируется с помощью электроконтактной системы. Для гашения возникающего при тарировке попутного тока воды использовались специальные гасители течения, с помощью которых удалось полностью ликвидировать круговое движение воды в тарировочном лотке. В результате тарировки получена тарировочная кривая. В качестве рабочего диапазона скоростей датчика был выбран интервал от 0 до 8.0 см/сек., т. к. при больших скоростях течения показания прибора становятся менее надежными. Наибольшей чувствительностью датчик обладает в интервале скоростей 0—3.0 см/сек.

Испытания термогидрометра в полевых условиях производились нами в Центральном плесе Рыбинского водохранилища весной и летом 1960 г. и зимой 1961 г. Наблюдения показали, что при высокой чувстви-

тельности прибора к малым скоростям необходима твердая фиксация его в точке измерений, чего достичь при работе с судна в открытых частях водоема практически невозможно, но что легко осуществимо в зимний период при наблюдениях со льда. По этой причине мы отказались от использования данного прибора в навигационный период. Зимой испыта-

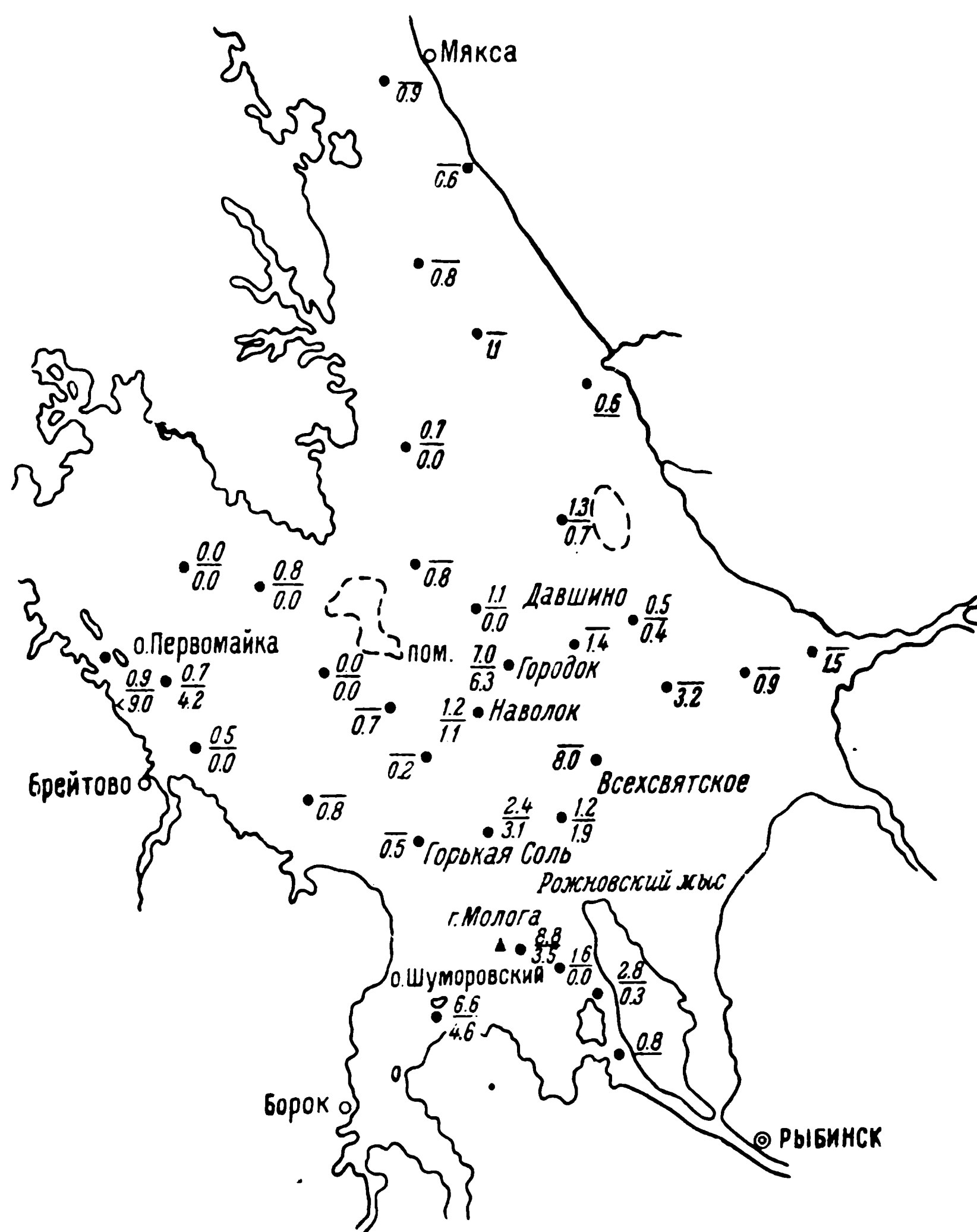


Рис. 2. Скорости движения воды в феврале (числитель) и марте (знаменатель) 1961 г.

ния термогидрометра прошли успешно и дали положительные результаты.

В 1960 г. в Центральном плёсе Рыбинского водохранилища термогидрометром были замерены скорости течения на нескольких разрезах, причем на разрезе Рожновский мыс—Пункт открытого моря (ПОМ) они производились дважды — 27 марта и 9 апреля. На шести станциях этого разреза средние по вертикали скорости имели значения от 0.4 см/сек. на веро-северо-западу от Рожновского мыса). При повторении разреза были отмечены несколько большие скорости — 1.4—3.5 см/сек. При измерениях скоростей на разрезе Наволок—Давшино 28 марта (6 станций) выявилась более высокая проточность правой поймы Шексны и ее русла (3.0—4.5 см/сек.) по сравнению с левой поймой, где скорости не превышали 1.6 см/сек. 31 марта с помощью термогидрометра был измерен рас-

ход воды на Шексне 1.5 км выше устья Суды, который составил $25.5 \text{ м}^3/\text{сек.}$, при средней скорости по живому сечению 2.4 см/сек.

В 1961 г. измерения течений производились на 34 станциях, равномерно распределенных по акватории Центрального плёса. На большинстве

из них наблюдения производились дважды: в феврале и в марте. Скорости течения измерялись на стандартных горизонтах, а затем графическим способом рассчитывалась средняя скорость по вертикали (рис. 2).

Наибольшие скорости (до 8.8 см/сек.) отмечены в русле Волги у Шуморовского острова и затопленного города Мологи. К востоку от этого района, на пойме и в русле Волги, скорости снижались до $0.0\text{—}2.8 \text{ см/сек.}$, а к северу от него — до $0.7\text{—}3.1 \text{ см/сек.}$ На затопленном водоразделе Шексны и Мологи скорости движения воды составляли $1.0\text{—}2.0 \text{ см/сек.}$ В северо-западной части Центрального плёса на большинстве станций перемещение воды полностью отсутствовало, за исключением русла Мологи у Борисоглеба и Первомайки, где в феврале были замерены скорости 0.7 и 0.9 см/сек. , а в марте — 4.2 и выше 9.0 см/сек. Для шекснинской части Центрального плёса были характерны скорости перемещения воды порядка 1.0 см/сек. , и только на двух русловых станциях — Городок и Всехсвятское — средние по вертикали скорости составили $6.3\text{—}8.0 \text{ см/сек.}$ Юго-восточная часть водохранилища и его Сбросный плёс остались необследованными из-за ненадежности ледяного покрова.

Распределение скорости по вертикали было довольно однообразно — максимум чаще всего наблюдался в средней части вертикали, а к нижней кромке льда и ко дну скорости плавно снижались (рис. 3). В отдельных случаях наибольшие скорости наблюдались в верхней части вертикали.

Пиковый режим сбросов Угличской и Рыбинской ГЭС обуславливает значительные колебания во времени скоростей течения в Волжском и Сбросном плёсах водохранилища (Кренке, 1958; Буторин и Литвинов,

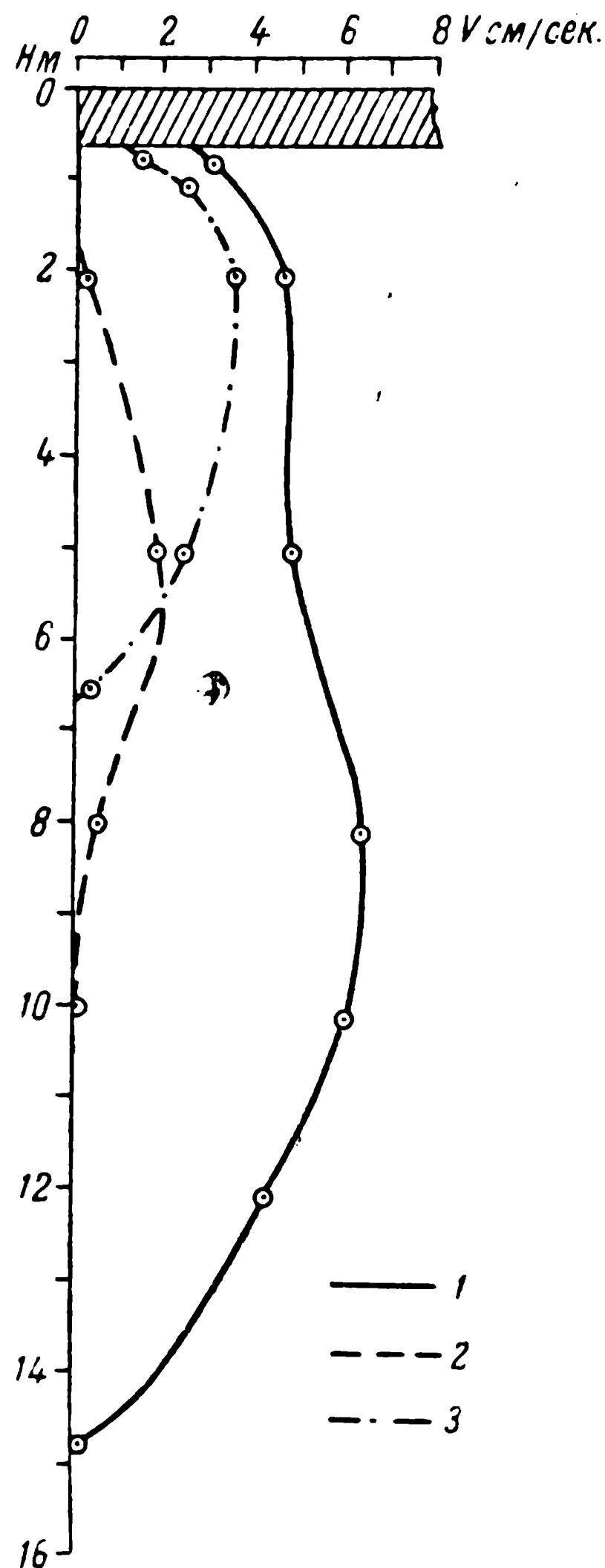


Рис. 3. Характерные кривые вертикального распределения скоростей течения.

1 — русло Шексны у затопленного села Городок 13 ч. 30 м. 28 III 1960; 2 — русло Мологи на траверзе Брейтова 21 II 1961; 3 — станция в 10 км к северу от затопленного г. Мологи 16 ч. 10 м. 14 II 1961

1961) Подобную, но, очевидно, менее ярко выраженную пульсацию скоростей следует ожидать и в Центральном плёсе. Поэтому приведенные выше эпизодические измерения могут дать лишь самое первое, ориентировочное представление о порядке величин скоростей движения воды зимой в том или ином районе Центрального плёса.

Опыт применения термогидрометра для измерения скоростей движения воды в малопроточных районах Рыбинского водохранилища показал, что прибор обладает рядом положительных качеств: высокой чувствительностью к скоростям течения от 0 до 8 см/сек. , небольшой инерцией;

кроме того, он малогабаритен и удобен в работе. Благодаря этим качествам термогидрометр может быть успешно использован при исследованиях со льда малых скоростей движения воды в озерах, водохранилищах и прудах. Существенным недостатком прибора является отсутствие указателя направления потока.

В заключение мы пользуемся случаем выразить глубокую благодарность старшему научному сотруднику Государственного гидрологического института В. А. Рымше, оказавшему нам большую помощь при изготовлении приборов.

ЛИТЕРАТУРА

- Б у т о р и н Н. В. и А. С. Л и т в и н о в. 1961. Опыт применения самописца течений Ю. К. Алексеева для изучения скоростного режима водохранилищ. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 12.
- Б у т о р и н Н. В. и К. К. Э д е л ь ш т е й н. 1961. Опыт применения электробиблиарной вертушки (ЭБВ-7) для изучения течений Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 11.
- К р е н к е А. Н. 1958. Материалы по течениям Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок» АН СССР, в. 3.
- Р ы м ш а В. А. 1958. Прибор для измерения малых скоростей течения воды. Метеорология и гидрология, № 9.

Институт биологии внутренних вод
АН СССР

С. В. ШМАНЕВ и В. И. РОМАНЕНКО

ПРОСТОЙ ПРИБОР ДЛЯ СЧЕТА КОЛОНИЙ БАКТЕРИЙ НА ЧАШКАХ ПЕТРИ

При учете общего количества сапрофитных бактерий производятся массовые подсчеты колоний бактерий на чашках Петри. При значительном содержании бактерий в посевном материале учет их представляет значительные затруднения. Обычно сосчитанные колонии отмечаются специальными чернилами на чашке Петри, а их количество во время счета приходится запоминать. При этом, когда количество колоний на чашке достигает нескольких десятков, а иногда и сотен, легко сбиться со счета.

Нами был сконструирован и применен простой прибор, облегчающий счет колоний бактерий. Его можно собрать в любой лаборатории, устройство его очень просто, и при некотором навыке он значительно облегчает и ускоряет подсчет колоний бактерий.

Прибор состоит из электромагнитного счетчика с сопротивлением 1000 ом, двух последовательно соединенных батареек от карманного фонарика КФС-Л-0.50 и ученической ручки (см. рисунок).

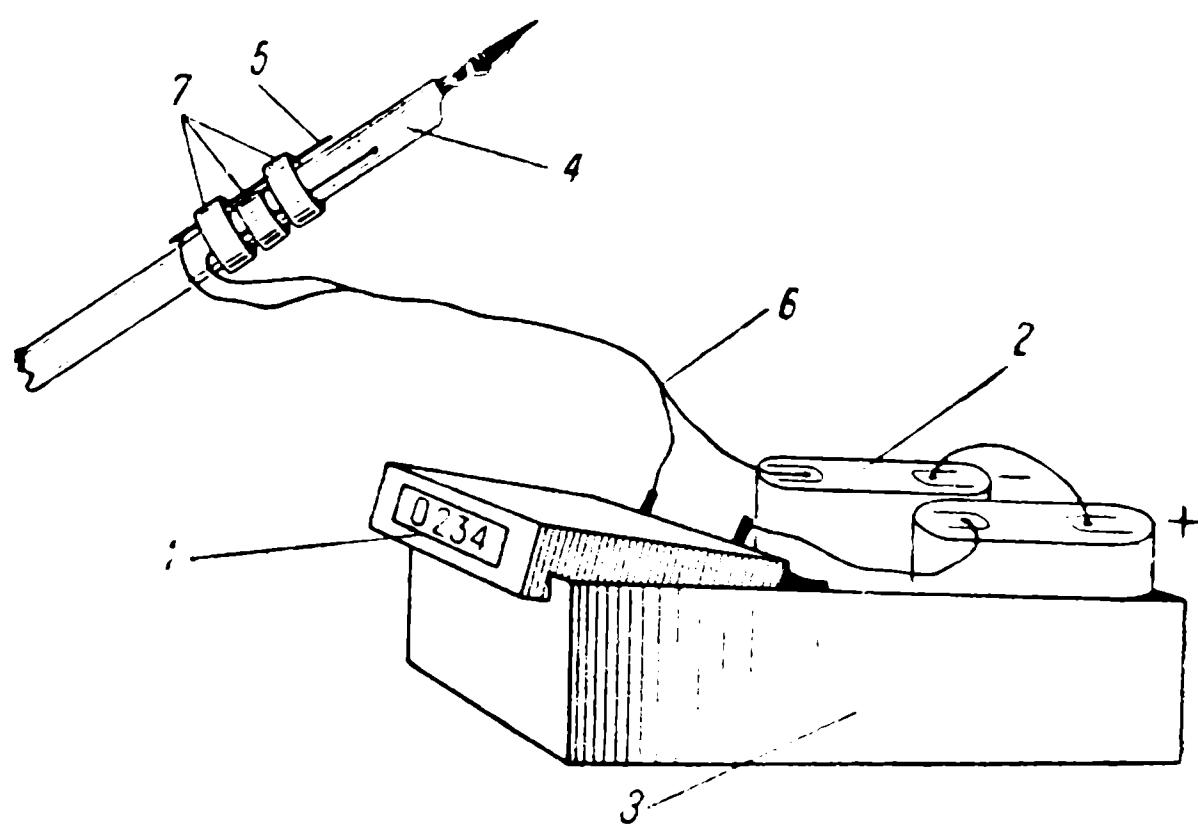


Схема прибора.

1 — электромагнитный счетчик; 2 — батарейки карманного фонарика; 3 — ящик; 4 — ручка; 5 — металлическая пластинка; 6 — провод; 7 — резиновые кольца.

Тонким изолированным проводом длиной 35—40 см одна из клемм батарейки присоединяется к металлическому наконечнику ручки. Другая клемма через электромагнитный счетчик присоединяется к небольшой металлической пружинящей пластинке, которую можно сделать из распилющенного пера. Последняя укрепляется на ручке таким образом (см. рисунок), что от легкого нажима указательного пальца руки происходит замыкание цепи, и счетчик срабатывает. Пружина крепится следующим образом. На ручку надевается кольцо из резинового шланга 4—5 мм шириной (см. рисунок), поверх которого кладется пружина, и на нее надевается два таких же кольца: одно, более слабое, — на конец пружины, ближе к пишущему перу, другое, более широкое, — на противоположный конец. Передвижением резиновых колец можно добиться такого положения, когда от легкого нажима указательного пальца руки между пружиной и металлической частью ручки произойдет контакт.

Счет колоний производится ручкой, как обычно. Ученные колонии отмечаются на чашке чернилами. При этом при прикосновении пера к чашке Петри производится одновременное нажатие на пружину указательным пальцем. Между пружиной и ручкой происходит контакт, что отмечает электромагнитный счетчик. Количество колоний после просчитывания записывается по показаниям прибора. Батарейки и счетчик для удобства можно поместить в картонный или деревянный ящик.

ПАМЯТИ ЯКОВА ВЛАДИМИРОВИЧА РОЛЛА

(1887—1961)

3 XI 1961 после тяжелой и продолжительной болезни скончался в г. Одессе член-корреспондент АН СССР профессор Яков Владимирович Ролл — один из основоположников советской потамобиологии и биологии водохранилищ, выдающийся исследователь-гидробиолог и ботаник-альголог.

Яков Владимирович Ролл родился в 1887 г. в г. Луганске. Окончил реальное училище в Харькове в 1908 г. и в том же году поступил на естественный факультет Харьковского университета. Его способности к научной и педагогической деятельности проявились еще в студенческие годы, и в возрасте 24 лет он начал работать как ассистент проф. В. М. Арнольди по ботанике на Высших женских курсах при Университете. В эти же годы определились его научные интересы, и с 1912 г. Яков Владимирович вместе со своим учителем проф. В. М. Арнольди начал работать на основанной последним Северодонецкой биологической станции, где изучал альгофлору и занимался систематикой водорослей. Специализировавшись как ботаник и избрав своей узкой специальностью альгологию, он в 1913 г. блестяще закончил Университет и был оставлен при Кафедре ботаники для подготовки к профессорскому званию. С 1915 г. началась его преподавательская деятельность в области ботаники, продолжавшаяся свыше 40 лет. Курсы ботаники Яков Владимирович читал сначала как ассистент и преподаватель Харьковского сельскохозяйственного и лесохозяйственного и Харьковского фармацевтического институтов, затем с 1920 г. как профессор ботаники в тех же институтах и ряде других вузов г. Киева. В те же годы начали формироваться интересы Якова Владимировича в области гидробиологии. В результате ряда поездок и экскурсий в северные районы СССР Яков Владимирович собрал, обработал и опубликовал большой материал по систематике, морфологии и экологии десмидиевых, выпустив серию монографических описаний отдельных родов этих водорослей. Продолжая и углубляя альгологические исследования на Северодонецкой гидробиологической станции, Яков Владимирович все больше интересуется вопросами гидробиологии, начав систематическое изучение фитопланктона внутренних водоемов



и широко применив с этой целью количественный учет. Наряду с продолжающейся работой в области систематики водорослей, где он приобрел широкую известность многочисленными описаниями новых видов и форм, он участвует в санитарно-гидробиологическом исследовании водохранилищ Донбасса (1927 г.), изучает фитопланктон Северного Донца, а затем и Днепра.

С 1930 г. начался киевский этап деятельности Якова Владимировича, продолжавшийся свыше тридцати лет. В Киеве он работает в институтах рыбного и водного хозяйства (1932—1934 гг.), где наладил исследования рек Украины, в особенности Днепра и его притоков, в Институте ботаники АН УССР, где организовал Лабораторию альгологии, начавшую выпуск серии определителей «Пресноводные водоросли Украины». С 1934 г. Яков Владимирович заведовал Отделом планктонологии и бентологии Днепровской биологической станции, а с 1937 г. стал директором этой станции, преобразованной в 1939 г. в гидробиологическую, а затем, в 1940 г., — в Институт гидробиологии АН УССР.

Благодаря энергии и инициативе Якова Владимировича небольшая биологическая станция превратилась в крупную научную организацию, начавшую гидробиологические и ихтиологические исследования большого масштаба. Было налажено изучение биостока Днепра на Переяславском створе (в связи с проектом строительства Кременчугской ГЭС), организованы комплексные экспедиции, проведена Всесоюзная гидробиологическая конференция. Отечественная война прервала эти работы.

В годы Отечественной войны Яков Владимирович работает в Башкирии, руководя объединенным Институтом зоологии АН УССР, в состав которого входили институты зоологии, гидробиологии, микробиологии и Карадагская биологическая станция. Институт в трудных условиях эвакуации проводил большую исследовательскую работу, способствуя мобилизации природных ресурсов братской республики на нужды обороны, за что Яков Владимирович был награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета Башкирской АССР. Не прекращал Яков Владимирович и педагогической работы, читая курс общей биологии в Башкирском медицинском институте. Одновременно он проводил работы в области гидробиологических исследований. Так, например, им было проведено санитарно-гидробиологическое исследование р. Белой в районе Уфы и предложен ряд мероприятий по улучшению ее санитарного состояния.

В 1944 г. Яков Владимирович возвращается в освобожденный Киев и вновь возглавляет восстановленный Институт гидробиологии. Под его руководством проводятся комплексные исследования на Дунае, в низовьях южных рек Украины, а с 1950 г. начинаются интенсивные исследования на водохранилищах Днепровского каскада, в которых участвовал большой коллектив гидробиологов, ихтиологов и гидрохимиков.

В 1945 г. Яков Владимирович возглавил Кафедру гидробиологии Киевского университета, которая дала шесть выпусков специалистов, а в 1951 г. слилась с Кафедрой ихтиологии. До 1953 г. он продолжал также читать курс ботаники в Киевском лесохозяйственном институте.

Деятельность Якова Владимировича как исследователя-гидробиолога концентрировалась преимущественно в области изучения фитопланктона. Наряду с систематикой планктонных водорослей он уделил очень много внимания применению количественного учета; им разработано гидробиологическое районирование Днепра по фитопланктону, проведен ряд исследований, в которых установлена индикаторная роль планктона как показателя сапробности. Вместе с тем он очень широко ставил вопросы

изучения биостока рек и прогнозирования биологического режима водохранилищ; по его инициативе было начато изучение общих закономерностей формирования биологического режима вновь образуемых водохранилищ при полном зарегулировании стока реки. Обладая огромной эрудицией, Яков Владимирович умело координировал различные направления гидробиологических и ихтиологических исследований. Под его руководством и при его активном участии были обобщены материалы послевоенных исследований и выпущен ряд тематических сборников, в которых изложены результаты изучения Дуная и Днепра.

Перу Якова Владимировича принадлежит свыше 80 научных работ, в том числе ряд крупных монографий.¹

Под его ответственным редактированием выпущена серия фундаментальных определителей, а также много других научных трудов, монографий, сборников и т. д.

Научные заслуги Якова Владимировича были отмечены присуждением ему в 1936 г. ученой степени доктора биологических наук (без защиты диссертации) и ученого звания профессора, избранием в члены-корреспонденты АН УССР (1939 г.) и присвоением звания заслуженного деятеля науки Украинской ССР (1948 г.). Яков Владимирович был награжден медалями «За трудовые заслуги» и «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

В течение многих лет Яков Владимирович вел активную общественную работу во Всесоюзном гидробиологическом обществе, одним из организаторов которого он был, в Ихтиологической комиссии как председатель бассейновой ихтиологической подкомиссии, в Украинском ботаническом обществе, в Бюро Отделения биологических наук АН УССР, в экспертной комиссии Министерства Высшего образования УССР и многих других общественных организациях. Он был также представителем советской лимнологии в международной ассоциации биологов при ЮНЕСКО.

В 1959 г. Яков Владимирович по состоянию здоровья оставил пост директора Института гидробиологии АН УССР, не прекращая, однако, до конца жизни научной деятельности. Уже будучи тяжело больным, он подготовил к печати сборник «Дунай и придунайские водоемы в пределах СССР», вышедший в свет в начале 1961 г. и получивший высокую оценку в придунайских странах.

От нас ушел большой, разносторонне эрудированный ученый, умелый воспитатель молодежи, талантливый организатор науки, обаятельный и высококультурный человек. Память о Якове Владимировиче Ролле будет всегда жить в коллективе, которым он много лет руководил.

Л. П. Брагинский.

¹ Библиография основных научных работ Я. В. Ролла опубликована в «Украинском ботаническом журнале» (№ 2, 1962 г.).

БИБЛИОГРАФИЯ

А. Б. Авакян, В. А. Шарапов. **Водохранилища гидроэлектростанций СССР**. Государственное энергетическое издательство, М.—Л., 1962, стр. 1—151, библи. 143, рис. 75.

Книга А. Б. Авакяна и В. А. Шарапова — ценный вклад в дело познания водохранилищ нашей Родины. Впервые не только в отечественной, но и в мировой литературе появилась обобщающая работа, в которой разносторонне освещен вопрос о задачах и результатах строительства и эксплуатации энергетических водохранилищ с позиций не только энергетики, но и других отраслей народного хозяйства. До настоящего времени принципиальные вопросы комплексного использования водохранилищ разбирались или в кратких статьях, публиковавшихся в специальных журналах, или в научно-популярных брошюрах, в которых отсутствовали справочные таблицы и указания на первоисточники.

В книге Авакяна и Шарапова удачно сочетаются широта постановки проблемы и обилие конкретных сведений. Материал удобно сведен в таблицы и богато иллюстрирован графиками и картосхемами. В конце приложен список 67 важнейших эксплуатирующихся и строящихся водохранилищ электростанций СССР с указанием их расположения, общего объема, полезной емкости и площади зеркала. Список цитируемой литературы включает 75 названий основных источников по вопросам строительства и эксплуатации водохранилищ и частично — по их санитарному состоянию, водному режиму, химической и биологической характеристике. С достаточной полнотой использована литература, опубликованная до 1960 г. Работы 1960 и 1961 гг. приведены частично.

Авторы хорошо знакомы с методами экономико-географического анализа, с теорией и практикой проектирования и эксплуатации водохранилищ. Предметом исследования являются водохранилища гидроэлектростанций, а также те из водохранилищ комплексного назначения, на которых расположены крупные и средние гидроэлектростанции общесоюзного и республиканского значения. Энергетическое использование водохранилищ трактуется не изолированно, но с учетом взаимной связи задач энергетики, ирригации, здравоохранения, водоснабжения, борьбы с наводнениями, водного транспорта, лесосплава и рыбного хозяйства. Особое внимание авторами уделено подготовке ложа водохранилищ до их заполнения, переносу из затопляемой местности поселков и хозяйственных объектов. Подробно сопоставляются выигрыш и потери для народного хозяйства при использовании различных затопленных угодий. Авторы умышленно ограничили свою задачу подробным анализом материалов только по наиболее крупным водохранилищам, площадь зеркала которых превышает 100 км². По водохранилищам меньшего размера в тексте приводятся только немногие краткие данные. Сведения о водохранилищах среднего размера помещены в справочной таблице после текста.

Наряду с большими достоинствами рецензируемой книги нельзя не отметить ее отдельных недостатков. Приводимая авторами схема клас-

сификации водохранилищ включает в качестве одного из существенных признаков их глубину. Между тем в тексте очень мало сведений о максимальных и средних глубинах отдельных водохранилищ, а в справочной таблице совсем нет данных ни о глубинах, ни о высоте плотин.

В разделе, посвященном переработке берегов, достаточно подробные сведения приведены преимущественно об абразионных процессах и изменении береговой линии под воздействием волнения и, частично, о явлениях просадки и оползнях. Почти совсем не затронут вопрос о роли обвалов на берегах горных водохранилищ.

Нельзя признать удачными термины «головная» и «хвостовая» части водохранилищ. Эти термины более или менее пригодны для ирригационных систем, где вода из головного сооружения течет по каналам в распределительную сеть, но совсем не подходят для водохранилищ.

К сожалению, в книге имеются отдельные ошибки. На стр. 43 указано, что в результате затопления и образования озеровидных водоемов состав флоры и фауны становится богаче, чем был в исходной естественной реке и в водоемах ее поймы. Фактически флора и фауна образовавшихся водохранилищ почти всегда более однообразна, чем была до зарегулирования. Это качественное обеднение объясняется тем, что к новым условиям могут приспособиться далеко не все формы, обитавшие в реке и водоемах поймы. Исключения из этого правила чаще всего наблюдаются в водохранилищах, расположенных в зонах пустыни и полупустыни, в которые впадают реки с очень мутной водой, а также в некоторых горных водохранилищах, питаемых потоками с большой скоростью течения. Особенно резкое обеднение видового состава фауны происходит в тех водохранилищах электростанций, где имеют место резкие колебания уровня воды.

Точно так же нельзя считать, что для водохранилищ типичны благоприятные условия для гнездования водоплавающих птиц. Хорошие условия для гнездования здесь скорее исключение, чем правило. Например, в большинстве водохранилищ Волжского каскада повышение уровня продолжается в середине и даже в конце мая, т. е. в тот период, когда утки и многие другие водоплавающие птицы уже отложили яйца. Позднее повышение уровня приводит к массовому повреждению гнезд и гибели кладок.

Нельзя признать удачной диаграмму 47 на стр. 72. На этой диаграмме сопоставляются уловы на многих участках Волги и Камы до и после создания водохранилищ. При этом сравниваются фактические уловы на участках рек до возведения плотин с предположительными уловами по прогнозам института «Гидрорыбпроект». Правильнее было бы сопоставлять фактические уловы в реке до зарегулирования с фактическими же уловами в водохранилищах, а не с предположениями проектной организации. Само утверждение авторов, что в водохранилищах ловится больше рыбы, чем ловилось на соответствующем участке реки до зарегулирования, правильно для тех участков каскада, куда не доходили из моря стаи проходных рыб. Однако соотношение сравнительных величин в водохранилищах средней части Волжского каскада далеко не столь благоприятное, как изображенное на диаграмме. Например, в Горьковском водохранилище в настоящее время уловы не достигают 10 тыс. ц в год, при прогнозе 50 тыс. ц, а в Куйбышевском близки к 50 тыс. ц, при прогнозе 240 тыс. ц в год. Фактические уловы в этих водохранилищах выше, чем были на соответствующих участках рек, но много ниже предполагавшихся «Гидрорыбпроектом».

Конечно, в дальнейшем, после мелиорации мест размножения, организации массового рыбозаведения и ряда других мероприятий можно ожидать, что в указанных водоемах лов рыбы заметно увеличится. Однако маловероятно, что возможны уловы, запроектированные «Гидрорыбпроект»». Прогноз этой организации был сделан без учета многих специфических особенностей режима водоемов с искусственно регулируемым водообменом. В Куйбышевском водохранилище проектанты «Гидрорыбпроекта» явно недооценивали вредного влияния больших сезонных колебаний уровня, в Горьковском — слабого развития литорали.

Несмотря на наличие отдельных недостатков, книга А. Б. Авакяна и В. А. Шарапова в целом заслуживает высокой положительной оценки. Без преувеличения можно сказать, что это первая обстоятельная работа, освещающая сложный комплекс проблем, связанных с формированием и эксплуатацией больших водохранилищ. Ни в СССР, ни в зарубежных странах до сих пор аналогичные работы не публиковались.

М. А. Фортунатов

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

С. И. КУЗНЕЦОВ, Н. М. КАЗАРОВЕЦ и Г. Л. МАРГОЛИНА. Определение интенсивности процесса самоочищения воды в водохранилищах	3
В. А. ЭКЗЕРЦЕВ и В. В. ЭКЗЕРЦЕВА. К изучению флоры Ивановского водохранилища	6
А. М. ОВЕСНОВ. Всхожие семена в почве, затопленной водами Пермского водохранилища	10
В. А. ЭКЗЕРЦЕВ, И. А. ГУБАНОВ и Н. И. ЛИБИЗОВ. О наличии сердечных гликозидов в прибрежных и водных растениях волжских водохранилищ	13
А. В. МОНАКОВ. О нахождении <i>Macrocylops distinctus</i> (Richard) (Copepoda, Cyclopoida) в Рыбинском водохранилище	13
М. Я. КИРПИЧЕНКО и С. М. ЛЯХОВ. О проникновении <i>Theodoxus palasi</i> Lindh. (Mollusca, Gastropoda) в Нижнюю Волгу	17
Е. А. ЦИХОН-ЛУКАНИНА. О росте <i>Valvata piscinalis</i> Studer (Gastropoda, Prosobranchia)	18
П. А. ЖУРАВЕЛЬ. Перспективы вселения акклиматизированных в водохранилищах Крыма лиманных высших ракообразных в другие водохранилища СССР	23
В. С. ЛУКАНИН. Зависимость между скоростью фильтрации и весом тела у тендипедид-сестофагов	25
И. П. ДЬЯЧЕНКО. Сравнительный анализ уловистости планктоночерпателя системы Богорова и планктонобатометра	29
Д. А. ПАНОВ и Ю. И. СОРОКИН. Влияние предварительного голодания на активность питания личинок густеры	35
А. В. АНАНИЧЕВ. Аминокислотный состав белков некоторых пресноводных беспозвоночных и рыб	38
Н. В. БОДРОВА и Б. В. КРАЮХИН. Интенсивность обмена веществ и чувствительность рыб к электрическому току	41
Л. И. СМЕРНОВА. К вопросу о влиянии паразитов на кровь рыб	44
В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ. Зависимость динамики токсического процесса от концентрации яда при фенольном отравлении карасей	47
В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ. О токсикорезистентности сеголетков карася	52
Б. А. ВАЙНШТЕЙН. Материалы по биологии и систематике водяных клещей (Hydrachnellae). II. Два новых вида рода <i>Eylais</i> Latr. 1796	55
В. П. ЛУФЕРОВ. Наблюдения по биологии пиявок рода <i>Herpobdella</i>	61
В. П. ЛУФЕРОВ. К вопросу о потреблении рыбами эпибионтов затопленных лесов	66
В. И. МИТРОПОЛЬСКИЙ. К распределению бентоса Рыбинского водохранилища	68
М. Я. КИРПИЧЕНКО, В. П. МИХЕЕВ и Е. П. ШТЕРН. Действие электрического тока на личинок дрейссены и планктонных рачков при малых экспозициях	76
В. П. МИХЕЕВ. О питании рыб дрейссеной на мелководьях Куйбышевского водохранилища в 1961 г.	80

Д. А. ПАНОВ. Влияние температуры воды на потребление пищи личинками леща	83
С. Н. ЗАРЕЧНАЯ. Железы личинок ручейников. Сообщение I	85
В. А. ГРИГОРАШ, Т. Н. ЛЯГИНА и В. Д. СПАНОВСКАЯ. К вопросу о фор- мировании фауны рыб Можайского водохранилища	89
Л. К. ПЛЫИНА. О сроках нереста рыб в Рыбинском водохранилище	93
В. М. ЧИКОВА. Размножение основных промысловых рыб в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища в 1960 и 1961 гг.	95
В. С. ГОМАЗКОВА. О щелочной фосфатазе обонятельного эпителия некоторых пресноводных рыб	99
М. М. БАТЬ и Н. В. БОДРОВА. К морфологии обонятельного анализатора су- дака	102
В. И. ЛУКЬЯНЕНКО и Б. А. ФЛЕРОВ. Динамика обратимости фенольной интоксикации карасей	107
Н. А. ТРИФОНОВА. Обмен растворимыми формами азота между грунтом и придонным слоем воды Рыбинского водохранилища	110
Н. А. ЗИМИНОВА и Н. А. ТРИФОНОВА. Состав и седиментация взвесей в Рыбинском водохранилище в зимний период	117
Н. А. ЗИМИНОВА. Изменения свойств онежской воды при прохождении через свирские водохранилища	119
С. М. ЛЯХОВ. Об изменении температурного режима Волги на участке от Волжской ГЭС им. В. И. Ленина до Саратова	121
Н. В. БУТОРИН. Температура воды Рыбинского водохранилища в период за- мерзания	124
К. К. ЭДЕЛЬШТЕЙН. Измерение скоростей движения воды термогидрометром.	127
С. В. ШМАНЕВ и В. И. РОМАНЕНКО. Простой прибор для счета колоний бак- терий на чашках Петри	131
Л. П. БРАГИНСКИЙ. Памяти Якова Владимировича Ролла (1887—1961)	133
<i>Библиография.</i> А. Б. АВАКЯН и В. А. ШАРАПОВ. Водохранилища гидро- электростанций СССР	136

CONTENTS

	Page
S. I. KUZNETSOV, N. M. KAZAROVETS and G. L. MARGOLINA. Determination of intensity of self-purification process in water reservoirs . . .	3
V. A. EKZERTSEV and V. V. EKZERTSEVA. Contribution to flora of the Ivankovo Reservoir	6
A. M. OVESNOV. Germinative seeds in soil flooded with water of the Perm Reservoir	10
V. A. EKZERTSEV, I. A. GUBANOV and N. I. LIBISOV. On presence of cardiac glucosides in inshore and aquatic plants of the Volga Water Reservoirs.	13
A. V. MONAKOV. Occurrence of <i>Macrocylops distinctus</i> (Richard) (<i>Copepoda</i> , <i>Cyclopoida</i>) in the Rybinsk Reservoir	13
M. J. KIRPICHENKO and S. M. LJAKHOV. On penetration of <i>Theodoxus palasi</i> Lindh. (<i>Mollusca</i> , <i>Gastropoda</i>) into the Lower Volga	17
E. A. TSIKHON—LUKANINA. On growth of <i>Valvata piscinalis</i> Studer (<i>Gastropoda</i> , <i>Prosobranchia</i>)	18
P. A. ZHURAVEL. Prospects of use of estuary Malacostraca acclimatized in Crimean water reservoirs for introduction into other water reservoirs of the USSR	23
V. S. LUKANIN. Dependence of filtration rate on body weight in sestophagous Tenuipodids	25
I. P. DJACHENKO. Comparative analysis of catch rate of Bogorov plankton catcher and planktonic bathometer	29
D. A. PANOV and J. I. Sorokin. Influence of previous starvation on feeding intensity of larvae of <i>Blicca bjoerkna</i>	35
A. V. ANANICHEV. Amino acid composition of proteins of some freshwater invertebrates and fishes	38
N. V. BODROVA and B. V. KRAJUKHIN. Metabolic intensity and sensitiveness of fishes to electric current	41
L. I. SMIRNOVA. Fish blood influenced by parasites	44
V. I. LUKJANENKO and B. A. FLEROV. Dependence of dynamics of toxic process on poison concentration in phenolic poisoning of Crucian carps.	47
V. I. LUKJANENKO and B. A. FLEROV. On toxicoresistance of one-summer-old Crucian carps	52
B. A. WAINSTEIN. Contributions to biology and taxonomy of water mites (<i>Hydrachnellae</i>). II. Two new species of <i>Eylais</i> Latr. 1796	55
V. P. LUFEROV. Observations on biology of <i>Herpobdella</i>	61
V. P. LUFEROV. On consumption of epibionts of flooded forests by fishes	66
V. I. MITROPOLSKY. On condition of benthos of Rybinsk Reservoir	68
M. J. KIRPICHENKO, V. P. MIKHEEV and E. P. STERN. Action of short exposures of electric current on <i>Dreissena</i> larvae and planktonic <i>Entomostraca</i> .	76
V. P. MIKHEEV. On feeding of fishes on <i>Dreissena</i> in shallows of the Kujbyshev reservoir in 1961	80
D. A. PANOV. Influence of water temperature upon food ingestion by larvae of <i>Abramis brama</i>	83
S. N. ZARECHNAJA. Glands of Trichoptera larvae. Communication I	85
V. A. GRIGORASH, T. N. LJAGINA and V. D. SPANOVSKAJA. On fish fauna formation in Moshajsk Reservoir	89
L. K. ILJINA. On time of spawning of fishes in Rybinsk Reservoir	93

	Page
V. M. CHIKOVA. Reproduction of main commercial fishes in Cheremshan Bay of Kuybyshev Reservoir in 1960 and 1961	95
V. S. GOMASKOVA. On alkaline phosphatase of olphactory epithelium of some fresh-water fishes	99
M. M. BAT and N. V. BODROVA. On morphology of olphactory analyzer of <i>Lucioperca lucioperca</i>	102
V. I. LUKJANENKO and B. A. FLEROV. Dynamics of reversibility of phenolic intoxication of Crucian carps	107
N. A. TRIFONOVA. Exchange of soluble forms of nitrogen between ground and demersal water layer of Rybinsk Reservoir	110
N. A. ZIMINOVA and N. A. TRIFONOVA. Composition and sedimentation of suspensions in the Rybinsk reservoir in winter period	117
N. A. ZIMINOVA. Change in properties of Onega water during passing through the Svir Reservoirs	119
S. M. LJAKHOV. On changes in temperature regime of the Volga reaches from the Volga Power Station to the City of Saratov	121
N. V. BUTORIN. Water temperature in the Rybinsk reservoir in the period of ice-formation	124
K. K. EDELSTEIN. Measuring of current rates by means of thermohydrometer.	
S. V. SHMANEV and V. I. ROMANENKO. Simple device for counting bacterial colonies on Petri dishes	131
I. P. BRAGINSKY. J. V. Roll (1887—1961), obituary	133
Review. A. B. AVAKYAN and V. A. SHARAPOV. Water reservoirs of hydroelectric stations of the USSR	136

**МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ
ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ**
Сборник статей

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор Издательства *А. А. Стрелков.*
Технический редактор *Г. П. Арефьева*
Корректор *М. В. Евдокимова.*

Сдано в набор 9 XI 1962 г. Подписано к печати
27 III 1963 г. РИСО АН СССР № 100 — 101 — 13В.
Формат бумаги 70×108/₁₆ Бум. л. 4½ Печ. л.
9=12,33 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 12.21.
Изд. № 1999/2009. Тип. зак. № 912. М-18277.
Тираж. 1500.

Цена 85 коп.

Ленинградское отделение
Издательства Академии наук СССР
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

1-я тип. Издательства Академии наук СССР.
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

В МАГАЗИНАХ КОНТОРЫ «АКАДЕМКНИГА»

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ КНИГИ:

Глушков В. Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. 1961. 416 стр. Цена 2 р. 40 к.

Кожов М. М. Биология озера Байкал. 1962. 316 стр. Цена 2 р. 5 к.

Монография содержит краткий физико-географический очерк Байкала, основные сведения о животном и растительном мирах озера и об их формировании. В заключение приводится очерк геологической истории байкальской впадины.

Малошечниковые черви и планарии озера Байкал. Труды Лимнологического института, т. 1, ч. 1. 1962. 188 стр. Цена 1 р. 28 к.

Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы. 1962. 276 стр. Цена 2 р. 4 к.

Систематика и экология ракообразных Байкала. Труды Лимнологического института, т. 2, ч. 1. 1962. 196 стр. Цена 1 р. 37 к.

Труды Всесоюзного совещания по биологическим основам прудового рыбоводства (4—8 марта 1960 г.). 1962. 232 стр. Цена 1 р. 35 к.

Ваши заказы на книги просим направлять по адресу:

Москва, К-12, Б. Черкасский пер., 2/10,

Контора «Академкнига», отдел «Книга—почтой»

или в ближайший магазин «Академкнига»

Адреса магазинов «Академкнига»: **Москва**, ул. Горького, 6 (магазин № 1); 1-й Академический проезд, 55/5 (магазин № 2); **Ленинград**, Литейный проспект, 57; **Свердловск**, ул. Белинского, 71в; **Киев**, ул. Ленина, 42; **Харьков**, Горяиновский пер., 4/6; **Алма-Ата**, ул. Фурманова, 129; **Ташкент**, ул. Карла Маркса, 29; **Баку**, ул. Джапаридзе, 13.

При получении заказа книги, как имеющиеся в наличии, так и печатающиеся, по поступлении в продажу, будут направлены в Ваш адрес наложенным платежом. Пересылка за счет заказчика.

Предварительные заказы на книги принимаются также местными магазинами книготоргов и потребительской кооперации.