

**БЮЛЛЕТЕНЬ**  
**ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ**  
**ВОДОХРАНИЛИЩ**

**№ 4**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*Б. А. Вайнштейн* (зам. редактора), *Б. С. Кузин* (редактор),  
*С. И. Кузнецов*, *Ф. Д. Мордухай-Болтовской*, *А. А. Остроумов* |,  
*В. И. Рутковский*

# БЮЛЛЕТЕНЬ

## ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ВОДОХРАНИЛИЩ

№ 4

### СОДЕРЖАНИЕ

Ю. И. СОРОКИН. Биомасса бактерий и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища . . . . .	3
Ю. И. СОРОКИН. Определение величины изотопического эффекта при фотосинтезе в культурах <i>Scenedesmus quadricauda</i> . . . . .	7
К. А. ГУСЕВА. Возможность размножения кишечной палочки в водоеме . . . .	10
В. А. ЭКЗЕРЦЕВ. Некоторые закономерности в распределении зарослей гигрофитов на мелководьях Куйбышевского водохранилища . . . . .	14
В. А. ЭКЗЕРЦЕВ и Н. А. ТРИФОНОВА. О связи некоторых растительных группировок Иваньковского водохранилища с элементами окружающей среды . . . .	17
Н. Н. СМЕРНОВ. Растворенные витамины и их значение для водных организмов . . . . .	21
П. А. ЖУРАВЕЛЬ. О появлении гидроидного полипа <i>Cordylophora caspia</i> Pall. в Самарском отроге Днепровского водохранилища . . . . .	26
Э. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКАЯ. К вопросу о систематике рода <i>Bythotrephes</i> Leydig (Cladocera) . . . . .	29
А. Ф. ЛЯШЕНКО и П. Г. СУХОЙВАН. Результаты ихтиологических исследований на Каховском водохранилище в первый год его существования . . . .	33
Н. А. ИЗЮМОВА. К формированию паразитофауны рыб Рыбинского водохранилища . . . . .	38
Г. Д. ГОНЧАРОВ. Картина крови леща как показатель физиологического его состояния в Камском водохранилище осенью 1957 года . . . . .	41
А. В. ФОТИЕВ. Влияние заморной грунтовой воды на рыб . . . . .	44
М. В. ПЕТРЕНКО. Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища в первый год его наполнения . . . . .	46
С. С. БАКАСТОВ. Режим грунтовых вод в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища . . . . .	49
А. В. МОНАКОВ и Ф. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЙ. К методике исследования придонной микрофауны . . . . .	55
Л. Н. ПОДГОРНЫЙ. Полевой ионнообменный метод определения сульфатов в природных водах . . . . .	60

## CONTENTS

J. I. SOROKIN. The biomass of bacteria and chemical composition of silts in Rybinsk Reservoir . . . . .	3
J. I. SOROKIN. The determination of the isotopic discrimination by photosynthesis in the cultures of <i>Scenedesmus quadricauda</i> . . . . .	7
K. A. GUSEVA. The possibility of propagation of <i>Bacterium coli</i> in a water body	10
V. A. EKZERTSEV. Some regularities in the distribution of hygrophytes on the shoals in Kujbyshev Reservoir . . . . .	14
V. A. EKZERTSEV and N. A. TRIFONOVA. About interrelations between some plant communities of Ivankovo Reservoir and environmental factors . . . .	17
N. N. SMIRNOV. Dissolved vitamins and their importance for water organisms .	21
P. A. ZHURAVEL. Appearance of hydroid <i>Cordylophora caspia</i> Pall. in Samara bay of Dnieper Reservoir . . . . .	26
E. D. MORDUCHAI-BOLTOVSKAJA. On the taxonomy of genus <i>Bythotrephes</i> Leydig (Cladocera) . . . . .	29
A. F. IJASHENKO and P. G. SUKHOJVAN. The results of ichthyological investigations on Kakhovka Reservoir during first year of its existence . . . . .	33
N. A. ISJUMOVA. About formation of parasite fauna of fishes in Rybinsk Reservoir	38
G. D. GONTSHAROV. Blood picture of <i>Abramis brama</i> from Kama Reservoir as index of its physiological state in autumn of 1957 . . . . .	41
A. V. FOTIEV. Influence of deoxygenated ground water on fishes . . . . .	44
M. V. PETRENKO. Hydrochemical conditions of Novosibirsk Reservoir in the first year of its filling . . . . .	46
S. S. BAKASTOV. The ground water conditions in coastal zone of Rybinsk Reservoir . . . . .	49
A. V. MONAKOV and F. D. MORDUCHAI-BOLTOVSKOI. On the methods of investigation of bottom microfauna . . . . .	55
L. N. PODGORNYY. Field ion-exchange method of sulfates determination in natural waters . . . . .	60

---

Ю. И. СОРОКИН

## БИОМАССА БАКТЕРИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА<sup>1</sup>

Гидробиологические исследования выявили необычайную бедность бентофауны грунтов Рыбинского водохранилища (Мордухай-Болтовской, 1955). Для выяснения вопроса, насколько эта бедность обусловлена пищевым фактором, мы провели определение запасов бактериальной пищи в грунтах разных типов, а также проанализировали их химический состав. Подобные же определения для получения сравнительных данных были выполнены для грунтов озера Белого и озера Покровского Вологодской области. Биомасса бактерий в грунтах рассчитывалась, исходя из результатов учета общего количества бактерий, методом прямого счета по Виноградскому. Сырой вес 1 млрд. бактерий мы принимали равным 0,8 мг на основании определения средних размеров бактериальной клетки. Средняя биомасса бактерий в расчете на 1 м<sup>2</sup> поверхности дна вычислялась для мягких грунтов для слоя толщиной 15 см и для плотных грунтов для слоя толщиной 5 см.

Пробы грунтов на химический анализ были собраны В. П. Курдиным на тех же станциях, на которых учитывалась биомасса бактерий и производились определения биомассы бентоса гидробиологами Института биологии водохранилищ. В этих пробах было проанализировано содержание и состав органического вещества по схеме Тюрина (1934) и Кузнецова, Сперанской и Коншина (1939). Общий углерод и азот определялись по методу Тюрина (по Аринушкиной, 1952). Как видно из табл. 1, торфянистые илы открытых частей водохранилища (станции 5 и 48), сильно обедненные бентосом (0,3—0,5 г/м<sup>2</sup>) и микрофлорой (2—8 г/м<sup>2</sup>), характеризуются наиболее высоким общим содержанием органического вещества (50—60%) и самой высокой молекулярной влажностью (50—60%). Отношение  $\frac{C}{N}$  в этих илах необычайно высоко (33—39), что свидетельствует о большой перегруженности их трудноминерализуемыми лигнино-гумусовыми веществами. Действительно, анализы показали, что лигнино-гумусовый комплекс составляет в таких илах от 35 до 50% от сухого веса ила и около 80% от общего органического вещества. Отношение  $\frac{C}{N}$  в торфе равно 75 при общем содержании органического вещества 82%, т. е. оно в 10 раз больше, чем в настоящих озерных отложениях. В торфянистых илах центральных частей водохрани-

<sup>1</sup> Публикуемые материалы пропущены по недосмотру в статье Ю. И. Сорокина «Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища» в Трудах Биологической станции «Борок», т. 3, 1958, где таблица, помещенная в настоящей работе, должна была занимать место табл. 2.

лища, которые образовались из такого материала, отношение  $\frac{C}{N}$  снизилось вдвое, очевидно, за счет поступления планктонного детрита, в котором отношение  $\frac{C}{N}$  равно 5,6 (Сперанская, 1935).

В более продуктивных, в приустьевых торфянистых илах отношение  $\frac{C}{N}$  снижается по сравнению с торфом в  $3\frac{1}{2}$  раза и равно 22. При этом в них снижается и общее содержание органического вещества до 30—40% от сухого веса ила. Снижение содержания органического вещества в приустьевых торфянистых илах является следствием отложения речных наносов.

Наконец наиболее продуктивные как в отношении микрофлоры, так и в отношении бентоса серые илы устьевых участков рек характеризуются невысоким содержанием органического вещества (5—10%), наименьшим отношением  $\frac{C}{N}$  (5,7—15,5) и наименьшим содержанием лигнино-гумуса (3—8%). Отношение  $\frac{C}{N}$  в илах устьевых участков все же несколько выше, чем в илах других пресных водоемов. Так, в большинстве эвтрофных озер отношение  $\frac{C}{N}$  в иловых отложениях колеблется в пределах 7—11, доходя, однако, в ряде случаев до 15—19 (Кузнецов, Сперанская, Коншин, 1939).

Легкоусвояемое органическое вещество в торфянистых илах открытых частей водохранилища составляет всего 4—5% от общего органического вещества; в торфянистых илах приустьевых участков (станции 2 и 61) его содержание возрастает до 6—10%; наконец органическое вещество серых илов устьевых участков на 10—20% состоит из легкоусвояемого вещества.

Отношение легкоусвояемого азота к общему углероду в торфянистых приустьевых илах вдвое, а в серых устьевых почти в 10 раз больше, чем в торфянистых илах открытых частей водохранилища. Процент легкоусвояемого азота от общего азота торфянистых илов равен 12—16, а в серых илах составляет в среднем 20—40%.

Органическое вещество устьевых илов отличается повышенным содержанием гемицеллюлоз и сахаров (до 6—10%). Содержание клетчатки в органическом веществе илов водохранилища меньше, чем в илах озерных отложений (около 2—3%). Незаиленные и слабо заиленные почвы (станции 9 и 65) по химической характеристике органического вещества мало отличаются от серых илов устьевых участков. Тем не менее названные почвы очень бедны как микрофлорой, так и бентосом. Этот факт указывает на то, что положительные и отрицательные качества грунтов как биологической среды зависят не только от их химического состава. Большое значение имеют также механический состав и физико-химические свойства грунта.

Как видно из табл. 1, в иловых отложениях Рыбинского водохранилища наблюдается обратная зависимость между содержанием органического вещества в илах и их продуктивностью как в отношении биомассы бактерий, так и в отношении бентоса.

Максимальная молекулярная влагоемкость грунтов, как видно из представленных данных, теснейшим образом связана с содержанием в них органического вещества и лигнино-гумуса. Высокая влагоемкость илов вызывается особыми коллоидными свойствами гумусовых веществ, которые способствуют пептизации илов, их разбуханию. Она затрудняет

Химический состав, биомасса бентоса и биомасса бактерий в илах и грунтах Рыбинского водохранилища. Майская съемка бентоса 1955 г.

Таблица 1

БИОМАССА БАКТЕРИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВ

Название водоема	№ станции	Глубина в м	Характер ила (грунта)	Биомасса бентоса в г/м <sup>2</sup>	Биомасса бактерий в г/м <sup>2</sup>	Прокаливание. Максимальная влажность		Общее содержание органического вещества и азота		Гидролиз 5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> по Тюрину на легкоусвояемые С и N				Клетчатка в % от общего органического вещества	Лигнинно-гумусовый комплекс в % от сухого веса	Лигнинно-гумусовый комплекс в % от общего органического вещества	
						потери при прокаливании в % от сухого веса	влажность в % от сухого веса	органическое вещество во мокром состоянии, % от сухого веса	общий азот в % от сухого веса	отношение C/N	легкоусвояемое органическое вещество в % от общего органического вещества	легкоусвояемый азот в % от общего	легкоусвояемый азот в % от общего углерода				
Рыбинское водохранилище	54	8,4	Торф с наилком . . . . .	0,105	16	80,0	54,5	82,0	0,61	75,0	1,12	9,4	0,12	0,89	0,33	78,0	95,2
То же	5	11	Тонкий торфянистый ил с древесными остатками . . . . .	0,1—0,5	2,8	46,6	51,1	47,0	0,67	39,2	5,2	15,4	0,39	2,02	0,58	36,5	85,0
"	48	5	Торфянистый ил с растительными остатками . . . . .	0,374	8,3	62,4	61,0	65,1	1,09	33,5	3,9	12,8	0,38	1,94	—	50,8	77,9
"	2	17,6	Тонкий торфянистый ил с песчанистым наилом . . . . .	2,1	16,1	30,6	36,9	30,3	0,76	22,3	6,65	12,1	0,54	1,35	2,05	21,4	70,05
"	61	22	Торфянистый ил с серым наилом . . . . .	22,6	30,0	42,5	44,2	39,0	0,97	22,5	10,3	16,6	0,74	2,2	0,79	32,4	83,2
"	1	14	Серый ил с песком . . . . .	3,21	57,3	13,7	24,7	4,08	0,16	14,0	17,4	33,1	2,27	5,15	2,1	2,8	69,0
"	76	136	Песчанистый ил с древесными остатками . . . . .	9,07	73,6	5,7	15,3	2,3	0,09	14,3	17,8	46,5	3,5	—	3,02	1,4	62,1
"	4	6	Серый ил . . . . .	14,32	81,5	19,9	19,9	5,7	0,25	13,2	19,3	28,8	2,42	6,8	2,2	3,9	69,8
"	10	13	Темно-серый ил . . . . .	5,0	49,2	12,6	24,9	10,5	0,32	18,4	10,6	19,0	1,01	4,3	1,6	7,85	79,0
"	30	7	Серый ил . . . . .	0,630	82,0	12,6	24,0	10,5	0,35	15,5	13,9	27,4	1,75	4,8	2,2	8,3	83,7
"	21а	16	Темно-серый песчанистый ил . . . . .	13,4	—	7,1	18,8	5,9	0,18	18,8	16,1	52,0	2,2	5,8	1,5	3,9	67,0
"	17	6	Серый песчанистый ил . . . . .	4,47	15,7	3,3	86	1,66	0,16	5,7	15,0	28,8	5,01	10,8	2,6	—	—
"	9	9	Подзолистая почва с корнями растений . . . . .	0,1—0,2	1,31	13,9	23,5	8,5	0,36	13,2	15,2	29,6	2,3	4,9	4,7	5,6	65,5
"	65	9	Суглинистая почва с растительными остатками . . . . .	0,410	1,31	7,7	21,0	5,6	0,25	12,0	13,4	23,0	3,47	10,2	3,75	4,7	85,1
"	40	—	Мелкий песок с торфяными частицами . . . . .	0,02	—	0,5	5,0	0,3	0,0046	34,2	23,3	9,8	2,35	—	—	—	—
Белое оз. Вологодской обл.	—	6	Серый ил . . . . .	—	48,9	5,8	20,3	3,01	0,18	9,35	19,6	27,2	2,9	3,3	2,32	—	—
Покровское оз. Вологодской обл.	—	—	Серый суглинистый ил . . . . .	—	28,1	—	—	36,6	1,91	10,7	12,0	21,5	2,05	4,15	2,27	23,7	78,9
Белое оз. в Косине <sup>1</sup>	—	—	—	—	27,8	45,88	—	35,6	2,69	7,43	16,6	44,5	2,00	8,4	5,49	21,60	47,03
Мазуринское озеро <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	90,47	—	84,0	1,85	25,3	6,81	21,6	0,82	5,82	6,71	70,03	76,95
Учинское водохранилище <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	5,0	0,25	10,4	23,38	31,0	2,76	—	—	2,3	45,70

<sup>1</sup> Данные по биомассе бентоса взяты из материалов Т. Л. Поддубной, данные по влагоемкости и прокаливанию — из материалов В. П. Курдина.

<sup>2</sup> Кузнецов, Сперанская, Кошкин, 1939.

<sup>3</sup> Старикова, 1954.



обмен между водой и илом и способствует созданию анаэробных условий в илах.

Химические и микробиологические данные показывают, что особые физико-химические условия, создавшиеся в торфянистых илах, угнетают деятельность микрофлоры и способствуют консервированию входящего в их состав органического вещества. Условия жизнедеятельности микрофлоры улучшаются в том случае, если они обогащаются минеральной частью, как это имеет место в предустьевых илах. Очевидно, что процесс исчезновения торфянистых илов и замены их отложениями типа озерных сапропелей при существующих в открытых частях водохранилища неблагоприятных условиях образования детрита за счет первичной продукции будет идти довольно медленно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А р и н у ш к и н а Е. В. 1952. Химический анализ почв и грунтов. М.
- К у з н е ц о в С. И., С п е р а н с к а я Т. А. и К о н ш и н В. Д. 1939. Состав органического вещества в иловых отложениях различных озер. Тр. Лимнол. ст. в Косине, т. 22.
- 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», т. 2.
- С п е р а н с к а я Т. А. 1935. Данные по изучению органического вещества иловых озерных отложений. Тр. лимнол. ст. в Косине, т. 20.
- С т а р и к о в а Н. Д. 1954. Донные отложения некоторых водохранилищ канала им. Москвы. Автореф. дисс. М.
- Т ю р и н И. В. 1934. К вопросу о методике изучения органического вещества почвы в биохимическом отношении. Тр. Почв. инст. им. Докучаева, т. 10, вып. 4.
-



Ю. И. СОРОКИН

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИЗОТОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ФОТОСИНТЕЗЕ В КУЛЬТУРАХ *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*

Углекислота, содержащая радиоактивный изотоп углерода  $C^{14}$ , усваивается в процессе фотосинтеза несколько медленнее, чем углекислота, содержащая изотоп  $C^{12}$  вследствие того, что молекула  $C^{14}O_2$  несколько тяжелее молекулы  $C^{12}O_2$ . Поэтому изотопный состав углерода органического вещества, образующегося при фотосинтезе, идущем в присутствии  $C^{14}O_2$ , отличается от изотопного состава углерода исходной углекислоты. Происходит «запаздывание» усвоения  $C^{14}O_2$  по сравнению с  $C^{12}O_2$ . Снижение содержания  $C^{14}$  в углероде при переходе его из  $CO_2$  в состав органического вещества в процессе фотосинтеза, выраженное в процентах (изотопический эффект), измерялось рядом авторов в кратковременных опытах в культурах водорослей. По данным Кальвина (цит. по Рабиновичу Rabinowicz, 1956), изотопический эффект, определенный масспектрометрическим методом, составляет 14%. Стиман Нильсен (Steemann Nielsen, 1957) рассчитал изотопический эффект, исходя из экспериментальных данных, полученных Ван Норманом и Брауном (Van Norman and Brown, 1952). Согласно его подсчетам он составляет 5%.

Данные о величине изотопического эффекта при фотосинтезе имеют важное значение для расчета первичной продукции фитопланктона, определяемой с помощью  $C^{14}$  (Steemann Nielsen, 1952, Сорокин, 1956). Задача настоящей работы заключалась в прямом определении изотопического эффекта при фотосинтезе водорослей путем сравнения удельной активности углерода  $CO_2$  с удельной активностью органического углерода, образовавшегося в процессе фотосинтеза.

Опыты по определению изотопического эффекта проводились следующим образом. В склянки емкостью 2 л наливалась среда следующего состава:  $KH_2PO_4$  — 3 г,  $NaHCO_3$  — 3 г,  $NaNO_3$  — 0,03 г,  $MgSO_4$  — 0,5 г,  $CaCl_2$  — 0,1 г,  $FeSO_4$  — следы, вода водопроводная — 10 мл, вода дистиллированная — до 1 л. Среда в склянках заражалась несколькими каплями культуры водорослей, и в нее вносился раствор радиоактивного карбоната с общей активностью  $2-4 \cdot 10^6$  имп/л. Склянки герметически закрывались и инкубировались на свету 10—15 суток. В выросшей культуре водорослей определялась удельная активность углерода органического вещества водорослей и удельная активность  $CO_2$  и бикарбонатов в среде.

Для определения удельной активности углерода в органическом веществе водорослей последние отфильтровывались на мембранный фильтр № 5 и промывались на фильтре однопроцентной  $H_2SO_4$ . Осадок водорослей переносился с фильтра в пробирку для сжигения, которая присоединялась к прибору для полумикроопределения органического вещества

(Сорокин, 1955). Водоросли сжигались в этом приборе хромовой смесью, приготовленной путем растворения хромового ангидрида в смеси серной и фосфорной кислот, при кипячении в течение 3 мин. Углекислота отгонялась током воздуха, очищенного от  $\text{CO}_2$ , в поглотитель с 0,05 КОН. По окончании отгонки щелочь смывалась из поглотителя прокипяченной горячей водой в склянку, и объем жидкости в склянке доводился до 100 мл. Из склянки отбирались пробы по 6,7 мл для определения радиоактивности углерода  $\text{CO}_2$ , образовавшейся при сжигании водорослей. Эти пробы переносились в пробирки с 1 мл 0,05 КОН и 0,2 мл пятипроцентного  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , в которые затем добавлялось по 0,4 мл 1 М раствора  $\text{BaCl}_2$  для осаждения карбоната. Пробирки выдерживались 5 мин. при  $t$  80°. Выпавший осадок  $\text{BaCO}_3$  отфильтровывался через мембранный фильтр № 2. Остатки осадка смывались из пробирки на фильтр 0,05 N раствором КОН. Фильтры с осадком высушивались и под счетчиком определялась его радиоактивность. Для нахождения величины поправки на самопоглощение определялся вес осадка, приходящийся на 1  $\text{см}^2$  площади фильтра (Steemann Nielsen, 1952). Вес осадка на фильтре обычно не превышал в наших опытах 0,5—1  $\text{мг/см}^2$ .

Таблица 1

Изотопический эффект при усвоении  $\text{CO}_2$  культурой *Scenedesmus*

№ опыта	№ анализа	Удельная активность углерода, входящего в состав $\text{CO}_2$ и бикарбонатов в среде			Удельная активность углерода органического вещества водорослей			Изотопический эффект в %
		общее содержание углерода $\text{CO}_2$ и бикарбонатов в пробе в $\text{мг}$	общая радиоактивность углерода $\text{CO}_2$ и бикарбонатов в пробе в имп.	удельная активность углерода в имп/мг С	общее содержание органического углерода в пробе в $\text{мг}$	общая радиоактивность органического углерода в пробе в имп.	удельная активность углерода в имп/мг С	
1	1	1,6	48 300	30 200	1,41	40 100	28 400	6,62
	2	1,53	46 600	30 500	1,55	43 600	28 200	
	3	1,61	48 500	30 200	1,41	39 600	28 200	
	Среднее	—	—	30 300	—	—	28 300	
2	1	2,43	71 000	29 200	1,53	41 600	27 200	6,55
	2	1,23	35 900	29 100	1,80	48 400	26 900	
	3	1,17	3 370	28 900	1,76	47 500	27 400	
	Среднее	—	—	29 100	—	—	27 200	

Найденное таким путем среднее значение активности осадков  $\text{BaCO}_3$  на фильтрах позволяло рассчитать общую радиоактивность углерода в анализируемой пробе водорослей. В остатке щелочи, смытой из поглотителя в склянку, определялось содержание поглощенного ею углерода  $\text{CO}_2$ . Для этого к щелочи добавлялось 4 мл 1 М раствора  $\text{BaCl}_2$ . После нагревания в течение 5 мин. при  $t$  80° избыток щелочи оттитровывался 0,05 N  $\text{HCl}$  в присутствии индикатора тимолфталейна до полного его обесцвечивания. Конец титрования проверялся добавлением фенолфталейна, дававшего при правильном ходе титрования слабо-розовую окраску. Одновременно производилось холостое сжигание по той же схеме. Содержание органического углерода в исходном осадке водорос-

лей рассчитывалось по разности объемов 0,05 N HCl, пошедшей на титрование при холостом определении и при сжигании водорослей. Исходя из полученных данных, можно было вычислить активность 1 мг органического углерода, т. е. величину его относительной удельной активности при данных условиях измерения.

Относительная величина удельной активности углерода и бикарбонатов в среде определялась по той же схеме. Углекислота отгонялась из подкисленной пробы при кипячении. Анализы удельной активности углерода  $CO_2$  в среде ( $R$ ) и синтезированного из нее органического вещества водорослей ( $r$ ) были проведены в многократной повторности. Изотопический эффект ( $I$ ) рассчитывался по формуле:

$$I = 100 \cdot \left( 1 - \frac{r}{R} \right) \%.$$

Результаты определений, представленные в табл. 1, показывают, что изотопический эффект при фотосинтезе в культуре водорослей составляет величину 6,6—6,7%. Таким образом, прямые определения изотопического эффекта дают величины несколько большие, чем те, которые были получены Стиман Нильсеном (1957) путем теоретической обработки экспериментальных данных Ван Нормана и Брауна, и гораздо меньше величины, найденной Кальвином и др. в опытах с кратковременным фотосинтезом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Сорокин Ю. И. 1955. Химизм водородной редукции сульфатов. Тр. Инст. микробиол. АН СССР, т. 3.
- Сорокин Ю. И. 1956. Применение  $C^{14}$  для определения первичной продукции органического вещества. Тр. Всес. гидробиол. общ., т. 7.
- van Norman R. W. a. Brown A. H. 1952. The relative rates of photosynthetic assimilation isotopic forms of carbon dioxide. Plant Phys., v. 27.
- Rabinowic E. J. 1956. Photosynthesis and related processes, v. 2, part 2, New York.
- Stee mann Nielsen E. 1952. The use of radioactive carbon ( $C^{14}$ ) for measuring organic production in the sea. Journ. du Cons. Expl. Mer, v. 18.
- Stee mann Nielsen E. a. Aabye Jensen. 1957. Primary oceanic production. «Galathea» report., v. 1, Copenhagen.

## ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ В ВОДОЕМЕ

Кишечную палочку (*B. coli*) принято считать в водопроводной практике показателем фекального загрязнения. Но всегда ли непосредственным источником обогащения воды этой бактерией являются фекалии животных и человека?

Красильников (1938) обнаружил в лабораторных условиях очень хороший рост кишечной палочки на сырой и кипяченой морской воде.

Нам довелось аналогичное отметить при отмирании высшей растительности и фитопланктона в пресных водах.

Наблюдая за количеством кишечной палочки в Учинском питьевом водохранилище канала им. Москвы, мы неоднократно замечали во второй половине лета увеличение численности этой бактерии в заливах, заросших пиррофитами. Приписывать это увеличение влиянию берегов не было оснований, так как Учинское водохранилище окружено жесткой охранной зоной. Следовательно, можно было сделать единственное предположение: кишечная палочка развивается за счет распада отмерших растений.

Для проверки этого предположения были проведены наблюдения в трех заливах Учинского водохранилища.

Первый залив площадью в 9 га с глубиной 20—90 см; по берегу его каймой разросся рогоз, а середина заросла пузырчаткой и водяной сеточкой. Ближе к устью залива на глубине 90 см около зарослей рогоза скопилась спирогира. Пробы здесь отбирались в трех местах: среди скоплений спирогир, на расстоянии 2—3 м от них и при входе в залив. Температура воды составляла в это время 21° С.

Второй залив был площадью в 150 га и глубиной от 20 см до 3,5 м. Наиболее сильно заросли его мелководья с глубиной 50—60 см, главным образом рогозом, ситником, водяной чумой, рдестом. Здесь среди последнего и производился забор проб. Параллельно он проводился вне зарослей и при выходе из залива. Температура воды в это время была 27° С.

Третий залив наименьший, всего 3,5 га, средняя глубина его 50—60 см, и только в устье отмечены глубины около 1 м. Примерно 1—1,5 га залива заняли рогоз, водяная чума, кладофора и водяная сеточка. Устье же его в конце августа (23/VIII) слабо заросло рдестами и урутью. Выемка проб была произведена среди всплывших лепешек кладофоры, на некотором расстоянии от них и при входе в залив. К 16 сентября залив сплошь зарос и пробраться в него не удалось. Поэтому пробы пришлось брать в зарослях устья и в открытой части водохранилища.

Как видно из табл. 1, кишечная палочка была обнаружена во всех заливах больше в зарослях, чем вне их зоны. Окисляемость воды ука-

зывает на повышенное содержание здесь органического вещества. Экспериментальные наблюдения за развитием кишечной палочки подтвердили наши наблюдения в природе (табл. 2): наибольший прирост получен в воде в открытой части водохранилища с добавкой вытяжки из водяной чумы, несколько меньше — в воде зарослей, и никакого увеличения численности не обнаружено в присутствии живой водяной чумы.

Таблица 1

Количество *B. coli* в Учинском водохранилище

Дата	Место взятия проб	<i>B. coli</i> в 1 л	Окисляемость $O_2$ в мг/л
13 июля	Залив I в зарослях	38	24,61
	» I вне зарослей	27	13,28
	При входе в залив	4	10,96
3 августа	Залив II в зарослях	230	10,64
	» II вне зарослей	2	8,46
23 августа	Залив III в зарослях	230	—
	» III вне зарослей	36	—
	При входе в залив	7	—
16 сентября	Залив III в зарослях	92	—
	Середина водохранилища	30	—

Таблица 2

Рост *B. coli* на воде водохранилища  
(продолжительность опыта 5 дней)

Где взята вода для опыта	Добавки к воде	Прирост
В заливе водохранилища вне зарослей	—	В 6 раз
В заливе водохранилища в зарослях	—	„ 12 „
В середине водохранилища	—	„ 8 „
» » »	Вытяжки из <i>Elodea</i>	„ 1000 „
» » »	Живая <i>Elodea</i>	„ 0 „

Аналогичное увеличение численности бактерий наблюдается и при отмирании фитопланктона, когда резко прекращается цветение водоема (рис. 1). Этот же фактор стимулирует развитие кишечной палочки и в местах сгона фитопланктона в период цветения водоема синезелеными водорослями. Обычно численность кишечной палочки в толще сгона синезеленых бывает выше, чем на чистой воде (табл. 3).

Таблица 3

Количество *B. coli* в 1 л воды мест сгона фитопланктона

Место взятия проб	Количество в 1 л воды
В толще сгона синезеленых	142
У края » »	65
На расстоянии 100 м от сгона синезеленых	22



Для проверки, действительно ли продукты отмершего фитопланктона способны стимулировать развитие бактерии, был произведен ряд лабораторных опытов. Вода из водохранилища с различной концентрацией фитопланктона помещалась в колбы, и половина их была простерилизована в автоклаве. После этого все колбы заражались определенным титром кишечной палочки, штамм которой был тот же, что и в предыдущих опытах. Через 7 дней в простерилизованных колбах был резко выражен

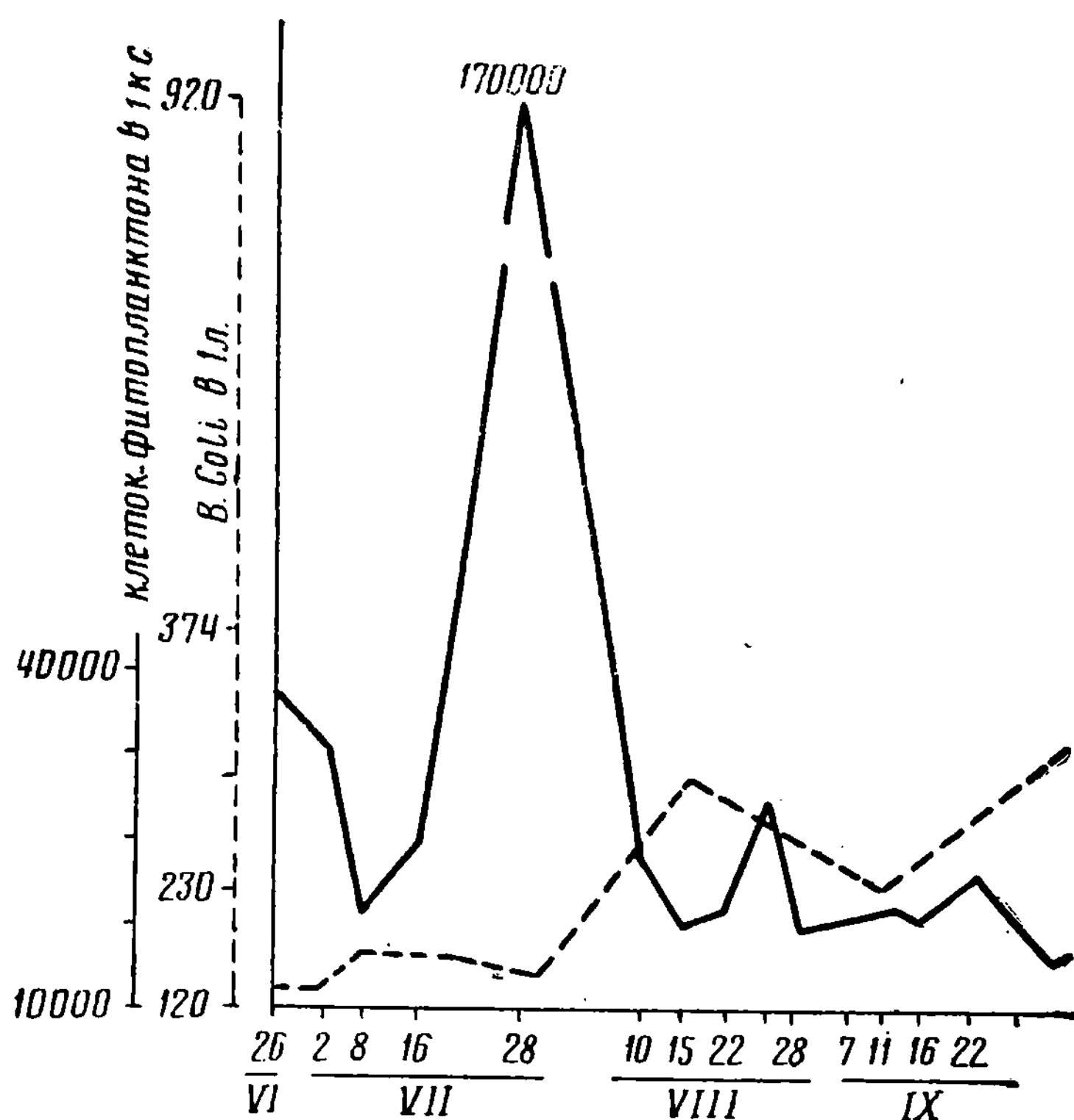


Рис. 1. Количество клеток *V. coli* и фитопланктона в поверхностном слое воды Учинского водохранилища

прирост кишечной палочки (табл. 4), а в нестерильных прироста не наблюдалось. Отсутствие роста в последнем случае могло произойти в результате антагонистической деятельности бактерий, которые были внесены с живыми водорослями и водой и тормозили развитие кишечной палочки. Поэтому мы поставили вторую серию опытов. Были взяты две культуры протококковой водоросли *Ankistrodesmus falkatus*: одна альгологически чистая, другая тщательно очищена от бактерий. Из обеих культур делались посевы на альгологические среды. Когда водоросли настолько разрастались, что вся среда окрашивалась в зеленый цвет, колбы, засеянные бактериально чистой культурой водоросли, вторично проверялись на чистоту. Затем половина колб из обеих серий стерилизовалась и в них вносилось определенное количество культуры кишечной палочки. Через три дня было обнаружено, что в колбах обеих серий с живыми водорослями прироста не было (табл. 5), с убитыми же в обоих случаях прирост был большой. Следовательно, слабое развитие кишечной палочки в присутствии живых водорослей не может быть объяснено бактериальным антагонизмом, а зависит от недостатка в среде питательных веществ. При отмирании водорослей из их клеток диффундируют вещества, необходимые для жизни и размножения кишечной палочки.

Т а б л и ц а 4

Рост *V. coli* на живом и убитом планктоне  
(продолжительность опыта 7 дней)

Среда			Прирост
Вода водохранилища	+ сгущенный планктон	} нестерильная	0
" "			0
Вода водохранилища	+ сгущенный планктон	} стерильная	В 10 раз
" "			" 10 000 раз

Т а б л и ц а 5

Рост *V. coli* в живых и мертвых культурах *Ankistrodesmus*

Культура	Окисляе- мость $O_2$ в мг/л	Прирост	
		через 3 дня	через 5 дней
Бактериально чистая живая	16,5	Нет	Нет
Альгологически " "	5,2		
" " убитая	8,2	В 1000 раз	В 9000 раз
Бактериально " "	13,5	" 100 "	В 5 000 000 раз

Из сказанного видно, что наличие кишечной палочки далеко не всегда является показателем непосредственного фекального загрязнения водоема.

При нахождении ее особенно в чистых водах необходимо принимать во внимание, при каких условиях эта бактерия обнаружена, учитывая возможность вторичного происхождения ее повышенной численности.

#### ЛИТЕРАТУРА

Красильников Н. А. 1938. Бактерицидность морской воды. Микробиология, т. VII, вып. 3.



В. А. ЭКЗЕРЦЕВ

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗАРОСЛЕЙ ГИГРОФИТОВ НА МЕЛКОВОДЬЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Обследование прибрежно-водной растительности Куйбышевского водохранилища было произведено нами в августе 1958 г., т. е. на втором году существования водохранилища при нормальном подпорном горизонте.

Куйбышевское водохранилище обладает рядом специфических черт, определяющих особенности формирования прибрежных растительных группировок. Малая изрезанность его береговой линии, значительные глубины и крутые обрывистые берега, подверженные волновому действию, препятствуют заселению литорали макрофитами. Однако сравнительно стабильный в течение летних месяцев уровень, наличие островов и защищенных мелководий в устье Камы, а также обширные мелководья в верховьях заливов (по рекам Черемшан, Сускан, Уса, Утка) создают благоприятные условия для буйного развития прибрежно-водных зарослей.

К лету 1958 г. затопленная мезофитная растительность отмерла и на всем протяжении мелководий происходил процесс становления гигрофитных группировок, распределение которых в литорали подчиняется вертикальной зональности, обусловленной прежде всего различной степенью обводнения прибрежья (Калинина, 1945). Для мелководий Куйбышевского моря характерны три зоны:

1. Зона мелководий, лежащая выше нормального подпорного горизонта, заливаемая лишь при весеннем подъеме уровня.

2. Зона мелководий с глубинами, не превышающими 1 м при нормальном уровне и освобождающаяся от воды к сентябрю.

3. Зона обводненная в течение всего летнего периода, с глубинами при проектном уровне от 1 до 2,5 м.

Однако флористический состав зарослей этих зон определялся не только глубинными условиями, но в значительной степени наличием зачатков гигрофитов на вновь заселяемых площадях. В зависимости от их количества и видового состава мелководное прибрежье водохранилища можно подразделить на три типа.

I тип — мелководье нижних и средних участков (плесов) водохранилища и заливов без притоков. Здесь в результате подъема вод все пойменные озера, ручьи и другие очаги распространения водной растительности были погребены под толщей воды, а левобережная риналь образовалась вдоль возвышенных участков террас, на которых в прошлом господствовали мезофитные и ксерофитные группировки. Этот тип прибрежья характеризуется дефицитом семян и органов вегетативного размножения собственно прибрежно-водной (гигрофитной) растительности.

II тип — мелководные участки побережья верховий заливов с притоками. Этот тип мелководий приурочен к верховьям заливов, образовавшихся по долинам рек. Зона с глубинами до 2,5 м расположена на участках поймы, где сохранились органы вегетативного размножения гигрофитов и частично сообщества прибрежно-водной растительности, имевшиеся там ранее. Одновременно реки приносят в верховья заливов семена гигрофитов. Благодаря этому здесь идет интенсивный процесс разрастания воздушно-водной и водной растительности.

III тип — по морфометрии и гидрологическому режиму приближается к поймам рек. Основными факторами распределения растительных сообществ на мелководьях этого типа служат различная степень аллювиального процесса и продолжительность затопления.

Размещение растительных группировок в литорали Куйбышевского водохранилища подчиняется одновременно двум закономерностям: степени обводнения (зоны 1, 2, 3) и обеспеченности органами размножения растений (типы I, II, III).

Для зоны кратковременного весеннего затопления мелководий I типа (нижних и центральных плесов водохранилища) характерны пятнистые открытые сообщества сорно-полевых и сорно-луговых видов. Травостой этих растительных группировок развит хорошо, средняя высота его превышает высоту береговых фитоценозов. Проектное покрытие достигает 80—90%. Доминантами зарослей являются *Agropyron repens*, *Setaria viridis*, *Echinochloa crus galli*, *Calamagrostis epigeios*, *Erygeron canadensis*. Постоянно присутствуют (в обилии Sol — Sp.) *Bidens tripartitus*, *B. cernuus*. По мере понижения профиля усиливается лимитирующее влияние продолжительности затопления. Обводнение в течение всего летнего периода переносят лишь единичные экземпляры *Echinochloa crus galli*, *Bidens tripartitus* и *B. cernuus*. Ввиду отсутствия в данном типе побережья зачатков водных растений постоянно обводненная зона мелководья совершенно лишена растительности. Лишь на обсохших к середине сентября участках появляются одиночные сеянцы *Typha angustifolia*, высота которых едва достигает 3—5 см.

Иную картину представляет растительность мелководий в верховьях заливов с притоками (II тип). Экологические ряды на этих участках складываются из трех зон гигрофитов. Как и в предыдущем типе, ведущую роль в составе травостоя зоны кратковременного весеннего затопления играют сорно-полевые виды. Однако в их заросли внедряются в большем обилии (Sp — Cop<sub>1</sub>) типичные представители воздушно-водной растительности *Typha angustifolia*, *Cicuta virosa*, *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*. Травостой следующей зоны (второй) представлен полупогруженными группировками. Для верховий Черемшана, Усы, Меши наиболее характерны заросли *Typha angustifolia*, в которых рогоз достигает высоты 2 м при проективном покрытии в куртинах 70—80%. На островах залива Сускан пышно разросся *Phragmites communis*. Но воздушно-водная растительность этой зоны не создает еще сплошного пояса, а расположена прерывающимися куртинами площадью в 2—6 м<sup>2</sup>. В третьей, низлежащей зоне растительность, представленная собственно водными видами, имеет чрезвычайно пестрый облик. Пятна *Potamogeton lucens* и *P. patens* площадью в 1—2 м<sup>2</sup> чередуются с такими же по площади пятнами *Polygonum amphibium*. В зарослях этой зоны постоянно встречается *Butomus umbellatus*.

Основные площади мелководий верхневолжских и верхнекамских плесов (III тип побережья) приурочены к районам бывших прирусловых валов и грив центральной поймы. Вследствие различной интенсивности аллювиального процесса, протекающего во время весеннего паводка,

растительность мелководий (первой зоны) прируслового вала и центральной поймы различна. На местах, где были осокорники и ивняки прирусловых валов, происходит обычное для пойм рек зарастание песчаных отмелей. В центральной пойме при пониженных скоростях течения сохранились сообщества луговой растительности, но чрезмерное увлажнение создало возможность для поселения в них сорных пигрофитных видов.

В постоянно обводненной зоне литорали этого типа разбросаны одиночные экземпляры *Butomus umbellatus*.

В заключение необходимо отметить, что ведущее место среди прибрежно-водной растительности Куйбышевского водохранилища принадлежит, как и в первый год наполнения (Белавская, 1958), воздушно-водным группировкам. Но если в первый год наиболее типична для полупогруженных фитоценозов формация *Phragmites communis*, то ко второму году господство переходит к сообществам *Typha angustifolia*. Заросли тростника, перенесшие в первый год затопление до 4,5 м, погибли. В третьей, постоянно обводненной зоне водохранилища преобладают, как и в первый год, сообщества *Polygonum amphibium*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Белавская А. П. 1958. Береговая и водная растительность Куйбышевского водохранилища в первый год после наполнения. Бюлл. Инст. биол. водохр. № 2.  
Калинина А. В. 1945. Первые стадии зарастания мелководий Московского моря. Сов. ботаника, т. XIII, № 4.
-

В. А. ЭКЗЕРЦЕВ и Н. А. ТРИФОНОВА

## О СВЯЗИ НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ЭЛЕМЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наличие на данном участке водохранилища тех или иных группировок прибрежно-водной растительности определяется прежде всего условиями биотопа, а именно: глубиной и морфометрией водоема, характером донных отложений, гидрологическим и гидрохимическим режимом водной массы. В то же время и растительность в результате своей жизнедеятельности изменяет окружающую среду. Причем эти изменения, часто необратимые, приводят к смене одних растительных ассоциаций другими.

На примере зарастания мелководий Иваньковского водохранилища мы попытались вскрыть некоторые элементы взаимодействия прибрежно-водной растительности и окружающей среды. Для этого одновременно с описанием растительных сообществ отбирались пробы воды и грунта. В воде определялись  $\text{pH}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , окисляемость, цветность, щелочность, жесткость, содержание  $\text{Ca}$  и биогенных элементов; в грунтах — механический состав и в некоторых — степень минерализации<sup>1</sup>.

Нам казалось, что зависимость распределения растительности от условий среды лучше всего проследить на примере мелководных заливов, сплошь занятых макрофитами, где на небольшом протяжении при одной и той же глубине наблюдается резкая смена гидрохимических и почвенно-грунтовых условий. В качестве типичного примера мы взяли залив в пойме ручья Сучок, в котором наиболее ярко выражено зональное распределение растительности.

Очертания этого залива повторяют форму бывшей поймы ручья, узкой в истоке и сравнительно расширенной в устьевой части. Верховья его сплошь заросли прибрежно-водными сообществами, среди которых выделяются два пояса: пояс хвоща *Equisetum fluviatile*, идущий по обоим берегам полосой в 30—50 м ширины, и пояс урути колосковой *Myriophyllum spicatum* и кувшинки чистобелой *Nymphaea candida*, приуроченный к центральной части с глубинами в 70—120 см. Свободным от растительности остается лишь участок воды по руслу ручья, где глубины достигают 2,5 м. В расширенной устьевой части зона воздушно-водной растительности представлена сообществом манника водного *Glyceria aquatica*, пришедшим на смену хвощу, а зона плавающих и погруженных растений постепенно исчезает.

Условия существования этих трех растительных группировок характеризуются резким различием гидрологического режима верховий и

<sup>1</sup> Образцы грунта обработаны сотрудником лаборатории гидрологии и гидрохимии Института биологии водохранилищ В. П. Курдиным.

Таблица 1

## Химический состав воды и прибрежно-водная растительность некоторых рек Ивановского водохранилища

Химический состав воды															Господствующие группировки прибрежно-водной растительности
Реки	Горизонт <sup>1</sup>	pH	Цвет-ность° Pt — Со шкалы	Окисле-мость O <sub>2</sub> мг/л		Fe <sub>общ</sub> мг/л	N мг/л		P <sub>Р</sub> мг/л	HCO <sub>3</sub> мг/л	Cl' мг/л	Ca <sup>++</sup> мг/л	Жест-кость мг-экв/л		
				пер-манг.	би-хром.		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>							
Орша	Поверхность	7,15	320	25,8	74,3	2,60	2,33	0,45	0,016	94,5	Следы	—	1,98	Carex acuta, Equisetum fluviatile	
	Дно	7,10	325	—	—	1,25	1,94	0,34	0,012	94,5	,	27,6	1,90		
Инюха	Поверхность	7,10	120	—	77,7	0,61	0,58	0,02	0,015	134,0	0,05	42,1	2,43	Carex acuta, местами сообщества Equisetum fluviatile и Phragmites communis	
	Дно	7,03													
Инга	Ср. гор.	7,73	35	6,6	19,4	0,64	0,25	0,39	0,030	204,3	0,60	58,3	3,75	Glyceria aquatica	

<sup>1</sup> Поверхность — 0,5 м от поверхности, дно — 0,5 м от дна.



устья залива. В устье этот режим близок к условиям всего плеса. Для него характерно значительное волнение и перемешивание водных слоев, вынос растительных остатков. В верховьях же залива происходит интенсивное заболачивание. Застой вод не обеспечивает здесь сноса отмерших частей растений, что ведет к значительному накоплению органических веществ. Таким образом, верховья залива как по составу грунтов (органический ил растительного происхождения, потеря при прокаливании до 80%), так и по химизму вод характеризуются дистрофными признаками (цветность 178°, окисляемость перманганатная 36,1 мг/л  $O_2$ ,  $NH_4$  1,17—1,56 мг/л N). Расширенная устьевая часть с песчанистыми отложениями, количество органических веществ в которых не превышает 6%, и с умеренной гумификацией вод приближается к эвтрофным водоемам (цветность колеблется от 66 до 115°, окисляемость перманганатная от 13,4 до 20,4 мг/л  $O_2$ ,  $NH_4$  от 0,52 до 0,68 мг/л N).

Подобный процесс заболачивания верховий заливов без притоков и появление там массовых зарослей *Equisetum fluviatile* впервые отмечены на Иваньковском водохранилище Потаповым (1954). В настоящее время для верховий большинства заливов водохранилища характерно господство сообществ *Equisetum fluviatile* и *Myriophyllum spicatum*. На богатых органикой грунтах и водах хвощ приречный создает одноярусные сообщества большой густоты и плотности. Высота его достигает 150 см, обилие — Сорз. Единично встречаются в составе травостоя *Hydrocharis morsus-gaiae* и *Sium latifolium*. На участках с глубинами более 80 см хвощатники сменяются погруженной и плавающей растительностью. Ведущее место в поясе погруженной растительности верховий заливов принадлежит сообществам *Myriophyllum spicatum*. На более минерализованном грунте в устьевых участках большинства заливов зона воздушно-водной растительности представлена сообществами *Glyceria aquatica*.

Таблица 2

Типы грунтов в сообществах прибрежно-водной растительности  
Иваньковского водохранилища

Место взятия пробы	Тип грунта	Потеря при прокаливании в %
Сообщество <i>Equisetum fluviatile</i>	Органический ил растительного происхождения	82,5
Сообщество <i>Myriophyllum spicatum</i>	Супесь серо-коричневая с обилием растительных остатков	25,9
Сообщество <i>Glyceria aquatica</i>	Супесь серо-коричневая	6,2
Участок, свободный от растительности	Песок средний илистый	2,0

Подобная же приуроченность фитоценозов *Glyceria aquatica* к участкам, сравнительно благоприятным по трофическим свойствам воды и грунта, и сообществ *Equisetum fluviatile* к дистрофным биотопам наблюдается также на зарастающих притоках водохранилища. Как видно из табл. 1, воды реки Инги отличаются большим содержанием растворенных солей, а реки Орша и Инюха, берущие начало из обширных болот, несут воды, обогащенные гуминовыми веществами. Соответственно мелководья последних поросли водно-болотными растительными группировками, основное место среди которых занимают сообщества *Equisetum fluviatile* и *Carex acuta*. Вся прибрежная зона реки Инги занята сооб-

ществами *Glyceria aquatica*. В составе травостоя фитоценозов манника постоянно присутствуют в обилии Sp — Cop<sub>1</sub>, такие эвтрофные виды, как *Lemna trisulca*, *Spirodela polyrhiza* и *Oenanthe aquatica*. Проективное покрытие, создаваемое манником, достигает 90—100%.

Влияние растительности на среду выявляется при сравнении грунтов и химизма воды в заросших мелководьях с близлежащими участками водоема, свободными от растительности. Прибрежно-водная растительность создает здесь значительную органическую массу, которая отмирая оседает на дно водоема. В табл. 2 приведены типы илистых отложений, взятых из различных фитоценозов на одном из профилей.

Изменение химизма воды под влиянием полупогруженной растительности происходит в основном благодаря распаду растительных отложений. Так, во всех заливах, занятых воздушно-водными сообществами, содержание фосфатов повышается в 2—3 раза, и наряду с увеличением цветности в них увеличивается окисляемость. В зарослях тростника на Иваньковском водохранилище отмечено увеличение содержания растворенных Р, NH<sub>4</sub>, Fe. Содержание фосфора и железа здесь было в два раза выше, чем на участках, свободных от растительности. Одновременно с повышением количества растворенных биогенных элементов падает содержание кислорода, что наиболее ярко проявляется в сообществах тростника, где его количество нередко в 1,5—2 раза меньше, чем на открытом плесе. В то же время величина рН понижается до 7,0.

Под влиянием погруженной растительности газовый режим в дневные часы улучшается: во всех наблюдавшихся нами случаях содержание кислорода повышалось на 2—3 мг/л; в то же время содержание свободной углекислоты падало часто до 0. В наиболее густых зарослях в связи с использованием в процессе фотосинтеза CO<sub>2</sub> бикарбонатов отмечено увеличение рН до 9,0.

#### ЛИТЕРАТУРА

Потанов А. А. 1954. Распределение водных растений в заливах Иваньковского и Истринского водохранилищ в зависимости от различий химического состава воды и характера донных отложений. Строительство водохранилищ и проблема малярии. Медгиз. М.



Н. Н. СМЕРНОВ

## РАСТВОРЕННЫЕ ВИТАМИНЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Несмотря на крупное общетеоретическое значение, которое имеет открытие в водоемах растворенных витаминов, вопрос о них в нашей специальной литературе до сих пор не обсуждался.

Впервые растворенные витамины, а именно тиамин (витамин B<sub>1</sub>) и биотин (витамин H), были обнаружены в воде озер и прудов в 1943 г. Хатчинсоном (Hutchinson, 1943) в США. Тиамин растворен в прудовой воде в количествах порядка сотых долей  $\mu$  г/л (0,008—0,077). Содержание биотина в озерной воде зимой достигает, по имеющимся данным, 0,004  $\mu$  г/л, уже в феврале оно начинает снижаться и в течение лета может спуститься до десятитысячных долей микрограмма (0,0001—0,0021).

В 1946 году Хатчинсоном и Сетлоу (Hutchinson a. Setlow, 1946) в воде озер был обнаружен растворенный ниацин (витамин PP или никотинамид). В январе — марте подо льдом содержание ниацина достигает почти 1  $\mu$  г/л (0,89), а когда водоем освобождается от льда и затем летом его содержание падает до десятых долей  $\mu$  г/л (0,15—0,41). Тиамин, биотин и ниацин в свободном виде также присутствуют в почве.

После этого никаких работ по витаминам B<sub>1</sub>, H, PP, растворенным в воде, не публиковалось.

Столь же мало данных относительно обнаруженной в морской воде аскорбиновой кислоты (витамин C). Единственное сообщение о ней, относящееся к 1952 г., принадлежит Вангерскому (Wangersky, 1952, США), причем количественно растворенная аскорбиновая кислота не охарактеризована.

Большинство указаний относится к кобаламину (витамин B<sub>12</sub>). Впервые кобаламин был обнаружен в прудовой воде в 1950 году Робинсом, Херви и Стебинсом (США) (Robbins et al, 1951). Затем последовало открытие его в морской воде. В воде Атлантики (севернее Британских островов), по данным английских исследователей Ковей и Друпа (Coweу, 1956, Droop, 1954), содержание витамина B<sub>12</sub> исчисляется тысячными и десятитысячными долями  $\mu$  г/л. У берегов морей его сотые доли  $\mu$  г/л: в прибрежных лужах с морской водой Друп обнаружил его в количестве 0,03  $\mu$  г/л. Ковей найдено у берега 0,016  $\mu$  г/л, у атлантического побережья южной Канады — 0,01 (Lewin R. A., 1954), в прибрежье Японских островов найдено 0,01—0,02 на глубинах 0—500 м (Касивада и др., 1957). В пресных прудах содержание растворенного кобаламина составляет величину порядка 0,06—0,15  $\mu$  г/л (Benoit, 1956) и достигает 2  $\mu$  г/л (Robbins, Hervey, Stebbins, 1950). В почве свободного кобаламина содержится до 15  $\mu$  г/кг свежего веса (Robbins et al, 1950).

По данным Ковей, в летний период с апреля по сентябрь concentra-

ция кобаламина снижается до десятитысячных долей  $\mu\text{г/л}$ , что можно поставить в связь с потреблением его развивающимися в этот период водорослями и иными микроорганизмами.

Японские авторы (Касивада, Какимото, Морита, Канадзава, Кавагое, 1957) исследовали вертикальное распределение кобаламина, растворенного в воде Тихого океана. Содержание витамина  $\text{B}_{12}$  в воде наиболее сильно колеблется в верхнем стометровом слое, меняясь в открытых частях Тихого океана от 0 до  $0,002 \mu\text{г/л}$ . На глубинах 100—1200 м содержание растворенного кобаламина много устойчивее и обычно составляет  $0,001—0,0025 \mu\text{г/л}$ .

Таким образом, в воде обнаружены почти все водорастворимые витамины.

Источником растворенных в воде витаминов являются синтезирующие их организмы. Так, для кобаламина установлено, что его источником в водоемах являются бактерии, грибы и синезеленые водоросли.

В синтезирующих кобаламин грибах-актиномицетах содержится до  $1800 \mu\text{г}$  этого витамина на 1 кг сухого веса грибов. Синезеленые также синтезируют витамин  $\text{B}_{12}$  в значительном количестве, а именно: *Calothrix parietina* содержит его  $640 \mu\text{г/кг}$  сухого веса, *Aphanizomenon flos-aquae* — 285, *Diplocystis aeruginosa* — 240. Ряд синезеленых водорослей развивается в прудах, озерах, водохранилищах и солоновато-водных морях в теплый период года в обильном количестве и, несомненно, обогащает воду растворенным витамином  $\text{B}_{12}$ . Численность *A. flos-aquae* достигает 170 миллионов клеток в 1 л воды (Гусева, 1952).

Накопление кобаламина, витамина, имеющего в своем составе кобальт, синтезирующими его организмами, в том числе, очевидно, и синезелеными водорослями, зависит от содержания кобальта в воде. Изучение цикла кобальта в водоемах приобретает в связи с этим особое биологическое значение. Приходится отметить, что данные о режиме кобальта в водохранилищах отсутствуют.

Параллельно с исследованиями, обнаружившими перечисленные витамины в воде, изучалось влияние витаминов на жизнь водных организмов. Оказалось, что множество водорослей и жгутиковых, в том числе самых обычных и массовых, совершенно не может развиваться, если в окружающем растворе отсутствует тот или иной витамин.

К настоящему времени обязательная потребность в кобаламине установлена для 30 следующих видов жгутиковых и водорослей:

Жгутиковые: *Amphidinium klebsii*, *A. rhyncephalum*, *Astasia longa*, *Cryptomonas ovata*, *Cyanophora paradoxa*, *Euglena gracilis*, *E. stellata*, *E. viridis*, *Exuviella cassubica*, *Gymnodinium splendens*, *Gyrodinium californicum*, *Hemiselmis virescens*, *Isochrysis galbana*, *Microglona arenicola*, *Monochrysis lutheri*, *Ochromonas malhamensis*, *Peridinium chattoni*, *P. balticum*, *Poteriochromonas stipitata*, *Prorocentrum micans*, *Prymnesium parvum*, *Synura* sp., *Syracosphaera carteriae*, *S. elongata*. Зеленые водоросли: *Brachiomonas submarina*, *Chlamydomonas chlamydogama*, *Lobomonas rostrata*, *Stichococcus* sp. Диатомовые водоросли: *Amphora perpusilla*, *Skeletonema costatum*.

Среди этих форм обращает на себя внимание диатомей *Skeletonema costatum*, занимающая одно из первых мест по обилию в морском фитопланктоне. Ее численность достигает 20 миллионов клеток/л. (Книпович, 1938, Зенкевич, 1947). Из пресноводных форм, которые не могут развиваться без растворенного в воде кобаламина, особенно нужно отметить евглен, встречающихся массами в небольших водоемах.

Для некоторых микроорганизмов установлена настолько тесная и прямая связь между содержанием кобаламина и их размножением, что по их развитию возможно судить о содержании кобаламина в воде или в различных жидкостях тела животных и человека.

Обязательная потребность в витамине B<sub>1</sub> обнаружена пока у следующих 9 видов жгутиковых и 7 видов водорослей. Жгутиковые: *Astasia longa*, *Chilomonas pisciformis*, *Euglena gracilis*, *E. pisciformis*, *E. stellata*, *E. viridis*, *Ochromonas malhamensis*, *Peridinium* sp., *Poteriochromonas stipitata*. Зеленые водоросли: *Coelastrum* sp., *Polytoma caudatum*, *P. ocellatum*, *Polytomella coeca*, *Prototheca zopfii*, *Selepastrum* sp. Синезеленые водоросли: *Phormidium persicinum*.

Известно два вида жгутиковых, *Ochromonas malhamensis* и *Poteriochromonas stipitata*, существование которых невозможно без биотина (витамин H) в растворе. Есть указание, что пресноводная диатомея *Navicula pelliculosa* использует аскорбиновую кислоту (Lewin, 1954).

Если витаминов в воде нет, то организмы, нуждающиеся в соответствующем витамине, некоторое время растут за счет его запасов внутри клеток, а затем рост резко ослабляется и прекращается. Если удалить витамины из естественной воды, например, с помощью активированного угля, то в ней не развиваются нуждающиеся в них формы. В неочищенной воде они размножаются нормально и в большом количестве. В искусственно приготовленных растворах на дистиллированной воде без витаминов многие водоросли растут крайне плохо или совсем не развиваются. Давно уже было известно, что лабораторные культуры водорослей начинают пышно развиваться после прибавления к минеральному питательному раствору настоя почвы, но причины этого явления не были известны. Оказалось, что такое стимулирующее действие можно приписать содержащемуся в почве витамину B<sub>12</sub>.

Значение растворенных витаминов заключается прежде всего в том, что они определяют урожай многих массовых водорослей и жгутиковых и в морях и в пресных водоемах и тем самым оказывают сильное воздействие на кормовую базу животных.

Можно предполагать также, что растворенные витамины влияют и на поведение животных. Это предположение основывается на наблюдении, что устрицы фильтруют только в присутствии в воде растворенной аскорбиновой кислоты и встречающегося одновременно с ней углевода рамнозида (Collier, Ray, Magnitzky, 1950, Wangersky, 1952). На возможное влияние растворенных витаминов на поведение животных указывают также исследования, установившие влияние других растворенных органических веществ на поведение животных, в частности на такое крупное явление, как возвращение рыб в родные реки (Hasler, 1957; Lucas, 1955).

## ЛИТЕРАТУРА

- Багдасаров А. А. ред. 1956. Витамин B<sub>12</sub> и его клиническое применение. Медпиз.
- Бунин В. Н., Арешкина Л. Я. и Куцева Л. С. 1955. Химия и биохимия витамина B<sub>12</sub>. Усп. совр. биол., т. 40, вып. 3 (6).
- Гусева К. А. 1952. Цветение воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. Тр. Вс. гидробиол. общ., т. 4.
- Зенкевич Л. А. 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря, «Советская наука», т. II.
- Книпович Н. М. 1938. Гидрология морей и солоноватых вод. М.—Л.
- Смирнов Н. Н. 1958. Витамины в воде. «Наука и жизнь» № 8.
- Berber F. W., Baile D. L., Troesch C. B. and Huhtanen C. N. 1953. Preliminary studies of the response of a chrysomonad to vitamin B<sub>12</sub> and related substances. Annals of the New York Academy of sc., v. 56, art. 5.



- Collier A., Ray S., Magnitzky W. 1950. A preliminary note on naturally occurring organic substances in sea water affecting the feeding of oysters. *Science*, v. 111, № 2876.
- Cowey C. B. 1956. A preliminary investigation of the variation of vitamin B<sub>12</sub> in oceanic and coastal waters. *J. Marine biol. assoc. Unit. Kingd.*, v. 35, № 3.
- Cramer M. and Myers J. 1952. Growth and photosynthetic characteristics of *Euglena gracilis*. *Arch. microbiol.* 17.
- Darken A. 1953. Production of vitamin B<sub>12</sub> by microorganisms and its occurrence in plant tissues. *Bol. rev.*, v. XIX, № 2.
- Droop M. R. 1954. Cobalamin requirement in Chrysophyceae. *Nature*, v. 174, № 4428.
- Droop M. R. 1955. A pelagic marine diatom requiring cobalamin. *J. Mar. biol. assoc. Unit. Kingd.*, v. 34, № 2.
- Droop M. R. 1955. A suggested method for the assay of vitamin B<sub>12</sub> in sea water. *Journal of the Marine biological association of the United Kingd.*, v. 34, № 3.
- Droop M. R. 1957. Auxotrophy and organic compounds in the nutrition of marine phytoplankton. *J. Gener. microbiol.*, v. 16, № 1.
- Hamilton L. D., Hutner S. H., Provasoli L. 1952. *Analist* 77, 618.
- Hasler A. D. 1957. The sense organs, olfactory and gustatory senses of fishes. In M. E. Brown's *The physiology of fishes*, v. 11, New York.
- Heinrich H. C., Rädcl G., Sommer L. 1955. Die microbiologische Bestimmung der B<sub>12</sub> — Vitamine mit dem Phytoflagellaten *Euglena gracilis* isol. *T. Z. Vitam.-, Horm.- u. Fermentenforsch.* 7. 2—3, 124—127.
- Hutchinson G. E. 1943. Thiamin in lake waters and aquatic organisms. *Arch. biochem.*, v. 2.
- Hutchinson G. E. 1957. *A treatise on limnology*, v. 1.
- Hutchinson G. E. and L. K. Setlow. 1946. Niacin cycle in a small lake. *Ecology*, v. 27, № 1.
- Hutner S. H. 1957. The significance of vitamins in algal nutrition. *Phycol. soc. Amer. News bulletin*, v. X, № 30.
- Hutner S. H. a. Provasoli L. 1951. The Phytoflagellates. In: *Biochemistry and physiology of Protozoa*, A. Lwoff, Academic press, New York.
- Hutner S. H., Provasoli L., Stonstad E. L., Hoffman C. E., Belt M., Franklin A. L. a. Jukes T. J. 1949. Assay of anti-pernicious anemia factor with *Euglena*. *Proc. soc. exper. biol. a. Med.* 70.
- Kashiwada K., Kakimoto D., Morita T., Kanazawa A., Kawago K. 1957. Studies on Vitamin B<sub>12</sub> in sea water. II. On the assay method and the distribution of this vitamin B<sub>12</sub> in the ocean. *Bull. Japan. Soc. scient. fisheries*, 22, № 10.
- Lewin J. C. 1954. Silicon metabolism in diatoms. I. Evidence for the role of reduced sulfur compounds in silicon utilization. *J. gener. Physiol.* 37, № 5.
- Lewin R. A. 1954. A marine *Stichococcus* sp. which requires vitamin B<sub>12</sub> (cobalamin). *The J. gener. biol.*, v. 10, № 1.
- Lucas C. E. 1955. External metabolites in the sea. *Papers in marine biology and oceanography dedicated to H. B. Bigelow. Deep-sea research, Suppl. to v. 3.*
- Lwoff A. 1947. Some aspects of the problem of growth factors for Protozoa. *Ann. rev. microbiol.*, v. 1.
- Pintner I. J., Provasoli L. 1958. Artificial cultivation of a redpigmented marine blue-green alga *Phormidium persicinum*. *J. gen. microbiol.*, v. 18, № 1.
- Provasoli L., Pintner I. J. 1953. Ecological implications of in vitro nutritional requirements of algal flagellates. *Ann. New York Acad. sc.*, v. 56, art. 5.
- Provasoli L., Pintner I. J. 1954. Cultural characteristics of *Phormidium persicinum* an auxotrophic marine red-pigmented blue-green alga. *Rapports et commun. du VIII Congr. Intern. Botan. (Paris)*, sect. 17.
- Robbins W. J., Hervey A. a. Stebbins M. E. 1950. Studies on *Euglena* and vitamin B<sub>12</sub>. *Bull. Torrey botan. club*, v. 77, № 6.
- Robbins W. J., Hervey A., Stebbins M. E. 1951. Further observations on *Euglena* and vitamin B<sub>12</sub>. *Bull. Torrey Bot. club.* 78.
- Schopfer W. H. 1949. *Plants and vitamins*, Waltham, 2 printing.
- Starvey R. L. 1944. Changes in the content of certain B-vitamins in organic materials decomposing under aerobic and anaerobic conditions. *Soil sci.* 57.
- Sweeney B. M. 1954. *Gymnodinium splendens*, a marine dinoflagellate requiring vitamin B<sub>12</sub>. *American journal of Botany*, v. 41, № 10.
- Wangersky P. J. 1952. Isolation of ascorbic acid and rhamnosides from sea water. *Science*, 115, № 2999.
- Работы, оставшиеся неизвестными в оригинале:
- Benoit R. J. 1956. Studies on the biogeochemistry of cobalt and related elements. Unpublished thesis. Yale university (no Hutchinson G. E. 1957).

H a g e n s H. 1953. Physiologisches Vitamin B<sub>12</sub> äquivalent und Metallbindungvermögen in Erdextracten als Wachstumbeeinflussende Factoren für *Euglena gracilis*. Inaugural Dissertation Naturwissenschaftlichen Fakultät. J. W. Goethe-Univers. Frankfurt a. M.

H i n e D. C. and D a w b a r n M. C. 1954. The determination of vitamin B<sub>12</sub> activity in the organs and excreta of sheep. II The influence of cobalt on the production of factors possessing vitamin B<sub>12</sub> activity in the rumen contents of sheep. *Nature*, Lond., 170.

H u t n e r S. H. and P r o v a s o l i L. 1953. A pigmented marine diatom requiring vitamin B<sub>12</sub>. *News Bull. phycol. soc. Amer.*, v. 6, № 18.

H u t n e r S. H., P r o v a s o l i L., S c h a t z A. a. H a s k i n s C. P. 1950. Some approaches to the study of the role of metals in the metabolism of microorganisms. *Proc. Am. phil. soc.*, 94.

H u t n e r S. H., P r o v a s o l i L., S t o k s t a d E. L. R., H o f f m a n n C. E., B e l t M., F r a n c l i n A. L. a. J u k e s T. H. 1949. The assay of antipernicious anemia factor with *Euglena*. *Proc. soc. exp. biol. N. Y.* 70.

L e w i n R. A. 1952. Vitamin requirements in *Chlorococcales*. *News Bull. Phycol. soc., Am.*, 5.

P r o v a s o l i L., P i n t n e r I. J. 1953. Assay of vitamin B<sub>12</sub> in sea water. *Proc. soc. protozool.*, v. 4.

---

П. А. ЖУРАВЕЛЬ

## О ПОЯВЛЕНИИ ГИДРОИДНОГО ПОЛИПА *CORDYLOPHORA CASPIA* PALL. В САМАРСКОМ ОТРОГЕ ДНЕПРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Гидроидный полип кордилофора — *Cordylorhiza caspia* Pallas (= *C. lacustris* Allm.) — в СССР встречается в солоноватоводных морях: Каспийском, Азовском, Балтийском, в опресненных участках Черного моря и в низовьях ряда южнорусских рек.

Кордилофора является колониальным гидроидным полипом. Нижний отдел ствола колонии имеет сильную ветвистость. Вся колония достигает в высоту до 9 см. При размножении кордилофора медуз не образует. Ее колонии раздельнополы. Гонады образуются в выростах — гонофорах эллипсоидной формы. Из оплодотворенного яйца возникает личинка, напоминающая планулу, которая после 12-часового свободного плавания прикрепляется к субстрату и образует бесполом путем новую колонию.

Кордилофора относится к представителям фауны каспийского типа (лиманного реликтового комплекса), но в связи с прикрепленным образом жизни в настоящее время имеет широкое распространение; она проникла и в ряд водоемов других бассейнов. Ее распространение, несомненно, шло по водным магистралям, главным образом путем переноса на водном транспорте в обрастаниях его подводных частей, а также с балластной водой (Зенкевич, 1947).

В конце сентября 1958 г. мы проводили исследования по проверке приживаемости кормовых для рыб беспозвоночных из фауны каспийского, реликтового типа, вселенных нами в 1957 г. и ранее в Днепровское водохранилище. В Самарском отроге водохранилища у г. Ново-Московска и ниже был обнаружен гидроидный полип *Cordylorhiza caspia*, где он имеет заметное развитие. Исследования нами проводились совместно с сотрудниками Днепропетровского института гидробиологии: В. Л. Булаховым, В. Д. Булай, П. Я. Лавриненко.

Кордилофора встречается там прикрепленной на различных субстратах: пустых раковинах моллюсков унионид, раковинах живых моллюсков, особенно скоплениях дрейссен — *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, попавших в воду ветках древесной и кустарниковой растительности, а также на стеблях ряда травянистых растений и на водной растительности — как непогруженной, так и погруженной (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Polygonum amphibium* и др.).

Представляет определенный интерес сообщение Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1958) о случаях прикрепления кордилофоры в Азовском море в большом количестве к панцирю «голландских» крабиков и его мнение, что это можно рассматривать как симбиоз кордилофоры с крабиком, подобно симбиозу актинии и рака-отшельника.

В исходном водоеме, на котором образовался Самарский отрог водохранилища, — в р. Самаре-Днепровской — кордилофора отсутствовала.

Исходя из ряда данных, мы полагаем, что попала кордилофора в Самарский отрог недавно.

Отсутствовала она здесь как до 1941 г., когда водохранилище было разрушено, так и несколько лет после его возобновления.

Большой интерес представляет тот факт, что этот гидроид нашел благоприятные условия для жизни в Самарском отроге водохранилища и развивается в довольно заметных количествах. Гидробиология и химизм Самарского отрога (иногда обозначаемого как Самарское водохранилище), а также основной части Днепровского водохранилища описаны в ряде работ, помещенных в «Вестнике Днепропетровского института гидробиологии», т. VIII, 1948 и т. XI, 1955, а также в других изданиях.

Общая экватория отрога при НПГ достигает свыше 5000 га, но водоем мелководен — глубины его в центральной части, за исключением полосы бывшего русла р. Самары, не превышают 5—6 м.

Подтоп достигает выше г. Новомосковска, но уже в районе г. Новомосковска разбавления самарской воды днепровской почти не чувствуется и вода здесь имеет повышенную минерализацию — сумма минеральных веществ достигает 1—2 г/л. В воде преобладают хлориды и сульфаты натрия при значительном содержании также солей кальция и магния. О повышенной минерализации воды свидетельствует и наличие здесь солоноватоводных (эвригалинных) форм гидробионтов, особенно среди диатомовых водорослей.

Степень минерализации воды в Самарском отроге по направлению сверху вниз постепенно снижается. По-видимому, в связи с этим постепенно уменьшается и встречаемость и обилие кордилофоры. В нижнем участке отрога, где наблюдается сильное влияние воды основной части Днепровского водохранилища, имеющей среднюю минерализацию (сумма веществ 300—550 мг/л), кордилофоры мы не встретили. Для основной части Днепровского водохранилища кордилофора не указывается и другими авторами. Но теперь не исключена возможность скорого появления кордилофоры и в крупных заливах водохранилища, расположенных ниже Самарского отрога, в которых вода также имеет повышенную минерализацию.

Следует ожидать появления кордилофоры и в других южных водохранилищах, особенно в тех, которые имеют несколько повышенную минерализацию воды. В этих водохранилищах могут появиться в связи с заносом на транспорте и другие представители фауны обрастаний: *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*.

Известно, что таким путем недавно *Dreissena polymorpha* попала в водохранилища системы канала им. Москвы, *Dreissena bugensis* — в Днепровское водохранилище (оз. Ленина), где она уже расселилась почти по всей его акватории.

Появление в Самарском отроге Днепровского водохранилища кордилофоры является одним из подтверждений правильности высказанного нами в свое время положения, что водохранилища юга СССР по ряду признаков несколько напоминают собой лиманы или же предлиманские участки южнорусских рек (Журавель, 1950).

В Каспийском море кордилофора входит в состав пищи некоторых рыб. Л. А. Зенкевич (1947) указывает на случаи частичного замещения у большеглазого пузанка (*Caspialosa sapozhnikovi*) рыбного корма этим гидроидом. На кормовое значение кордилофоры для рыб указывает и



А. Н. Державин (1951). Заметное развитие юрдилофоры в Самарском отроге водохранилища будет способствовать увеличению в нем кормовой базы рыб.

#### ЛИТЕРАТУРА

Державин А. Н. 1951. Кишечнополостные — Coelenterata. Животный мир Азербайджана. Баку.

Журавель П. А. 1950. К проблеме обогащения кормности водохранилищ юго-востока Украины. Зоол. журн., т. XXIX, вып. 2

Зенкевич Л. А. 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря. «Советская наука», т. II.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1958. Обрастания «голландского» крабика. «Природа» № 9.

*Институт гидробиологии Днепропетровского гос. университета.*

---

Э. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКАЯ

## К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИКЕ РОДА BYTHOTREPHERS LEYDIG (CLADOCERA)

Известны два вида *Bythotrephes* Leydig, различающиеся по форме хвостовой иглы. *Bythotrephes longimanus* Leydig, 1860, имеющий прямую иглу, и *Bythotrephes cederstroemii* Schödler, 1863 с S-образным изгибом иглы. Указанные Шедлером (Schödler, 1863) дополнительные признаки (число члеников первой пары ног, число щетинок на конце пятого членика первой пары ног и на плавательных антеннах) сильно варьируют и не могут быть пригодными для диагностики видов, в чем мы убедились при специальной проверке. В работах других авторов они также не упоминаются.

Лилльеборг (Lilljeborg, 1900) наблюдал переходные формы между обоими видами, в частности он считал *B. cederstroemii connectens* переходной формой к *B. longimanus*, но так как типичные представители этих видов отличаются друг от друга, он привел описание их обоих. Ваглер (Wagler, 1947) и Лидер (Lieder, 1958) в озерах Германии также находили переходные формы со слабым изгибом иглы и на этом основании выражали сомнение в самостоятельности двух видов *Bythotrephes*. Однако другие авторы (Keilhack, 1909; Rylow, 1935; Бенинг, 1941; Scourfield, 1958) вплоть до настоящего времени признают существование этих видов, различая их по форме хвостовой иглы.

Изучая биологию *Bythotrephes* Рыбинского водохранилища (Мордухай-Болтовская, 1956), мы на протяжении ряда лет встречали не толь-

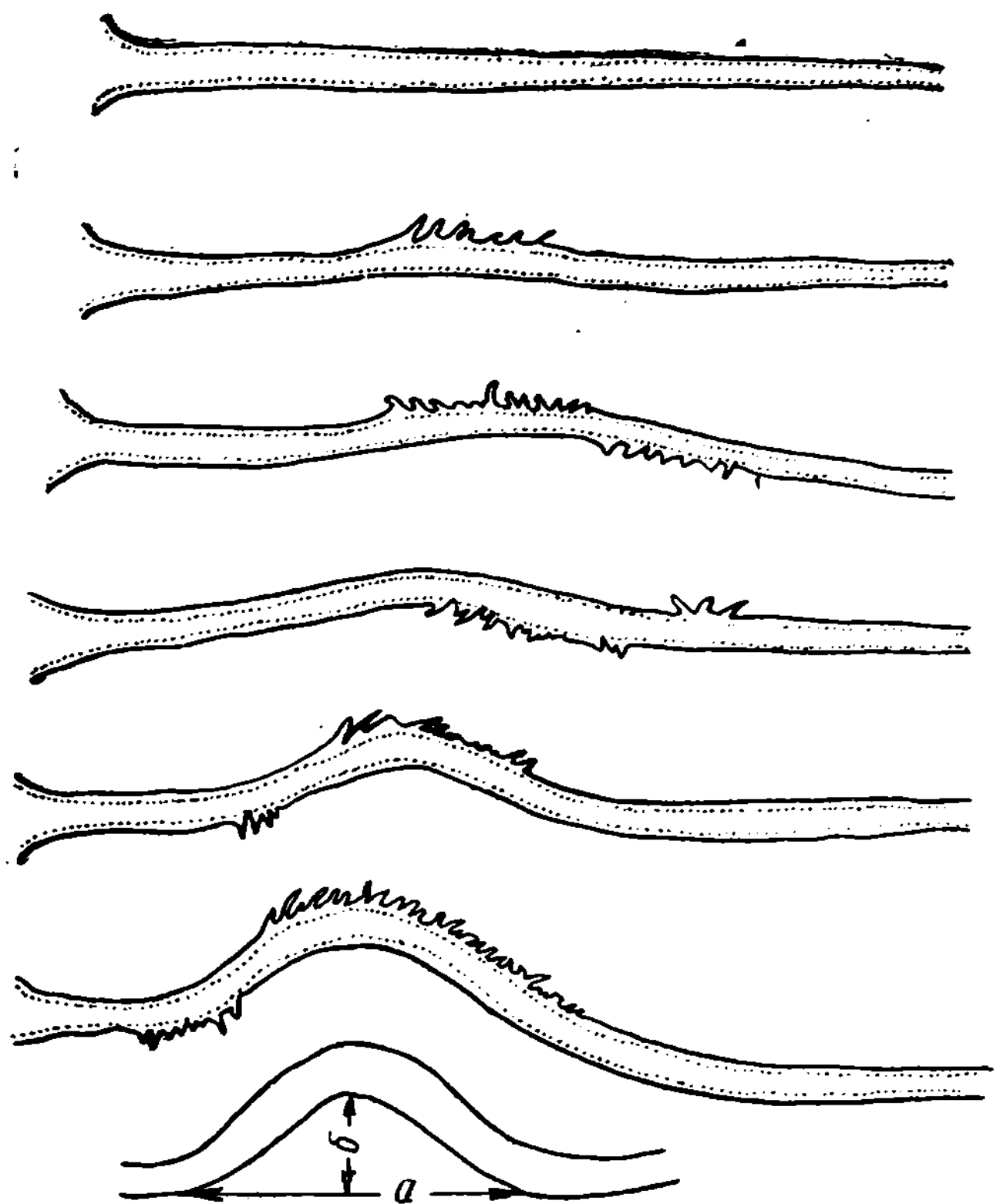


Рис. 1. Изменчивость формы изгиба хвостовой иглы у *Bythotrephes* Рыбинского водохранилища:  
а — длина изгиба, б — высота изгиба

ко типичных представителей обоих видов, но и многочисленных особей, имевших иглы с различной степенью изгиба (рис. 1). Это обстоятельство побудило нас провести специальные исследования для решения вопроса о самостоятельности видов *Bythotrephes*.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

В 1957 г. были зарегистрированы 4 случая, когда у самки одного вида *Bythotrephes* рождалось потомство с хвостовой иглой, характерной для другого вида. Так, у трех самок *B. longimanus* с тремя парами ногтей появилась молодь, которую по форме иглы следовало бы отнести к *B. cederstroemii*. Рачки, рожденные самкой *B. cederstroemii* с двумя парами ногтей, совершенно не отличались от *B. longimanus*.

В 1958 г. было отмечено еще 12 подобных случаев: потомство шести самок *B. longimanus* имело признаки *B. cederstroemii*, а рачки, рожденные самкой *B. cederstroemii*, имели признаки *B. longimanus*. В трех случаях лишь часть молоди, появившейся от самок *B. longimanus*, имела прямую иглу, а часть — изогнутую, типичную для *B. cederstroemii*. Наконец часть молоди от двух самок *B. cederstroemii connectens* могла быть отнесена к *B. cederstroemii*, а часть — к *B. longimanus*. Так как все эти самки были выловлены в водохранилище с уже хорошо оформившимися зародышами и молодь вышла из выводковой камеры через 2—3 дня после поимки самок, можно утверждать, что подобные явления имеют место и в природе и что они не связаны со специфическими условиями эксперимента.

Таким образом, непосредственными наблюдениями установлены факты резких различий в форме хвостовой иглы самок и рожденной ими молоди. Эти факты достаточно ясно показывают, что изгиб иглы не может считаться видовым признаком, а следовательно, *B. cederstroemii* не является самостоятельным видом. Чтобы проверить, не зависит ли форма иглы от температуры, при которой происходит развитие рачков, мы воспитывали их в сосудах с высокой и низкой температурой воды. Высокие температуры (25—30° С) рачки выносили плохо и не размножались. При низкой температуре (9—10° С) созрели только три самки *B. cederstroemii* (из 100), но и они погибли до выхода молоди из зародышевых сумок.

При вскрытии последних оказалось, что у самки, прожившей при указанной температуре 28 дней, зародыши были совершенно готовы к выходу и имели прямую иглу без шипиков. У двух других самок, проживших 17 дней, были обнаружены недоразвитые зародыши тоже с прямой иглой, но имевшей на некотором расстоянии от конца абдомена (где предположительно должен быть изгиб) темное пятнышко. Возможно, что это просвечивали шипики на месте будущего изгиба. Из всех самок *B. longimanus* только две созрели и оставили потомство с прямой иглой. В обоих случаях эмбриональный период продолжался 23 дня. Эти данные позволяют предположить, что при низких температурах чаще всего формируется прямая игла. Такое предположение подтверждается наблюдениями, проведенными в Рыбинском водохранилище.

### НАБЛЮДЕНИЯ В ПРИРОДЕ

Систематический сбор материала производился в Рыбинском водохранилище ежегодно, начиная с 1952 года, с мая по ноябрь, 2—3 раза в месяц при помощи торпедообразного планктоноуловителя системы Вовка.

Из табл. 1 видно, что в июле и августе относительная численность *B. longimanus* очень мала, в июне всегда выше, а в сентябре, в зависимости от года, его численность может быть различной.

Таблица 1

Соотношение форм *Bythotrephes* в Рыбинском водохранилище (в %)

Месяцы	1952		1953		1954		1956		1957		1958	
	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>	<i>B. longi-manus</i>	<i>B. cederstroemii</i>
Июнь	46	54	—	—	100	0	65	35	40	60	—	—
Июль	—	—	—	—	4	96	7	93	30	70	—	—
Август	32	68	4	96	40	60	—	—	19	81	—	—
Сентябрь	—	—	—	—	67	33	0	100	—	—	2	98

Таким образом, соотношение двух форм в течение года изменяется. Но и среди форм с изогнутой иглой наблюдается существенная изменчивость в степени изгиба. Для того чтобы проследить за этими изменениями, нами сделано 1500 промеров 300 особей *Bythotrephes*, отбиравшихся из проб без выбора. С помощью окулярной сетки измерялись длина тела, длина и высота изгиба иглы (рис. 1), длина первого и пятого члеников первой пары ног. Оказалось, что изменение длины члеников первой пары ног носит возрастной характер. Остальные изученные признаки, кроме изгиба иглы, интереса не представляют. Высота и длина изгиба иглы менялись в зависимости от сезона, как показано в табл. 2.

Таблица 2

Сезонная изменчивость изгиба иглы у *Bythotrephes*

Время сборов	Среднедекадная температура в град.	Количество особей с высотой изгиба иглы от—до (в мм)								Количество особей с длиной изгиба иглы от—до (в мм)					
		0	0,02—0,03	0,04—0,05	0,06—0,07	0,08—0,09	0,10—0,11	0,12	0,13	0,3—0,38	0,4—0,48	0,5—0,58	0,6—0,68	0,7—0,78	0,8
Июнь 1957 г.	14,7—16,6	50	16	15	14	5	—	—	—	2	15	10	19	4	—
Июль 1957 г.	18,3	6	9	10	15	9	—	1	—	2	16	9	17	—	—
Июль 1956 г.	19,6	1	6	18	16	9	—	—	—	—	13	19	14	3	—
Август 1957 г.	20,7	1	3	7	10	12	11	4	2	—	5	5	26	11	2
Сентябрь 1958 г.	13	1	1	10	20	9	9	—	—	—	3	12	22	10	2

Возможно, что изменение высоты и длины изгиба иглы зависит от температуры и носит такой же характер, как явление цикломорфоза у планктонных кладоцер и коловраток. Однако у *Bythotrephes* не наблюдается осенью полного возврата к весеннему состоянию и, вероятно, потому, что у него более длительный цикл развития (Мордухай-Болтовская, 1957), из-за чего понижение температуры не успевает сказаться.

На основании изложенного можно полагать, что существует один вид *Bythotrephes longimanus* Leydig, а *B. cederstroemii* представляет собой одну из форм этого вида. Таксономическое значение этой формы не выше, чем аббераций, описанных Лилльеборгом (Lilljeborg, 1900) и Ишрейтом (Ischreyt, 1930, 1934, 1936) под названием «вариететов». По всей вероятности, форма изгиба иглы есть проявление сезонной изменчивости, зависящей прежде всего от температуры, но возможно и от некоторых других факторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бенинг А. Л. 1941. Кладоцера Кавказа. Тбилиси.
- Мордухай-Болтовская Э. Д. 1956. Некоторые данные по биологии *Leptodora Kindtii* Focke и *Bythotrephes* Leydig Рыбинского водохранилища. ДАН, т. 110, № 4.
- Мордухай-Болтовская Э. Д. 1957. О партеногенетическом размножении *Leptodora Kindtii* Focke и *Bythotrephes* Leydig. ДАН, т. 112, № 6.
- Ischreyt G. 1930. Über Körperbau und Lebensweise des *Bythotrephes longimanus* Leydig. Arch. Hydrobiol. Bd. XXI.
- Ischreyt G. 1934. Über *Bythotrephes cederstroemii* Schödl. Internat. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrograph. Bd. 31.
- Ischreyt G. 1936. Über die Variabilität von *Bythotrephes*. Arch. Hydrobiol., XXX.
- Keilhack L. 1909. Phyllopoda. Die Süßwasserfauna Deutschlands, 10.
- Lieder U. 1958. Über das Vorkommen der Gattung *Bythotrephes* Leydig (Crustacea, Cladocera) im norddeutschen Gebiet zwischen Elbe und Oder. Zool. Anz. Bd. 161, H. 7—8.
- Lilljeborg W. 1900. Cladocera Sueciae. Nova Acta Regiae societatis scient. Upsaliensis, ser. 3, v. 19.
- Rylov W. M. 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer, Bd. XV.
- Scourfield D. J. and Harding I. P. 1958. Freshwater Cladocera. Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. № 5.
- Schödl I. Ed. 1863. Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Cladoceren. Berlin.
- Wagler E. 1937. Crustacea. Die Tierwelt Mitteleuropas, II



*А. Ф. ЛЯШЕНКО и П. Г. СУХОЙВАН*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАХОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ПЕРВЫЙ ГОД ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ

Русло нижнего Днепра у с. Ключевая (ныне Новая Каховка) было окончательно перекрыто плотиной Каховской ГЭС 7—8 июля 1955 г., и с этого времени началось заполнение чаши водохранилища водами Днепра, которое было завершено летом 1956 г.

В настоящем сообщении приводятся результаты ихтиологических исследований на Каховском водохранилище, проводившихся в осенний период 1956 г. Институтом гидробиологии Академии наук УССР (с 15 сентября по 10 октября) путем экспедиционного обследования водохранилища от г. Запорожья до плотины Каховской ГЭС.

Опытные ловы рыбы производились мальковой волокушей (длина 75 м, ячея 5—10 мм), тралом (размером 14 м, ячея в кутке 5 мм) и сетями (с ячейей от 30 до 70 мм) в различных участках водохранилища, включая заливы. Впервые на Каховском водохранилище в научно-исследовательских целях применен опытно-промысловый трал конструкции Института биологии водохранилищ Академии наук СССР. За период исследований проведено 53 лова мальковой волокушей, 38 траловых ловов и 238 сетных постановок.

В опытных уловах в Каховском водохранилище обнаружено 40 видов рыб, относящихся к 10 семействам.

Видовой состав рыб Каховского водохранилища в первый год его существования по сравнению с незалитым участком нижнего Днепра в общем изменился мало, а количественное соотношение отдельных видов значительно. На залитом участке нижнего Днепра снизился удельный вес полупроходных рыб (тарань, рыбец, чехонь, лещ), почти полностью отсутствуют проходные рыбы (сельдь, осетр), уменьшилось значение язя, ельца и некоторых других рыб.

В общем улове всех видов рыб первые пять мест по численности занимали укляя, густера, судак, лещ и плотва. Ценные рыбы (18 видов) составляли 36,4% от общего улова, малоценные (13 видов) — 57,1% и сорные (9 видов) — 6,5%. Среди ценных видов рыб преобладали судак, лещ, чехонь, синец, язь, щука, сазан; а среди малоценных — укляя, густера, плотва, окунь, красноперка.

Основную массу в уловах ценных рыб, за исключением щуки, составляли сеголетки и двухлетки. Старшевозрастные рыбы в уловах были малочисленны, а половозрелый судак, лещ и сазан встречались единично (табл. 1).

Таким образом, формирование стада ценных промысловых видов рыб в Каховском водохранилище происходит в настоящее время в основном за счет младших возрастных групп.

Таблица 1

## Возрастной состав рыб из осенних уловов 1956 г. в Каховском водохранилище (в %)

Вид рыбы	Волокуша				Трал				Сети (30—70 м)							
	Число рыб	Из них в возрасте			Число рыб	Из них в возрасте				Число рыб	Из них в возрасте					
		0+	1+	2+		0+	1+	2+	3+		4+	1+	2+	3+	4+	5+
Судак . . . . .	302	100	—	—	4963	99,9	—	—	0,1	—	29	69,0	14,0	17,0	—	—
Сазан . . . . .	22	31,8	68,2	—	46	—	93,5	6,5	—	—	158	90,6	7,6	0,6	—	1,2
Лещ . . . . .	2117	99,1	0,9	—	1589	51,7	47,0	0,9	0,3	0,1	173	83,8	13,9	1,1	0,6	0,6
Синец . . . . .	—	—	—	—	341	67,8	29,6	2,0	0,6	—	169	87,0	8,8	1,8	1,8	0,6
Чехонь . . . . .	487	100	—	—	526	99,6	0,4	—	—	—	43	—	53,5	39,5	7,0	—
Плотва . . . . .	27	7,4	48,2	44,4	430	—	86,8	7,0	4,6	1,6	1190	—	31,3	44,4	22,0	2,1
Густера . . . . .	2800	98,4	0,8	0,8	3489	21,5	70,5	5,7	2,0	0,3	1727	—	56,5	37,8	5,1	0,6
Язь . . . . .	584	98,5	1,5	—	—	—	—	—	—	—	29	72,4	3,4	13,8	7,0	3,4
Голавль . . . . .	76	88,1	11,9	—	—	—	—	—	—	—	3	—	67,0	—	—	33,0
Подуст . . . . .	266	89,4	5,0	5,6	—	—	—	—	—	—	70	—	34,3	60,0	5,7	—
Белизна . . . . .	10	70,0	30,0	—	—	—	—	—	—	—	21	95,2	—	4,8	—	—



Среди сеголетков (29 видов) в уловах мальковой волокушей в прибрежных участках водохранилища преобладали по количеству экземпляров укля (34,4%), густера (21,9%), лещ (21,4%), язь (4,6%), чехонь (3,9%), окунь (3,3%), судак (2,4%) и подуст (1,9%). Сеголетки ценных видов рыб составляли в уловах 35,8%, малоценных — 63,9% и сорных — 0,3%.

По своим гидрологическим, морфологическим и биологическим особенностям Каховское водохранилище может быть разделено на такие участки: верхний (от г. Запорожья до г. Марганца) с выделением речного района (от г. Запорожья до с. Верхне-Тарасовка) и озерного района (бывшие Конские плавни); средний или центральный (от г. Марганца до с. М. Гирлы) и нижний от с. М. Гирлы до плотины Каховской ГЭС с выделением приплотинного участка (от г. Берислава до плотины).

Неоднородность этих участков сказывается и на распределении рыб в водохранилище. В самом верхнем участке, где сохранились речные условия, большое значение имели реофильные виды рыб и рыбы, придерживающиеся мест с песчаным дном (подуст, елец, голавль, усач). В районе бывших Конских плавней основной комплекс рыб составляли озерно-речные виды; среди ценных рыб здесь преобладали лещ, чехонь, язь, карась, судак, линь, синец, сазан, щука, а среди малоценных и сорных — укля, густера, красноперка, окунь, овсянка. На среднем и нижнем участках большое значение среди ценных видов рыб имели судак, лещ, чехонь, синец, язь, а среди малоценных — густера, укля, окунь, плотва, красноперка.

Наибольшее скопление рыбы наблюдалось в мелководном районе бывших Конских плавней, где условия для ее обитания более благоприятны.

Особенно большие скопления молоди наблюдались в Васильевском, Рогачинском и Милловском заливах. 89,3% леща (преимущественно сеголетков), а также основная масса щуки и язя (73,8% и 76,3%) пойманы в районе бывших Конских плавней. Скопления плотвы обнаружены в верхнем участке (43,7%). Более равномерно по водохранилищу распределялись густера и окунь.

Судя по количеству сеголетков судака, леща, уклей, густеры, окуня, чехони в уловах тралом и волокушей, можно сказать, что приплоды этих видов рыб по сравнению с другими видами в Каховском водохранилище в 1956 г. были наиболее многочисленными. Сеголетки сазана в наших уловах встречались единичными экземплярами и наряду с лещом не имели широкого распространения в водохранилище. Численность сеголетков плотвы и красноперки, судя по уловам, также была сравнительно невысокой.

Благодаря применению опытного трала в Каховском водохранилище обнаружено большое количество сеголетков судака. Достаточно сказать, что за 30 мин. траления на некоторых участках водохранилища вылавливали до 1000 экз. судачков.

Молодь (сеголетки) судака распространена по всему водохранилищу как в открытых его участках, так и в заливах. В наибольшем количестве сеголетки судака держались в глубинных участках открытых плесов водохранилища, причем они встречались здесь даже на глубине до 36 м. Меньше их было в заливах.

По обилию сеголетков судака (84,5% от общего улова) выделяется средний (центральный) участок водохранилища, значительно меньше их было в других районах и особенно в приплотинном. Из обследованных нами заливов наибольшее количество сеголетков судака в траловых уловах обнаружено в Рогачинском заливе. Следует отметить, что именно

в последнем весной 1956 г. производилась инкубация икры судака, завезенной из предустьевых заливов Днепровского лимана. Всего было выпущено до 92 млн. штук 1—4-дневных личинок судака. Можно полагать, что мальки судака расселились по Рогачинскому заливу, а также по прилегающим к нему участкам Каховского водохранилища.

Сеголетки судака из разных участков водохранилища заметно отличались по своим размерам. Крупнее были судачки из верхнего (озерного) участка (район бывших Конских плавней). В целом по водохранилищу сеголетки судака к концу сентября — началу октября достигали в среднем 9,8 см длины и 13,9 г веса.

Данные анализа питания сеголетков судака из Каховского водохранилища показали, что судачки, не находя в водохранилище доступной по своим размерам рыбной пищи, питались в осенний период главным образом ветвистоусыми рачками (преимущественно *Leptodora kindtii* и *Daphnia hyalina*) и частично личинками и куколками хирономид. Лишь у отдельных, более крупных судачков в желудках была рыба (овсянка, укляя, плотва, густера, бычок-пуголовка). 70% вскрытых желудков судачков оказалось пустыми и слабо наполненными. Можно полагать, что молодь судака на некоторых участках водохранилища испытывала частичное голодание. Таким образом, условия питания молоди судака в Каховском водохранилище на первом году его существования были не совсем удовлетворительными.

Следует при этом отметить, что большого скопления в приплотинном участке водохранилища и массового ската (выноса) молоди судака в нижний бьеф, как это установлено в Цимлянском водохранилище (И. Я. Сыроватский, 1957), в Каховском водохранилище в первый год его существования не наблюдалось.

Таблица 2

Средние размеры сеголетков некоторых видов рыб  
в Каховском водохранилище в сентябре 1955 и 1956 гг.

Вид рыбы	1955 г.			1956 г.		
	Число сеголетков	Длина в см	Вес в г	Число сеголетков	Длина в см	Вес в г
Судак . . . . .	19	12,1	31,3	499	9,8	13,9
Лещ . . . . .	158	5,5	3,7	41	8,6	16,6
Язь . . . . .	289	6,4	6,4	93	8,5	15,3
Голавль . . . .	47	4,6	2,0	35	6,1	4,6
Подуст . . . . .	24	6,6	5,4	41	7,5	8,1
Жерех . . . . .	60	8,6	11,1	7	11,7	31,3
Синец . . . . .	22	8,2	9,8	62	12,8	35,0
Густера . . . .	463	3,4	0,9	386	4,8	2,5
Красноперка .	117	3,6	0,9	73	3,3	0,6

Вместе с тем из Каховского водохранилища все же выносятся какая-то часть молоди судака и других рыб. Это подтверждается поимкой сеголетков судака в камере шлюза, а также в непосредственной близости к водосливной плотине. Скатывается преимущественно более мелкий судачок, по своим размерам примерно такой же, как и в приплотинном участке водохранилища. По-видимому, в нижний бьеф скатывается та часть молоди, которая обитает в приплотинном участке водохранилища.

Изучение роста рыб в Каховском водохранилище показывает, что молодь и старшие возрастные группы большинства бентосоядных видов

рыб из семейства карповых (лещ, сазан, густера, плотва) в районе бывших Конских плавней отличались по сравнению с другими участками водохранилища лучшим ростом, что согласуется с наличием здесь более богатой кормовой базы. Заметных различий в росте планктоноядных рыб (синец, чехонь) на отдельных участках водохранилища не наблюдалось.

Судя по размерам, сеголетки большинства видов рыб, за исключением судака, в 1956 г. (первый год существования водохранилища) имели лучший рост, чем в 1955 г., что указывает на улучшение условий нагула молоди рыбы в водохранилище по сравнению с рекой (табл. 2).

В заключение следует отметить, что при проведении на Каховском водохранилище интенсивного отлова щуки и малоценной рыбы прилов молоди ценных видов сетями с ячейей 30—32 мм на отдельных участках водохранилища в осенний период составлял от 8,8 до 40,0%, что совершенно недопустимо.

В целях сохранения и воспроизводства запасов ценных промысловых рыб Каховского водохранилища считаем целесообразным установить запретное для лова рыбы пространство в северо-восточной части бывших Конских плавней от с. Царицин Кут до с. Васильевки (включая Большие Кучугуры и Васильевский залив), представляющее собой как бы питомник, где концентрируется и напуливается молодь большинства ценных промысловых рыб (лещ, сазан, судак, язь, чехонь, синец и др.), и участок, куда будет ежегодно выпускаться молодь из Васильевского нерестово-вырастного хозяйства.

Усилить контроль за отловом малоценных рыб в водохранилище, а в местах скопления молоди ценных видов рыб, особенно леща и судака (бывшие Конские плавни, Рогачинский и Миловский заливы), такой лов следует резко ограничить.

Продолжать работы по зарыблению Каховского водохранилища икрой судака и леща.

Н. А. ИЗЮМОВА

## К ФОРМИРОВАНИЮ ПАРАЗИТОФАУНЫ РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Паразитологические исследования на Рыбинском водохранилище проводятся уже много лет. Одной из основных задач этих исследований является выявление динамики фауны паразитов рыб и ее связи с общим процессом формирования фауны водохранилища. В работе Столярова (1954) дается картина паразитофауны рыб различных участков водохранилища за первые шесть лет существования водоема (1942—1948). Позднее, в 1956 и 1957 гг., мы провели аналогичную паразитологическую съемку в тех же участках водохранилища, где работал Столяров, по основным видам рыб (лещ, плотва, густера, синец, чехонь, окунь, судак, ерш, щука, налим), с тем чтобы посмотреть, произошли ли какие-либо изменения в фауне паразитов этих рыб за истекшие 8—9 лет.

Настоящая работа является результатом предварительной обработки собранного материала. Однако уже сейчас можно сказать, что за истекший период произошел ряд серьезных изменений в фауне паразитов рыб. Как сами изменения, так и вызывающие их причины различны. Остановимся лишь на некоторых из них.

В одних случаях мы встречаем паразитов, ранее широко представленных в водохранилище, но почти полностью исчезнувших в настоящее время. К ним относится прежде всего *Visceralis polymorphus* (Baer). Этот паразит в 1948 г. в личиночной стадии поражал в различных участках водохранилища жабры плотвы (70—80%) с интенсивностью заражения в среднем 37 экз. на 1 рыбу, леща (20—30%) с интенсивностью заражения 93 экз. Встречаемость половозрелых червей в кишечнике окуня составляла 40—70% со средней интенсивностью 31 экз.; в кишечнике судака — 70—90% при средней зараженности 41 экз. в одной рыбе и в кишечнике щуки — 60—80%, до 34 экз. в одной рыбе. В настоящее время имеются лишь единичные находки личинок *Visceralis polymorphus* на жабрах плотвы и леща. Они встречены только в речной части Шекснинского и Волжского плесов водохранилища. Половозрелые формы *V. polymorphus* найдены в небольшом количестве только в кишечнике судака, пойманного в Шексне выше Череповца. В самом водохранилище ни личинки, ни половозрелые черви ни разу не были обнаружены.

Другой паразит — *Phyllodistomum folium* (Olfers) — в 1948 г. также часто встречался в водоеме. В различных участках водохранилища он поражал на 70—80% мочеточники и мочевой пузырь щук. Лишь в районе затопленного города Мологи он встречался у 40% щук. В среднем приходилось от 8 до 14 паразитов на одну рыбу. Кроме того, Столяровым этот паразит указывается для синца, уклей, ерша, судака, налима и жереха. Теперь этот паразит крайне редок. Из 132 вскрытых щук, добытых



в различных участках водохранилища, *Ph. folium* обнаружен только у двух из Волжского плеса. У других рыб *Ph. folium* обнаружен не был.

Причина почти полного исчезновения этих двух видов паразитов, *B. polymorphus* и *Ph. folium*, по-видимому, связана с обеднением бентоса в водохранилище, в частности моллюсков, по сравнению с первыми годами. По данным Гинецинской (1958), промежуточными хозяевами этих паразитов являются двустворчатые моллюски — *Dreissena* и *Unionidae*, количество которых в водоеме невелико.

К другой группе паразитов относятся виды, которые встречались ранее в водохранилище в небольшом количестве и у немногих рыб, а в настоящее время стали массовыми формами — *Muxobolus volgensis* Reuss, *Phyllodistomum angulatum* Linstow, *Tetracotyle variegata* (Creplin) и некоторые другие.

*M. volgensis* в 1948 г. встречался только на жабрах ерша (10—20%). В настоящее время этот паразит поражает судака (80%). Осенью и главным образом зимой цисты со спорами паразитов в виде мелких и крупных горошин располагаются на жабрах, жаберных крышках и челюстях рыб. Иногда число цист бывает так велико, что они образуют целые наросты на жабрах и других частях головы рыбы (Исюмова, 1958).

*Phyllodistomum angulatum*, специфичный паразит почек и мочевого пузыря судака, по-видимому был ошибочно принят Столяровым за *Ph. folium*, которого он приводит в качестве паразита судака только для района Веселонска и Пошехоно — Володарска при очень слабой интенсивности заражения. Сейчас *Ph. angulatum* распространился по всему водоему, заражая судака в среднем на 95%, причем интенсивность инвазии доходит до 1000 и более экземпляров паразитов в рыбе.

Напрашивается вопрос, почему же этот вид стал столь массовым в водохранилище, тогда как другие виды этого же рода (*Ph. folium*, *Ph. pseudofolium*, *Ph. elongatum*, *Ph. megalorchis*) представлены в водоеме очень слабо. Вероятно, причина этого явления связана опять с промежуточными хозяевами этих паразитов. О сокращении численности *Ph. folium* в водоеме уже говорилось выше.

Промежуточные хозяева для *Ph. elongatum*, *Ph. megalorchis* и *Ph. angulatum* до сих пор неизвестны. Можно предполагать, что для первых двух форм промежуточными хозяевами являются, так же как и для *Ph. folium*, двустворчатые моллюски, численность которых, по-видимому, резко сократилась в водоеме.

Промежуточными же хозяевами *Ph. angulatum*, по всей видимости, являются моллюски *Pisidium amnicum*. Это предположение основано на данных Гинецинской (1959, 1959а), просмотревшей большое количество разных видов моллюсков из различных участков водохранилища на зараженность их церкариями трематод. Церкарии типа *Phyllodistomum* были обнаружены в моллюсках *Pisidium amnicum*. Дальнейшее развитие этих церкарий не было прослежено. Однако можно полагать, что этот вид (*Ph. angulatum*) стал массовым в водохранилище потому, что нашел в водоеме достаточное количество промежуточных хозяев.

*Tetracotyle variegata* в 1948 г. наблюдалась в водоеме в небольшом количестве и встречалась только в полости тела щуки (20—40%) и леща (10%). Причем у леща паразиты были обнаружены только в районе Череповца. Сейчас они поражают многих рыб — леща, чехонь, судака, густеру и особенно ерша. У всех вышеназванных рыб, кроме ерша, паразиты встречаются в небольшом количестве, но поражают значительное число рыб — 60%. У ерша они встречаются в массе. Заражение достигает 100% (Исюмова, 1959). Увеличение численности этих паразитов в во-



доеме объясняется, видимо, увеличением количества рыбоядных птиц — окончательных хозяев паразитов.

Личинки *Diphyllobothrium latum* в 1942 г. встречались у хищных рыб водохранилища в значительном количестве. В 1947—1948 гг. они встречены не были. Столяров относит это исчезновение личинок паразитов в рыбах за счет удаления населенных пунктов от берегов водоема до его окончательного наполнения. В настоящее время, когда населенные пункты находятся в непосредственной близости к водохранилищу, дифиллоботриоз имеет широкое распространение среди хищных рыб. Особенно сильно заражена щука — 70,3% (Изюмова, 1956). Распространению паразитов способствует и запряжнение водохранилища отбросами с судов.

К третьей группе мы относим паразитов, которые ранее совсем не были отмечены в водохранилище. К ним относится, например, *Nepperduya oviperda* (Cohn) — специфичный паразит гонад самок щук. В 1942—1948 гг. эти паразиты не были зарегистрированы в водоеме. Нами они обнаружены в гонадах 40—50% щук, но только в определенные сезоны года. В небольшом количестве паразиты в виде отдельных белых цист появляются осенью. Зимой количество цист значительно увеличивается, и к весне, периоду нереста щуки, число их достигает максимума. В ряде случаев у щук наблюдались гонады, целиком заполненные цистами паразитов. Такие гонады приобретают молочно-белый цвет и становятся похожими на семенники. Такое заражение вызывает полную кастрацию рыб. Летом цист со спорами *N. oviperda* мы не находили. По-видимому, отсутствие этого вида в материалах Столярова объясняется не редкостью этого вида в водоеме, а определенной сезонной цикличностью паразитов.

Увеличение микроспоридий в водоеме — *M. volgensis*, *M. lieberkühni*, *N. oviperda* и др. — говорит о наличии благоприятных условий для размножения паразитов с прямым циклом развития.

Как видно из изложенного, формирование паразитофауны рыб водохранилища в течение первых 6—8 лет не было закончено и продолжалось в последующие годы. Здесь же следует заметить, что по данным Института биологии водохранилищ зоопланктон и зообентос водохранилища за эти первые 6—8 лет в основном сформировались. В связи с этим можно предполагать, что формирование паразитофауны рыб несколько отстает от общего процесса формирования фауны водоема в силу сложности связей паразитов с их промежуточными и окончательными хозяевами.

## ЛИТЕРАТУРА

Гинецинская Т. А. 1958. Жизненные циклы и биология личиночных стадий паразитических червей рыб. Основные проблемы паразитологии рыб. Изд. Ленингр. унив.

Гинецинская Т. А. 1959. К фауне церкарий из моллюсков Рыбинского водохранилища, ч. I. Систематический обзор церкарий. Уч. зап. ЛГУ.

Гинецинская Т. А. 1959а. К фауне церкарий из моллюсков Рыбинского водохранилища, ч. II. Зависимость заражения моллюсков от экологических факторов. Вестник ЛГУ.

Изюмова Н. А. 1956. О зараженности хищных рыб Рыбинского водохранилища личинками широкого лентеца. ДАН СССР, т. 110, № 4.

Изюмова Н. А. 1958. Сезонная динамика паразитофауны рыб Рыбинского водохранилища (лещ, чехонь, судак, окунь). Тр. биол. ст. «Борок», т. 3.

Изюмова Н. А. 1959. Сезонная динамика паразитофауны плотвы и ерша. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, т. 4.

Столяров В. П. 1954. Динамика паразитофауны промысловых рыб Рыбинского водохранилища. Тр. Ленингр. общ. естествоиспыт., т. XXII, вып. 4.

Г. Д. ГОНЧАРОВ

### КАРТИНА КРОВИ ЛЕЩА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЕГО СОСТОЯНИЯ В КАМСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ОСЕНЬЮ 1957 ГОДА

В целях выявления влияния на рыб Камского водохранилища сброса промышленных вод было исследовано физиологическое состояние лещей, собранных экспедицией Института биологии водохранилищ Академии наук СССР в октябре 1957 г. За показатели физиологического состояния лещей были приняты данные гематологических исследований. Были установлены содержание количества гемоглобина в крови по Сали и размеры эритроцитов, а также определена лейкоцитарная формула по общепринятой методике. Пробы крови брались непосредственно из сердца пипеткой Пастера. Для сравнения такие же исследования были проведены на лещах Горьковского водохранилища, находящегося в относительно нормальных условиях в отношении загрязнения. Всего было исследовано свыше 50 экз. лещей различного возраста и пола.

Темп роста камского леща (Остроумов, 1958) свидетельствует о том, что создавшиеся в водохранилище условия благоприятны для его обитания и развития, что Камское водохранилище не может считаться «мертвым».

Не следует, однако, забывать, что условия в этом водохранилище весьма различны по районам, где расположены промышленные предприятия, продолжающие загрязнять водоем. Рыбы, попавшие в загрязненный район, должны были подвергнуться отрицательному действию тех или иных химикатов сточных промышленных вод. И действительно, как показали наши ориентировочные исследования лещей в районах возможного влияния сточных промышленных вод, картина крови свидетельствует о том, что организм рыб определенно реагировал на неблагоприятные условия, хотя внешне рыба оставалась упитанной и имела вполне нормальный вид. Так, по содержанию в крови гемоглобина ( $Hb\%$ ) камские лещи отличаются от горьковских. Особенно отличаются лещи северных районов Камского водохранилища. В районе Соликамск—Березники, где расположены азотно-туковый и другие химические заводы, спускающие ядовитые сточные промышленные воды в водохранилище,  $Hb\%$  колебался от 42 до 65 у самок и от 44 до 66 у самцов, а у лещей Горьковского водохранилища в том же месяце — от 41 до 55 у самок и от 43 до 53 у самцов.

Интересно, что у всех исследованных лещей как Камского, так и Горьковского водохранилищ процент эритроцитов размером  $18\mu$  (по большому диаметру) является максимальным и у самок, и у самцов (см. табл.). Поэтому, если построить кривые размера эритроцитов каждой особи, то пики их расположатся по одной и той же ординате. Следовательно, сдвига в сторону макро- или микроцитов не наблюдается, как это

отмечено, например, при анемиях у человека (Фрейфельд, 1947), когда пик кривой размеров эритроцитов сдвигается вправо или влево от нормального. Вместе с тем процент эритроцитов размером  $18\mu$  у самцов больше, чем у самок, и разница эта выше у лещей Камского водохранилища в соответствии с его большим загрязнением.

Т а б л и ц а 1

Процентное соотношение различных размеров эритроцитов у леща осенью 1957 года

Водохранилище	Размер эритроцитов (бол. диам.) в микро-нах	Среднее количество эритроцитов данного размера в %		Количество рыб с эритроц. дан-ного размера		Количество исследованных рыб	
		самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
Камское	12,6	4	0	4	0	17	8
	14,4	7	3	11	6		
	16,2	32	28	17	8		
	18,0	42	53	17	8		
	19,8	14	15	15	8		
	21,6	1	1	8	6		
Горьковское	12,6	0,1	0	1	0	17	10
	14,4	5	6	14	7		
	16,2	39,9	33	17	10		
	18,0	45	46	17	10		
	19,8	9	12,8	16	10		
	21,6	1	2	6	4		
	23,4	0	0,2	0	1		

Следовательно, различия показателей красной крови по содержанию гемоглобина и по размерам эритроцитов могут быть объяснены неблагоприятными условиями для леща северных районов Камского водохранилища.

В картине белой крови леща приведены только четыре типа лейкоцитов, поскольку вопрос о дифференцировании гранулоцитов у рыб, в частности у леща, до сих пор еще не ясен. Лейкоциты, принимаемые некоторыми исследователями за нейтрофилы или эозинофилы, являются, видимо, тромбоцитобластами или пероксидазными клетками согласно работам Топфа (Topf, 1954) и Флемминга (Flemming, 1955).

Наши исследования лейкоцитарной формулы показали, что организм лещей определенно реагировал на загрязнение образованием большого количества гранулоцитов. При этом у некоторых гранулоцитов протоплазма была ячеистой и вакуолизированной. Иногда часть ячеек протоплазмы была эозинофильной. В неячеистой протоплазме гранулоцитов (или в менее ячеистой) нередко появлялись азурофильные зерна и реже эозинофильные, а иногда — те и другие вместе.

При сравнении лейкоцитарной формулы крови лещей из различных районов особенно обращает на себя внимание увеличенное количество гранулоцитов у лещей северного района Камского водохранилища, зоны возможного влияния сточных промышленных вод, по сравнению с лещами южного района и Горьковского водохранилища. Так, у самцов минимальное количество гранулоцитов достигало 47% и максимальное — 73%; самки также имели относительно высокий процент гранулоцитов (от 49 до 70).

По Рубашеву (1936) в белой крови лещей при нормальных условиях летом общее количество гранулоцитов достигает 17%, по Флеммингу (1954) — 13%, а по нашим данным для Горьковского водохранилища осенью у самок леща наблюдалось от 22 до 49% гранулоцитов (в среднем 35) и у самцов — от 27 до 58% (в среднем 45%).

Таким образом, у лещей северного района Камского водохранилища наличие гранулоцитоза можно считать физиологическим следствием реакции на сравнительно худшие экологические условия водоема. Показатели физиологического состояния лещей совместно с данными по темпу роста (Остроумов, 1958) свидетельствуют о том, что Камское водохранилище перспективно в рыбохозяйственном отношении, но при условии полной ликвидации сброса в водоем сточных промышленных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

Остроумов А. А. 1958. Лещ Камского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохранил. АН СССР № 1.

Рубашев. 1936. О белых кровяных клетках некоторых пресноводных рыб. Тр. Бород. биол. ст., т. 9, вып. 1.

Фрейфельд. 1947. Гематология.

Flemming. 1955. Über das Blutbild bauchwassersuchtskranker Bleie. Z. f. Fisch., Bd. 3, N. F., H. 6—7/8.

Topf W. 1954. Die Blutbildung und die Blutbildungsstätten beim Karpfen, Z. f. Fisch., Bd. 4, H. 3—4.

---

ФОТИЕВ А. В.

## ВЛИЯНИЕ ЗАМОРНОЙ ГРУНТОВОЙ ВОДЫ НА РЫБ

Полное отсутствие растворенного кислорода, наличие закисного железа и повышенное содержание свободной углекислоты в грунтовой воде, поступающей в Рыбинское водохранилище, создают в его отдельных участках заморные условия, губительно сказывающиеся на рыбах. Химический анализ грунтовой воды недостаточен для определения ее заморных свойств. Поэтому нами был применен биологический метод ее оценки, позволяющий выяснить характер влияния местной грунтовой воды на рыбу и установить причины ее удушения.

Гибель рыб может быть результатом либо кислородного голодания, либо отравления недоокисленными продуктами разложения азотосодержащих органических веществ, в частности оксанами. Последние чрезвычайно ядовиты. Воздух, содержащий эти вещества в ничтожных количествах, является ядовитым для животных и человека (Пирогов, 1934). В отношении кислорода Хлопин и Никитин (1899) считают, что для выживания плотвы и ерша достаточно наличие 1 мг/л  $O_2$  и что смерть у этих рыб наступает при содержании кислорода 0,51—0,68 мг/л. Опасность удушения леща наступает лишь при содержании 0,3 мг/л  $O_2$  (Пирогов, 1934). Вредное влияние угольной кислоты на рыб начинается только при 126 мг/л  $CO_2$  (при температуре 7,5°), а смерть наступает при 280 мг/л  $CO_2$  (Fischer, 1914).

В наших опытах применялась бесцветная, прозрачная, грунтовая вода, имевшая температуру 7°, лишенная кислорода, содержавшая 52,80 мг/л  $CO_2$  и до 2,0 мг/л закисного железа. Вода имела привкус железа и при подкислении издавала слабый запах сероводорода. Перманганатная окисляемость на холоду равнялась 0,72 мг/л  $O_2$ , а при кипячении 5,76 мг/л  $O_2$ . Общая минерализация соответствовала 4,02 мг экв/л, щелочность — 3,65 мг экв/л при pH 7,20. Таким образом, главным фактором, могущим влиять на рыб, в наших опытах было отсутствие в воде кислорода или наличие каких-то ядовитых недоокисленных продуктов разложения азотосодержащих органических веществ.

Опыты проводились зимой 1957 г. Рыбы помещались в герметический трехлитровый стеклянный сосуд, через который в течение всего опыта протекала заморная грунтовая вода, взятая из буровой скважины в Борке. Благодаря проточности воды ее температура (7°) в сосуде сохранялась постоянной. Контрольные анализы показали также постоянство содержания углекислоты и отсутствия кислорода. Для исследования были взяты плотва, лещ и вьюн. Всего было проведено шесть опытов.

Поведение рыб в заморной грунтовой воде значительно отличается от нормального. Рыбы в течение первых минут нахождения в этой воде проявляют большую подвижность, а затем движение их становится медленнее, они часто останавливаются и, теряя способность управления,



передвигаются на боку. К концу опыта они все чаще ложатся неподвижно на дно, производя движения только жабрами и ртом, окраска их становится более светлой и в конце концов они умирают. Для иллюстрации привожу примеры из серии опытов.

Опыт 1. Плотва (самец, возраст 3 года). Через 23 минуты после начала опыта плотва впервые опрокинулась на бок, но через 2 мин. вернулась в нормальное положение. Совершенно не реагирует на звук, шум и прикосновение к сосуду. Через 28 мин. потеряла способность управления, передвигается на боку, чаще лежит на дне, медленно двигая жабрами и ртом. На 55-й минуте прекратила всякие движения.

Опыт 3. Линь (самка, возраст 4 года) через 5 час. 10 мин. после начала опыта еще нормально плавает или стоит на месте. Иногда быстро поднимается кверху в поисках воздуха и опускается вниз. Через 5 час. 45 мин. окраска изменилась из темно-сизой в светло-серую. Через 8 час. 10 мин. теряет управление, плавает на боку или на спине. Через 9 час. 40 мин. плавники неподвижны, еле заметны движения жабрами и ртом. Через 9 час. 45 мин. линь прекратил всякие движения.

Опыт 5. Вьюн (возраст и пол не определены). С начала опыта преимущественно лежит на дне в нормальном положении. Периодически через 5—6 мин. поднимается кверху и возвращается на дно. Постепенно интервалы между подъемами сокращаются. Через 5 час. 10 мин. поднимается кверху и уже без движения опускается на дно, где принимает нормальное положение. Спинной плавник полуупавший, усики отвисли, на голове появились две выпуклые шишечки. Через 10 час. 02 мин. проплыл вверх и опустился на дно, где лег на спину. Через 14 час. 50 мин. прекратил всякие движения.

Все рыбы, которым был дан доступ воздуха до полного прекращения движений (плотва — через 50 мин.; линь — через 9 час. 35 мин., вьюн — через 14 час.), оживали и через час нормально плавали; рыбы же, которым воздух был дан после полного прекращения движений, не оживали.

Выживание рыб в прозрачной заморной грунтовой воде в течение 9—14 час. доказывает отсутствие в воде ядовитых недоокисленных продуктов разложения азотосодержащих органических веществ, в частности оксанов.

Характер поведения рыб в заморной грунтовой воде одинаков, но сроки выживания различны. Причиной гибели рыб в заморной грунтовой воде является отсутствие кислорода. Возможно, сроки выживания рыб в заморных водах водохранилища, содержащих взвешенные частицы окисного железа, более короткие, чем в прозрачной природной заморной грунтовой воде, содержащей растворимые закисные соединения железа и не содержащей взвесей, могущих забивать поверхность жабр и тем затруднять процесс дыхания рыб. В дальнейшем эти работы будут продолжены на грунтовых водах, содержащих различные концентрации свободной углекислоты, и на заморных водах водохранилища с исследованием их физиологического действия на рыб.

#### ЛИТЕРАТУРА

Пирогов Л. С. 1934. Замор реки Оби как отравление рыб продуктами разложения азотосодержащих органических веществ. Тр. Запдносибирского отд. ВНИОРХ, т. I.

Хлопин Г. и Никитин А. Влияние нефтяных продуктов на рыбное население рек. СПб.

Fischer. 1914. Das Wasser, Leipzig.

М. В. ПЕТРЕНКО

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРВЫЙ ГОД ЕГО НАПОЛНЕНИЯ

Новосибирским отделением Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства ведется комплексное изучение (руководитель А. Н. Петкевич) гидрохимического и биологического режима Новосибирского водохранилища. Это водохранилище находится на Оби между населенными пунктами Нижние Чемы (20 км выше Новосибирска) и г. Камнем. При нормальном подпорном горизонте оно будет иметь длину около 200 км, площадь 107 тыс. га, среднюю ширину 10 км, объем 8,8 км<sup>3</sup>, наибольшую глубину 26 м.

В водохранилище выделяются три характерные зоны: озеровидная (приплотинная) длиной 50 км с примыкающим с правой стороны Бердским заливом; средняя — рекообразная часть протяженностью 100 км и верхняя — мелководная зона — 40 км.

Правый берег в озеровидной зоне высокий, сложен из рыхлых пород, сильно разрушается, что при замедленном течении ведет к интенсивному заилению дна. Левый берег в этой же зоне задернован, прилегающие острова и отмели предохраняют его от быстрой переработки. Ложе водохранилища складывается из вырубок леса и кустарников, занимающих более 30% площади, пашен, лугов и выгонов — 28%, болот — 22%, водоемов и прочих угодий — 20%. Преобладающая древесная растительность на водосборе водохранилища — сосновые леса и березовые колки. Рельеф местности равнинный.

Наполнение Новосибирского водохранилища началось в июне 1957 г. Уровень воды был доведен до отметки 106 м и держался сравнительно устойчиво до осени, при этом залитая площадь составила 50,3 тыс. га, объем около 3 км<sup>3</sup>. Подпор распространился на 60 км. За зиму сработка составила 2 м.

Гидрохимические исследования проводились нами с июня по сентябрь 1957 г. и в январе и марте 1958 г. по общепринятой методике.

В открытый период ветровое перемешивание и проточность обеспечивали однородный состав воды на всей акватории водохранилища. Зимой вследствие отсутствия ветрового перемешивания, сработки уровня и промерзания мелководных пойменных участков образовались изолированные водоемы, где биохимические процессы имели различный характер и интенсивность, что оказало влияние на химический состав воды.

Снижение скорости течения в водохранилище способствовало оседанию взвеси. На бывшем речном русле прозрачность в июле по диску Секки была 45, к январю она увеличилась до 213 см. Взвесь летом в Оби обнаруживалась в количестве 16,4—78,6 мг/л, в водохранилище понизилась до 1,4—9,8 мг/л. Цветность воды летом 7—10°, зимой в промываемой части 7°, на пойменных участках 20—30°.

В солнечные штилевые дни в июле — августе гомотермия сменялась непродолжительными стратификациями. На залитых пойменных участках глубиной 5—8 м температура воды в поверхностном слое равнялась 21—23°, падение температуры в слое скачка составляло 2—3°. В русловой части поверхностная температура воды равнялась 17—20°, а падение в слое скачка 0,2—0,5°, который находился на глубине 10—11 м. Зимой наблюдалось обратное явление — в придонных слоях на пойме температура воды у дна была на 1,0—1,5° выше поверхности, в промываемой части стратификация не обнаруживалась.

Вследствие невысокой летней температуры воды водохранилища (17—23°) процессы минерализации органической массы шли медленнее в сравнении с таковыми в Учинском водохранилище, где в первый год наполнения при глубине 19 м в четырех метрах от поверхности кислород не обнаруживался (Францев, 1939). Летом и осенью 1957 г. количество растворенного кислорода в Новосибирском водохранилище осталось близким к речному, составляя 100—106‰ насыщения. На заболоченных участках и лесовырубках дефицит кислорода достигал 60‰. В январе значительная площадь льда была свободна от снежного покрова. Вследствие фотосинтетической деятельности водорослей в поверхностных слоях воды на залитых озерах и заболоченных поймах насыщение воды кислородом было почти полным (98‰) и даже наблюдалось перенасыщение (106‰), тогда как в придонных слоях дефицит кислорода составлял 91‰. В промываемой части водохранилища в это время существенной слоистости кислорода не отмечалось, на русле его содержалось 50—55‰ нормы. В марте при образовании мощного снегового покрова количество кислорода резко снизилось, и на заболоченной пойме, там, где в январе было перенасыщение, обнаруживался дефицит, доходивший до 98,4‰.

После вскрытия водохранилища всплывала снулая рыба, погибшая от асфиксии. Экспериментальные ловы на разных участках показали, что рыбы в основном уходят с поймы в места с благоприятным кислородным режимом.

Летом и осенью вода в водохранилище, как и в реке<sup>1</sup>, имела слабощелочную реакцию с показателем рН — 7,08—8,21, зимой в прирусловой части 7,18—7,39 (в реке был раньше 7,41). В марте на некоторых участках поймы произошло снижение рН до 6,80—6,99, а на лесовырубках до 6,58.

Свободная углекислота на участках «цветения» после полудня в поверхностных слоях не обнаруживалась. Малое количество ее содержалось летом на бывшем русле и в Бердском заливе (1,93—2,04 мг/л), в речных условиях здесь было до 2,1 мг/л. В зимний период свободная углекислота на фарватере содержалась в количестве 7,7 мг/л, на заболоченной пойме 27,7, лесовырубках в приплотинном участке 47,0, у плотины в придонном слое 16,9, на болотах 28,2 мг/л.

Перманганатная окисляемость воды значительно варьировала по сезонам и участкам. Осенью она была близка к речному периоду и составляла 2,5 мг кислорода. Зимой на русле окисляемость стала равной 1,9; на пойме повысилась до 5,5—7,0 мг кислорода в 1 л; на вырубках, где процессы разложения органической массы протекали более интенсивно, окисляемость в марте была 15,0 мг кислорода в 1 л, здесь в этот период наблюдалось больше и биогенных элементов.

По ориентировочным подсчетам ботаников, количество органической

<sup>1</sup> Речной период всюду характеризуется по данным А. В. Кайдалиной (1952 г.).  
Рукопись. Новосибирский санитарный институт.

массы, идущей под затопление, исчислено 1 млн. т, что должно явиться источником повышения продуктивности водоема. Однако вследствие невысоких летних температур и заиления дна (Иоганзен и Петкевич, 1957) процессы минерализации идут медленно, в противоположность, например, Цимлянскому водохранилищу (Баранов, 1954). Там при температуре воды 29—31° в первое лето содержание фосфора доходило до 0,5 мг/л, а азота нитратов до 2,0—3,0 мг/л. В Новосибирском водохранилище летом и осенью первого года залития азота нитратов было 0,02—0,05, а фосфатов 0,001—0,005 мг/л, что близко к показателям речного периода. Нитриты обнаруживались в количестве 0,001 мг/л, кремнекислота — 5—7 мг/л. Железа содержалось в 3—5 раз меньше, чем ранее в реке (0,05—0,1 мг/л), что, несомненно, понижает продуктивность водоема (Гусева, 1939).

В начале зимы на пойме биогенных элементов содержалось больше. На участках, где в январе сильно развивался фитопланктон, содержание биогенных элементов к марту понизилось.

Минеральный состав водохранилища по сравнению с речным периодом изменился мало. По классификации Алекина, вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция с сухим остатком летом 100—120 мг/л, зимой 200—268 мг/л и жесткостью соответственно 5,3 и 9,5°.

Река Бердь более минерализована, чем Обь. В Бердском заливе осенью общая жесткость в два раза больше, чем в основной части водохранилища.

Соотношение элементов солевого состава водохранилища немногим отличается от речного периода: стала меньше общая сумма солей, понизилось содержание хлоридов и щелочных металлов.

В последующие годы по открытой воде можно ждать однородного химического состава воды, а в зимние периоды на качество воды продолжится влияние залитых угодий, особенно в прибрежных зонах, ввиду плохой проточности.

На заболоченных участках вследствие интенсивного потребления кислорода не исключена возможность его резкого снижения.

## ЛИТЕРАТУРА

Баранов И. В. 1954. Гидрохимический режим Цимлянского водохранилища в первый год его существования. Изв. ВНИОРХ, т. 34.

Гусева К. А. 1939. Цветение Учинского водохранилища. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., т. XLVIII (4).

Иоганзен Б. Г. и Петкевич А. Н. 1957. Гидробиологическая и рыбохозяйственная характеристика верхней Оби в связи с гидростроительством. Тр. пробл. темат. сов. ЗИН, вып. VII.

Францев А. В. 1939. Химические изменения Учинского водохранилища за первые три года его существования. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., т. XLVIII (4).

*Новосибирское отделение ВНИОРХ.*



БАКАСТОВ С. С.

## РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Образование Рыбинского водохранилища вызвало затопление Молого-Шекснинской низменности. Древняя озерно-аллювиальная терраса, игравшая роль коренного берега долин Мологи и Шексны до их затопления, стала берегом водохранилища. Наполнение водохранилища вызвало повышение горизонта грунтовых вод и изменение их режима в прибрежной зоне. В свою очередь грунтовые воды, питая водохранилище, оказывают влияние на гидрологический режим и биологические процессы, протекающие в нем.

Для характеристики взаимовлияния грунтовых вод и вод водохранилища нами были использованы материалы, собранные на побережье Моложского плеса и на юго-западном побережье центрального плеса Рыбинского водохранилища. Учитывая общность происхождения и литологического состава озерно-аллювиальной террасы, можно для предварительной оценки роли грунтовых вод распространить полученные результаты на значительную часть прибрежной зоны водохранилища.

Режимные наблюдения над уровнем грунтовых вод на Рыбинском водохранилище поставлены и проведены Волжской экспедицией МОСГИДЭП в 1953—1955 гг. на 13 поперечниках (рис. 1) с 55 скважинами.

Поперечники были оборудованы 3—5 скважинами и захватывали береговую полосу от 0,4 до 2,2 км. Каждая скважина закреплена обсадными трубами с крышкой и фильтрами диаметром 32—56 мм, рабочей частью 1,0—1,1 м, отстойником 0,4—1,0 м и рабочей глубиной фильтров от 3,2 до 12,4 м. Проверка работы фильтров производилась ежемесячно путем налива воды в скважину или откачки насосом. Дополнительно на профилях был заложен ряд разведочных скважин глубиной до 36 м. Наблюдения велись в межень раз в три дня, в период паводков ежедневно, при одном и том же маршруте обхода. Уровень замерялся хлопущкой на стальной рулетке.

По данным гидрометеорологического поста «Весьегонск», средний многолетний уровень Рыбинского водохранилища за 1947—1957 гг. равен 100,32 м абс., а среднемноголетняя амплитуда колебания — 3,84 м. Максимальный многолетний уровень 102,76 м абс. наблюдался 16 мая 1955 г., максимальная амплитуда колебания уровня в 1955 г. составила 5,48 м. Каждый рассматриваемый год имеет свои особенности уровня: высокого режима (рис. 2). Для 1953 г. характерно очень высокое — выше проектной отметки — и продолжительное летнее стояние уровня, среднегодовой уровень и амплитуда колебания близки к среднемноголетнему их значению. В 1954 г. наблюдался незначительный весенний подъем уровня, низкий и непродолжительный летний максимум, среднегодовой уро-



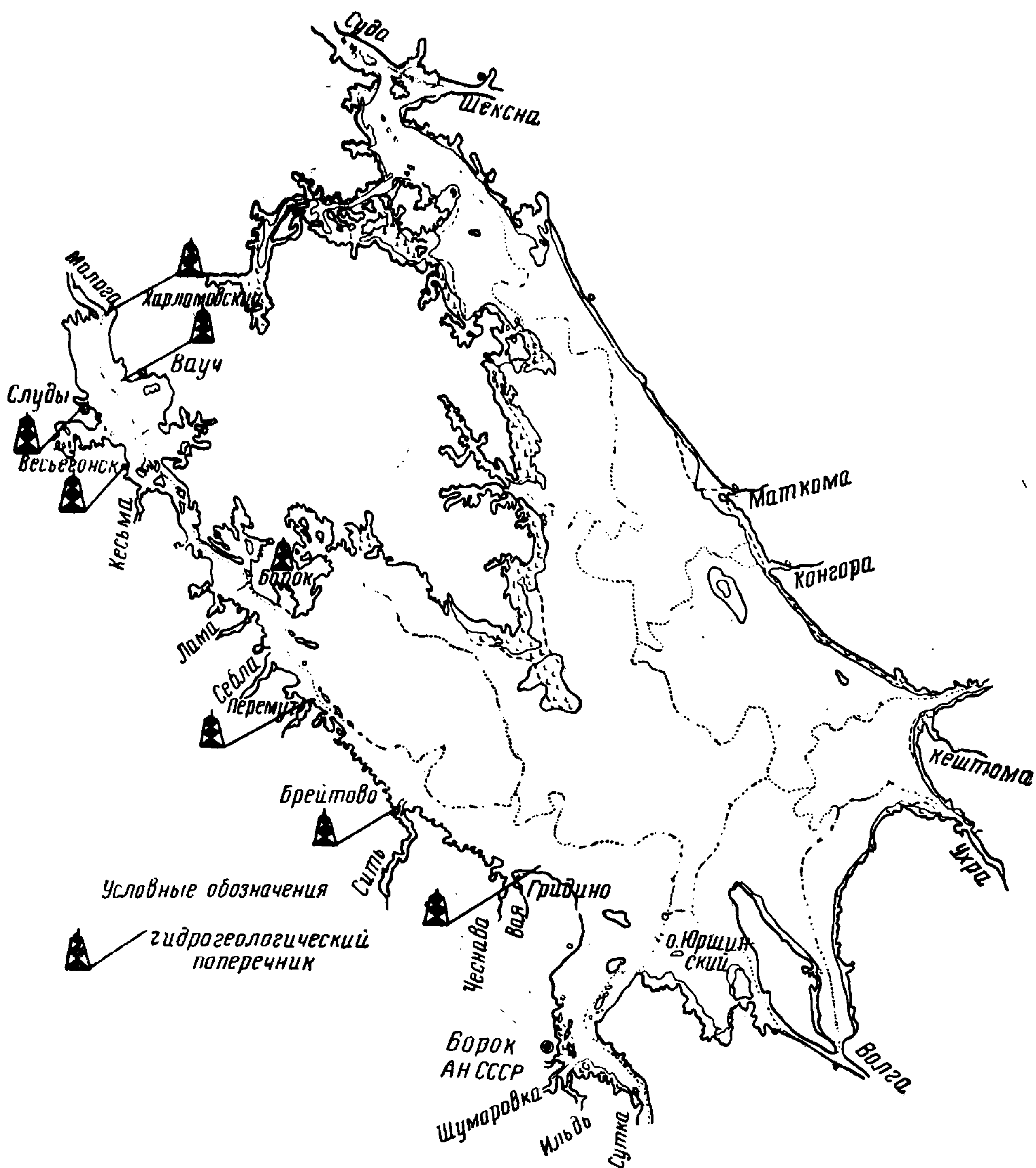


Рис. 1. Схема расположения гидрогеологических поперечников

вень и амплитуда колебания его значительно ниже нормы. 1955 г. отличался низким стоянием уровня в предвесенний период, большим и интенсивным весенним подъемом и непродолжительным периодом высоких уровней. Годовые максимум и минимум и амплитуда колебаний уровня в 1955 г. совпадают со значениями их для 11-летнего периода.

Средняя многолетняя сумма осадков по данным гидрометпоста «Весьегонск» составляет 585 мм/год. В 1953 и 1954 гг. сумма атмосферных осадков была несколько ниже нормы (538 и 564 мм), в 1955 г. значительно выше ее (664 мм). Высокие летние температуры наблюдались в 1953 и 1954 гг., среднемесячное значение температур по отдельным месяцам (июнь 1953 и 1954 гг., июль 1954 г.) на 2—3° выше нормы. В 1955 г. наблюдался продолжительный период с низкими температурами в мае — июле (ниже нормы на 1—2°), с повышением температуры к концу лета (выше нормы на 2,1—3,7°).

Буровыми скважинами на обследованном участке береговой зоны вскрыты два горизонта грунтовых вод — аллювиальный и флювиогляциальный. Аллювиальный водоносный горизонт сплошного распространения наблюдается повсеместно и приурочен к мелкозернистым пескам первой надпойменной террасы. Горизонт безнапорен, гидравлически связан с водохранилищем, мощность его от 7 до 16 м и как исключение до 29 м (с. Брейтово). Глубина залегания грунтовых вод у прилегающего к водохранилищу края террасы до 5 м и по мере удаления от водохранилища уменьшается до 1—2 м. Подпор грунтовых вод при высоком уровне водохранилища ведет к заболачиванию местности в пониженных частях рельефа. Подстилающий водоупор расположен на отметке 92—96 м. Сложен он озерно-аллювиальными или моренными тяжелыми суглинками или нижнетриасовой мергелистой глиной. Русло Мологи прорезает водоносный пласт, углубляясь в водоупорные слои, и является таким образом совершенной дренажной системой.

Флювиогляциальный водоносный горизонт местного распространения, обнаруженный у г. Весьегонска и д. Слуды, приурочен к толще предледниковых отложений, сложенных разнотернистыми песками желтовато-серого цвета. Горизонт напорный, подстилающий водоупор, сложен пермтриасовыми глинами, прикрывающий — моренными суглинками. Мощность и распространение этого горизонта различны и зависят от распространения водовмещающих флювиогляциальных песков. Вследствие глубокого залегания и ограниченного распространения этот горизонт значительной роли в водообмене с водохранилищем не играет и в дальнейшем не рассматривается.

Аллювиальный водоносный горизонт питает водохранилище значительную часть года. Постоянные уклоны свободной поверхности грунтовых вод в сторону водохранилища увеличиваются по мере приближения к нему. Во время весеннего наполнения водохранилища при резком подъеме уровня происходит подпитывание грунтовых вод водами водохранилища, образуются значительные обратные уклоны зеркала грунтовых вод в прибрежной полосе (рис. 3). В многоводные годы подпитывание распространяется на 150—200 м от берега и продолжается около месяца. Ежегодное значительное повышение уровня водохранилища весной вызывает подпор грунтовых вод на расстоянии 0,8—1,0 км от берега. Тип режима грунтовых вод в пределах этой зоны прибрежный. В зависимости от уровня водохранилища уровень грунтовых вод колеблется в пределах 1,5 м (в год). Годовой ход кривых колебания уровней довольно плавный. Их максимумы и минимумы по сравнению с водохранилищем смещены на более поздние сроки. Выпадающие осадки не оказывают заметного влияния на режим.

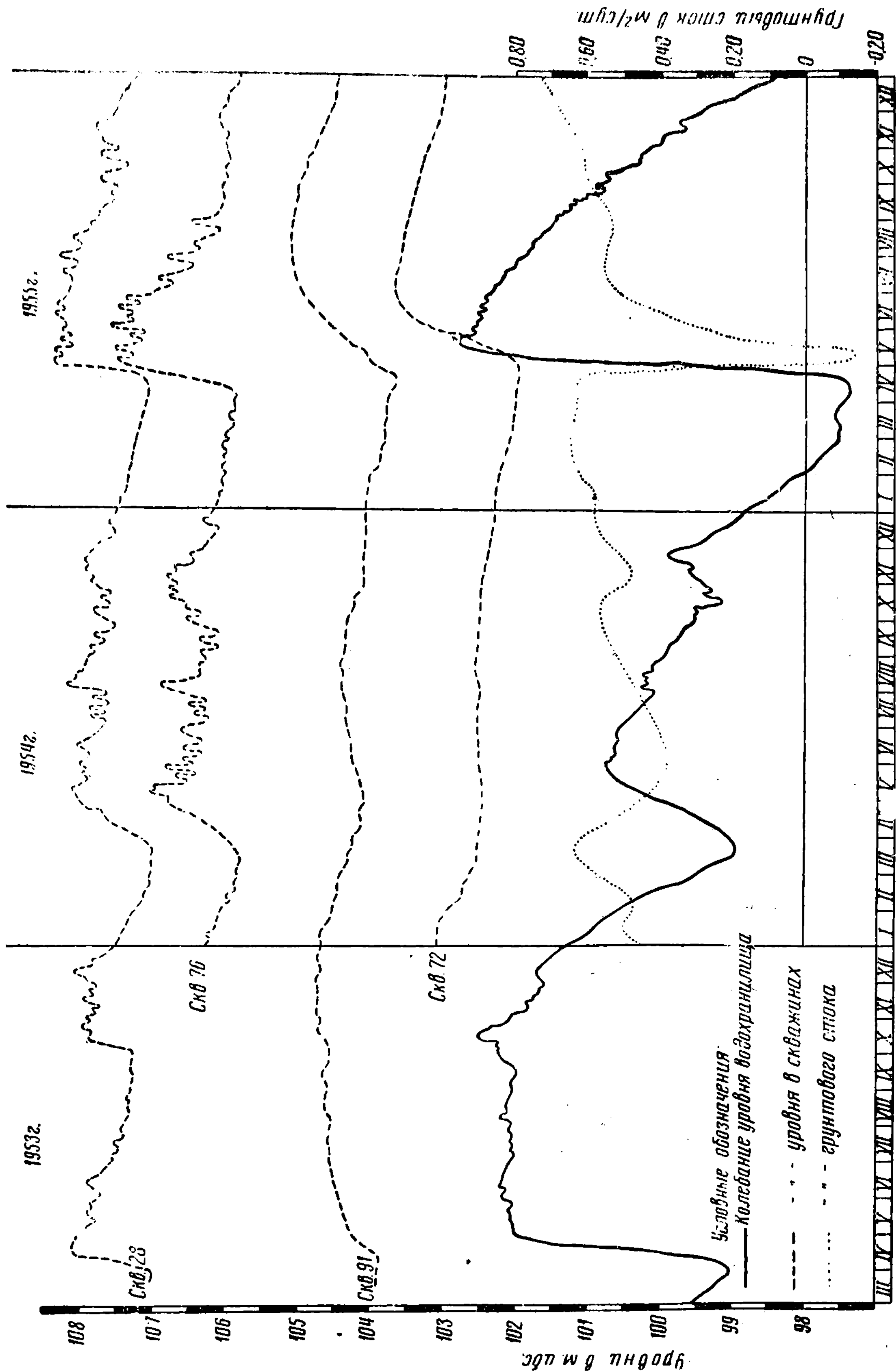


Рис. 2. Совмещенный график колебания уровня водохранилища, грунтовых вод и грунтового стока

Для прибрежной зоны характерен ход уровней по скважинам № 91 (в 427 м от берега у г. Весьегонска) и № 72 (в 80 м от берега у д. Перемут) (рис. 2).

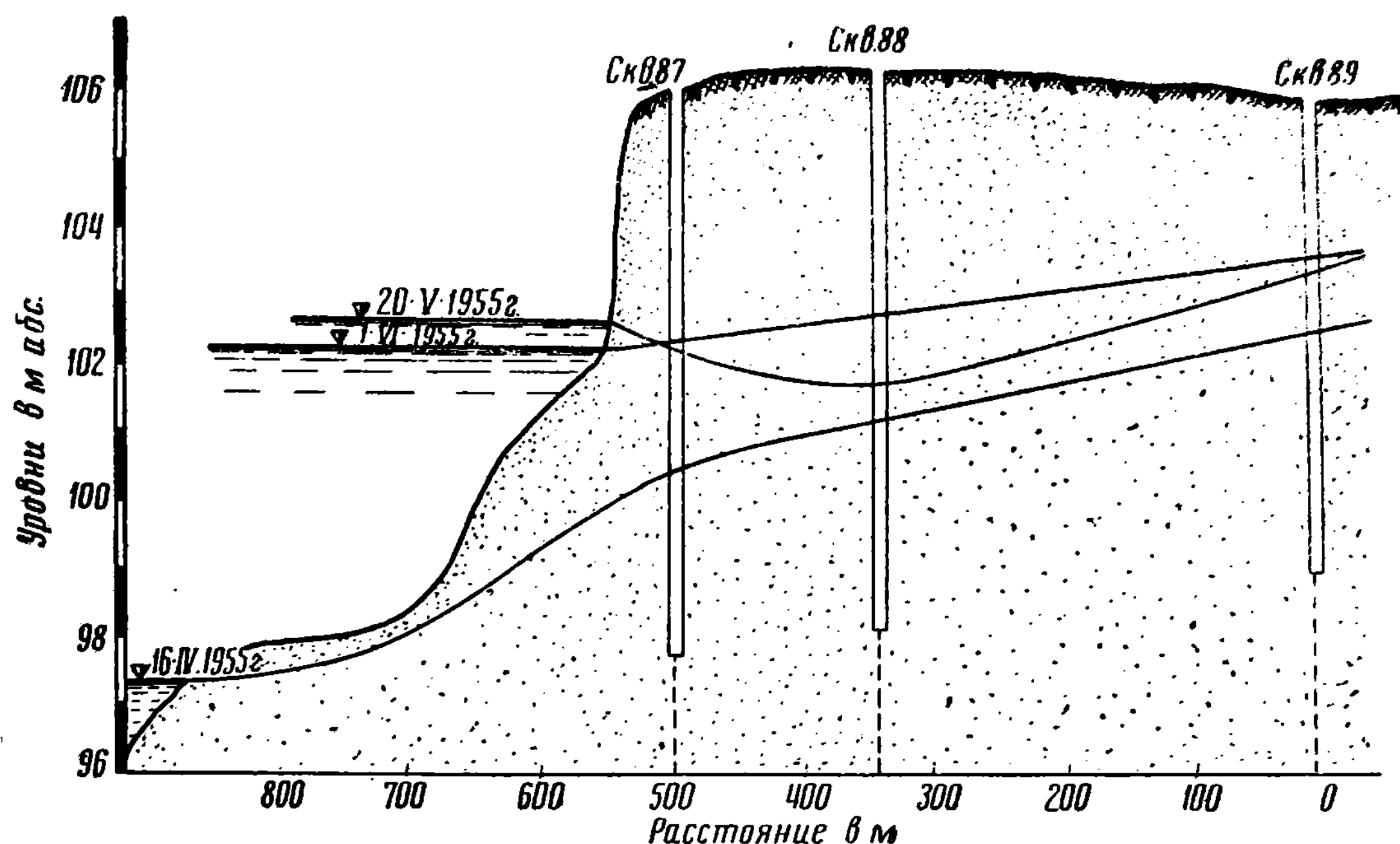


Рис. 3. Уровни грунтовых вод у д. Вауч на 16 апреля, 20 мая и 1 июля 1955 г.

За пределами 0,8—1,0 км прибрежной полосы по всем скважинам наблюдается водораздельный тип режима. Грунтовые воды здесь залегают в 1—2 м от поверхности земли, в пониженных местах рельефа выходят на дневную поверхность и находятся под влиянием выпадающих осадков и испарения. Резко выражен весенний пик, вызванный таянием снега. Начало его подъема наблюдается на 4—5 дней раньше начала подъема уровня водохранилища, а максимум на 15—20 дней опережает максимум в водохранилище. Периоды интенсивных летних осадков и отдельные ливни вызывают подъем уровня грунтовых вод на 0,6—1,0 м. Годовая амплитуда колебаний уровня достигает 1,5 м. В период предвесенней межени горизонт грунтовых вод держится примерно на одной глубине независимо от уровня водохранилища. Годовой ход колебания уровней грунтовых вод, характерный для режима водораздельного типа, выражен в скважинах № 28 у Весьегонска и № 76 у д. Перемут (рис. 2).

По гранулометрическому составу грунтов у д. Перемут определен коэффициент фильтрации и в первом приближении — единичные расходы грунтового потока. Коэффициент фильтрации подсчитан по формуле Газена:

$$k = 0,7 \cdot c \cdot d \text{ эф м/сут}$$

и по формуле Крюгера:

$$k = 0,81 \cdot 10^6 \frac{P}{\theta^2} \text{ м/сут.}$$

Для расчетов принято среднее его значение, равное 2 м/сут.

Единичные расходы подсчитаны методом конечных разностей по формуле:

$$q_t = k_t^{cp} h_t \cdot I_t \pm \frac{\Delta h_t l_t \mu_t}{2}.$$

Построенная по полученным данным кривая единичных расходов грунтового потока по поперечнику Перемут за 1954 и 1955 гг. весьма динамична (рис. 2).

Величина грунтового стока зависит от высоты стояния уровня в водохранилище: минимальному уровню водохранилища соответствует максимум грунтового стока, максимальному — минимум. Однако следует заметить, что эта зависимость неоднозначна, так как на грунтовый сток влияет, помимо уровня водохранилища, также и уровень стояния грунтовых вод в предшествующий период. В период интенсивного весеннего наполнения водохранилища грунтовый сток принимает отрицательное значение, т. е. происходит подпитывание грунтовых вод водами водохранилища.

Для определения величины грунтового стока по пункту Перемут за год мы планиметрируем кривую элементарного стока и получаем значения его: для 1954 г.  $q = 178,3 \text{ м}^2/\text{год}$ , для 1955 г.  $q = 196,5 \text{ м}^2/\text{год}$ .

Если принять периметр всего водохранилища равным 1700 км, то годовой объем грунтового стока будет равен: для 1954 г. —  $0,303 \text{ км}^3$ , для 1955 г. —  $0,334 \text{ км}^3$ .

Таким образом, удельный вес непосредственного грунтового стока в водном балансе Рыбинского водохранилища невелик. Так, в 1954 г. он составил 0,96%, в 1955 г. — 0,62% от приходной части баланса. В зимнее время удельный вес грунтового стока возрастает. За февраль 1954 г. он составил 2,12%, за февраль 1955 г. — 3,03% от приходной части баланса.

Надо думать, что грунтовый поток, поступаая через берега и дно водохранилища, оказывает значительное влияние на химический состав и температуру грунтов и придонного слоя воды, особенно в зимнее время, когда грунтовый сток увеличивается, а перемешивание водных масс незначительно. Особенно велико влияние грунтового стока в местах, благоприятных для выхода грунтовых вод.

---



А. В. МОНАКОВ и Ф. Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЙ

## К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИДОННОЙ МИКРОФАУНЫ

До настоящего времени изучение придонной и донной микрофауны сильно отстает от изучения планктона и бентоса. Причина этого заключается главным образом в технических трудностях ее исследования. Существующие орудия количественного учета недостаточно совершенны и не вошли в число общеупотребительных, а вследствие обилия частиц детрита и грунта, содержащихся обычно в пробах, их разборка и подсчет организмов сильно затруднены.

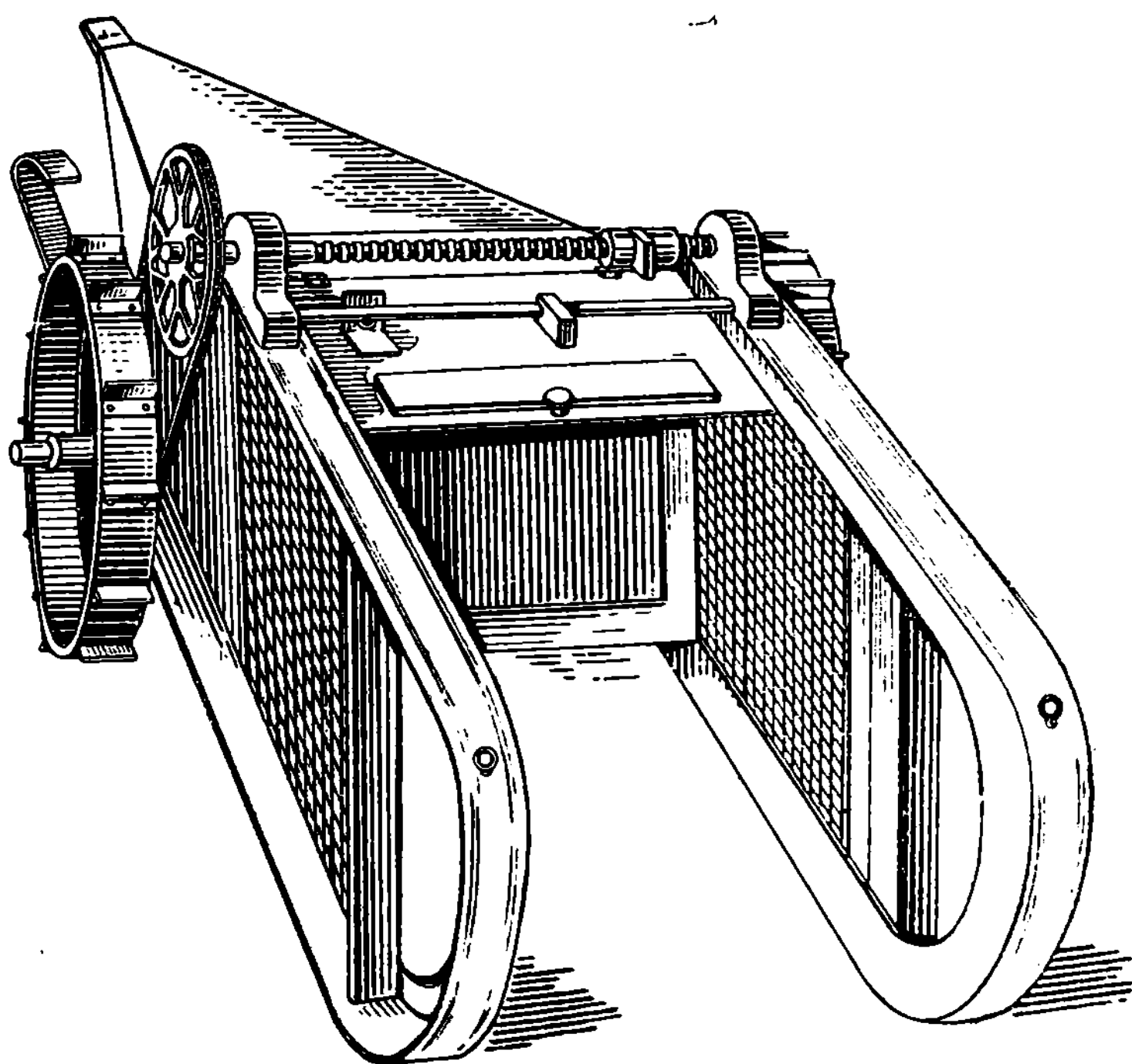


Рис. 1. Общий вид количественного салазочного трала Марковского-Грезе с видоизменениями

На малых глубинах (до 2—2,5 м) количественные сборы микрофауны, связанной с дном и растениями, облегчаются благодаря возможности применения орудий лова на штангах. Поэтому эта фауна в прибрежной (осушной) зоне Рыбинского водохранилища была исследована еще в 1953—1955 годах (Мордухай-Болтовской и др., 1958). На основных же площадях этого водохранилища ее изучение началось лишь в последующие годы.

Результаты исследования микробентоса рассматриваются одним из

авторов в другой статье, здесь же мы даем краткое описание применявшейся нами методики сборов и обработки придонной микрофауны.

Для количественного учета придонных беспозвоночных несколько лет тому назад Грезе (1951) и независимо от него Марковским (1953) сконструированы особые салазочные тралы с приспособлениями для определения пройденного тралом по дну расстояния. Трал с таким приспособлением был изготовлен в мастерской Института биологии водохранилищ с участием Г. П. Соркина. За основу был взят трал Марковского, но в процессе изготовления и опробования в него были внесены некоторые изменения, частично приблизившие его к тралу Грезе. Хотя наша модель трала не имеет принципиально новых приспособлений, мы находим нелишним привести здесь изображение ее общего вида (рис. 1) и дать краткое описание внесенных в ее конструкцию изменений, которые несколько улучшают это орудие лова.

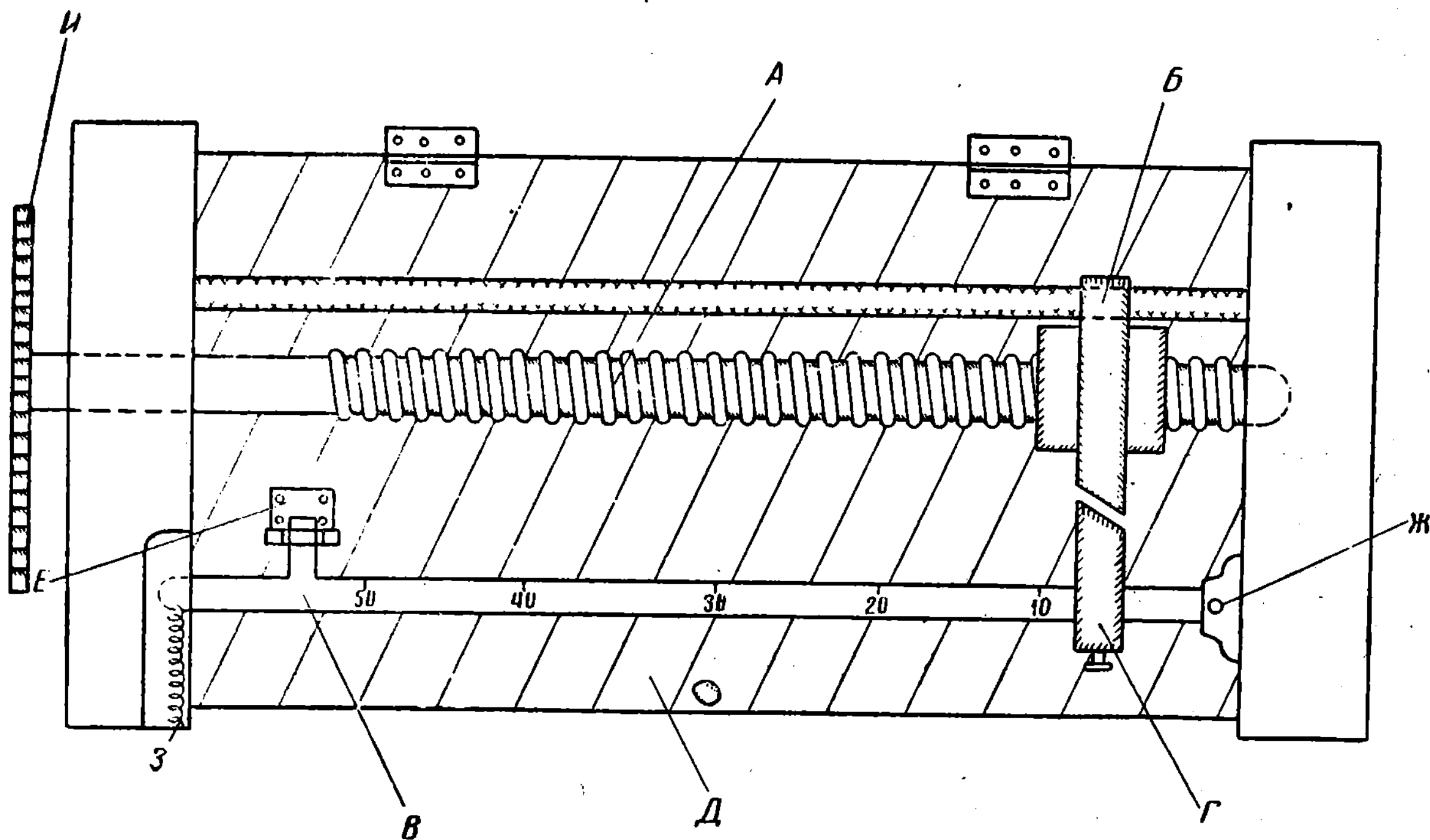


Рис. 2. Дистанционный механизм трала (вид сверху). Обозначения:  
 А — червячный винт; Б — скользящая шайба; В — планка со шпеньком; Г — стопорная отсечка;  
 Д — крышка трала; Е — скоба на крышке трала; Ж — место подвижного крепления планки В;  
 З — пружинка, удерживающая конец планки В; И — шестерня цепной передачи

Как в тралах Марковского и Грезе, дистанционный (спусковой) механизм для учета пройденного расстояния (рис. 2) представляет собою червячный винт А. При его вращении по нему передвигается скользящая шайба Б, которая, приближаясь к стопорной отсечке Г, находящейся на планке В (с нанесенными на ней расстояниями), отжимает ее вниз. Это возможно благодаря тому, что планка В укреплена в точке Ж подвижно (другой конец ее находится над пружинкой З). Когда планка отходит вниз, находящийся на ней шпенок выходит из скобы Е на крышке трала Д и последняя падает вниз, закрывая отверстие трала. Трал перестает ловить, даже если движение его продолжается. Расстояние, которое должно быть обловлено им, определяется местоположением отсечки Г на планке В, так как от него зависит длина пути, проходимого шайбой Б по червячному винту, а последний связан с ведущими колесами трала при помощи цепной передачи (идущей от зубчатки на оси до шестерни И на конце винта).

У трала Марковского передача вращения от колес к червячному вин-

ту осуществляется при помощи шкивов со шнуром, который часто рвется и запутывается. У трала Грезе червячный винт находится на оси, связывающей колеса, и вообще весь дистанционный механизм, расположенный во входном отверстии трала, в какой-то мере загораживает его. При нашей конструкции входное отверстие совершенно свободно, так как колеса вращаются на подшипниках и ось отсутствует (в трале Марковского она имеется).

Крышка у нашего трала такая же, как у трала Марковского, т. е. одностворчатая, падающая сверху (а не двустворчатая, как у трала Грезе). Жестяной лист, на котором находится последний, мы устранили, но полозья сделали шире, причем укоротили их, обрезав позади колес (как у трала Грезе). Вместо листа позади колес подшит брезент, предохраняющий снизу сетку трала. Распорную доску, применяющуюся в трале Грезе для взмучивания донных отложений, мы не употребляли, так как в наших условиях в ней не было необходимости. Все это уменьшило вес прибора. Размеры входного отверстия мы оставили почти такие же, как в трале Марковского (ширина 25 см, высота 22 см).

Сборы описанным тралом были произведены в августе 1957 г. по всему Рыбинскому водохранилищу, а затем он стал применяться регулярно при изучении биологии придонных ракообразных<sup>1</sup>.

Трал вполне удовлетворительно работал на плотных и не очень мягких илистых грунтах, но на чрезвычайно мягких (полужидких) торфянистых илах погружался в ил и очень скоро совершенно заполнялся им. На закоряженных же местах, покрытых остатками лесов, лов тралом был совершенно невозможен. Поэтому в Рыбинском водохранилище в связи с широким распространением торфянистых илов и затопленных лесов применение салазочных тралов, как и других «влекомых» орудий лова (драг, бим-тралов, рыболовных оттер-тралов), очень ограничено и полная съемка придонной фауны неосуществима.

При ловах трал шел по дну 10 или 20 м, облавливая площадь дна соответственно 2,5 м<sup>2</sup> или 5 м<sup>2</sup> и объем воды в придонном слое (толщиной 22 см), равный соответственно почти 0,5 м<sup>3</sup> и 1 м<sup>3</sup>. Полученные пробы содержали обычно довольно обильную микрофауну, но даже при лове на плотных грунтах большое количество детрита и илистых частиц. Так как подсчет организмов в таких пробах невозможен или крайне труден, то мы использовали применяющийся для выборки фауны из грунта метод заливания отцеженной от воды пробы рассолом (крепким раствором поваренной соли).

Этот метод использовался уже рядом авторов. Наиболее подробно описывает его Вовк (1948), который применил соляной раствор для выборки живых организмов и считал желательным проверить возможность применения этого метода для зафиксированных проб. Позже один из авторов настоящей статьи (Мордухай-Болтовской, 1955) использовал соляной раствор для обработки сборов микрофауны в прибрежной зоне и, признавая его преимущества, высказал предположение, что часть фауны (молодь моллюсков, остракоды с известковыми раковинами), вероятно, при этом не отделяется от грунта (не всплывает в рассоле на поверхность).

При обработке сборов салазочного трала мы решили уточнить вопрос о качестве описываемого метода выборки фауны из грунта. Для этого в двенадцати залитых рассолом пробах были отдельно обработаны

<sup>1</sup> Некоторые результаты его применения даны в статье одного из авторов (Монаков, 1958).

всплывшая на поверхность взвесь (фауна с более легким детритом) и оставшийся на дне сосуда грунт (он просматривался мелкими порциями в тонком слое). Результаты показаны в табл. 1.

Таблица 1

Соотношение количества всплывших на поверхность и оставшихся на дне животных при обработке проб трала рассолом в % от их общего числа (средние данные из 12 проб)

Группы	Cyclo- poida	Clado- cera	Cythe- rissa	Другие остра- коды	Тенди- педиды	Водяные клещи, гидры	Naididae	Tubifi- cidae	Мол- люски
Количество всплывших на поверхность	88	85	24	89	79	89	56	48	55
Количество оставшихся в грунте	12	15	76	11	21	11	44	52	45

Легко видеть, что копеподы (циклопы), кладоцеры, водяные клещи и гидры отделяются рассолом от грунта в среднем на 85—90%; иначе говоря, в грунте остается всего около одной десятой части их. Для этих групп описываемый метод можно вполне рекомендовать, так как получаемая ошибка не больше тех, которые возникают от несовершенства выборки макрофауны из дночерпательных проб пинцетом.

Для остракод, олигохет и моллюсков процент всплывающих в соляном растворе ниже: округленно 50—80%. При этом у остракод с тонкими и слабообызвествленными раковинами (виды *Cyprgia*, *Cypridopsis*, *Candona*, *Limnocythere*) он не меньше, чем у других низших ракообразных, а именно в среднем 89%; но для остракод с тяжелыми, пропитанными известью раковинами — в Рыбинском водохранилище к ним относится *Cytherissa lacustris* — он гораздо ниже. Хотя некоторое количество *Cytherissa* обычно всплывает, в среднем процент всплывших равен всего 24, т. е. три четверти этих остракод остается в грунте. Для них этот метод явно неприменим. Только благодаря тому, что форм с известковыми раковинами в пробах было немного, в среднем получился высокий процент всплывших остракод (80%).

Олигохеты отделяются от грунта при помощи соляного раствора очень неполно. В среднем половина их всплывает, половина остается в грунте. Это объясняется, конечно, тем, что черви запутываются среди частиц грунта, особенно если в нем много растительных остатков. Естественно, что имеющие более длинное тело тубифициды остаются в грунте в большем количестве, чем более короткие наидиды.

Близкая в среднем цифра — 55% — получается для моллюсков. В действительности, однако, она значительно повышена искусственно вследствие того, что все обработанные пробы были зафиксированы в формалине, вызвавшем сильную декальцинацию створок молодежи моллюсков. Чаще всего всплывали очень мелкие дрейссены, видимо недавно осевшие на дно и имевшие тонкую, легко растворяющуюся в формалине раковинку.

К категории неполностью всплывающих (менее чем на 80%) по данным табл. 1 относятся и личинки тендипедид. Мы думаем, однако (и это

подтверждается другими наблюдениями), что для тендипедид метод рассола вполне применим, и приведенная цифра просто очень неточна, так как в наших пробах они встречались единично.

Подводя итоги, мы можем сказать, что выборка из грунта с помощью рассола явно неприменима к моллюскам и остракодам с известковой раковиной и очень несовершенна для олигохет. При обработке количественных проб на олигохет рассол может, конечно, оказать помощь (отделив в среднем около половины их от грунта), но после этого необходима еще выборка их из грунта пинцетом.

Для других же групп беспозвоночных этот метод можно безоговорочно рекомендовать.

#### ЛИТЕРАТУРА

Вовк Ф. И. 1948. Отборка проб зообентоса соляным раствором. Задачи научно-исследовательских организаций в четвертой сталинской пятилетке в области развития рыбного хозяйства Сибири.

Грезе В. Н. 1951. Придонный планктон, его роль в питании рыб и методика учета. Зоол. журн., т. XXX, вып. 1.

Марковский Ю. М. 1953. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, ч. I. Изд. АН УССР.

Монаков А. В. 1958. Распределение *Acanthocyclops vireidis* в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохр., вып. 1.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1955. О методике количественного учета фауны во временных водоемах и периодически затопляемых зонах водохранилищ. Тр. биол. ст. «Борок», вып. 2.

Мордухай-Болтовской Ф. Д., Мордухай-Болтовская Э. Д., Яновская Г. Я. 1958. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. «Борок», вып. 3.



Л. Н. ПОДГОРНЫЙ

## ПОЛЕВОЙ ИОННООБМЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

На основании имеющихся литературных данных (Кострикин и Янковский, 1946; Федорова, 1946; Смирнов, 1954; Крюков и Проценко, 1955; Самуэльсон, 1955) можно считать, что наибольший практический интерес представляет косвенный метод расчетного определения сульфатов по разности между ионнообменной суммой анионов сильных кислот и концентрацией ионов хлора. Однако этот метод применим только по отношению к водам, которые практически не содержат анионов иных сильных кислот, кроме соляной и серной.

Методика трилометрического определения сульфатов в катионированных пробах воды (Подгорный, 1958) дает приемлемые результаты при содержании  $\text{SO}_4^{2-}$  только до 10 мг-экв/л. При более высоком содержании сульфатов анализируемый объем воды должен быть соответственно уменьшен, что снижает точность определения.

В настоящей работе описывается простой, достаточно точный метод определения сульфатов в воде с помощью катионита КУ-2, пригодный в экспедиционных условиях работы на водохранилищах средней полосы СССР. Сущность метода заключается в ионнообменном определении величины расхода хлористого бария на осаждение сульфатов по разности между количеством добавленного к катионированной пробе и неизрасходованного реактива. Осаждение производится при  $\text{pH} \approx 4$ , что становится возможным благодаря удалению катионов из сферы реакции.

Так как ионы бария образуют с катионитом сульфокатионитные соединения, растворимые в сильных кислотах, то регенерирование колонки затруднений не представляет.

Определения сульфатов в смеси 5 мл 0,1 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 5 мл 0,1 н  $\text{NaCl}$ , доведенных до 50 мл дистиллированной водой, произведенные по предлагаемому методу, показали хорошую воспроизводимость, как это видно из табл. 1.

Таблица 1

Результаты параллельных определений  $\text{SO}_4^{2-}$   
ионнообменным методом в мг-экв/л

Содержится	Найдено	Число проб	Отклонение в %
10,0	9,88	1	-1,2
	9,98	6	-0,2
	10,06	2	+0,6
	10,18	1	+1,8

Вполне воспроизводимые результаты определений были также получены в малосульфатных водах. Так, в 11 параллельных определениях в водопроводной воде, содержащей около одного мг-экв/л сульфатов, отклонения не превышали 0,05 мг-экв/л.

Как видно из табл. 2 (определения 1—5), расхождения между результатами определения  $\text{SO}_4^{2-}$  в природных водах весовым<sup>1</sup> и ионнообменным методами лежат в пределах точности аналитических весов, что подтверждается и определениями 6—11, сделанными Е. С. Шевченко.

Таблица 2  
Результаты определения  $\text{SO}_4^{2-}$  весовым и ионнообменным методам в мг-экв/л

№ п/п	По разности между сильными кислотами и хлорионами	Весовое в некатионированной пробе	Трилометрическое в катионированной пробе	Ионнообменное	
				в некатионированной пробе	в катионированной пробе
1	0,81	0,77	24,19	0,78	0,78
2	1,43	1,53		1,57	1,57
3	2,17	2,34		2,25	2,25
4	5,09	4,98		4,90	4,90
5	24,77	—		24,50	24,23
6	1,41	1,39			1,27; 1,27
7	3,91	3,75			3,72; 3,72
8	8,70	8,97			8,90; 8,90
9	9,50	9,54			9,68; 9,59
10	11,65	11,43			11,50 —
11	88,85	88,70			88,60; 88,60

### Методика

1. В зависимости от минерализации определяют, согласно указаниям предыдущей работы (Подгорный, 1958), сумму сильных кислот в 50,25 или 10 мл воды, доводя каждый раз общий их объем дистиллированной водой до 50 мл.

2. В зависимости от ориентировочного определения  $\text{SO}_4^{2-}$  по разности, к катионированной пробе, нейтрализованной по метил-оранжу, прибавляют 0,1 н  $\text{BaCl}_2$  в количествах, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Количество осадителя для разных концентраций  $\text{SO}_4^{2-}$

Содержится $\text{SO}_4^{2-}$ в исследуемом объеме в мг-экв/л	Приливают 0,1 н $\text{BaCl}_2$ в мл
До 0,5	5,0
0,5—1,0	14,0
1,0—1,5	20,0
1,5—2,0	30,0

По прошествии часа отфильтровывают выпавший осадок через малую, вставленную в верхний конец колонки, воронку с двойным беззольным фильтром (белая или синяя лента), предварительно промытым и проверенным на нейтральность. Вначале для накопления фильтрата ненадолго закрывают краник колонки, а затем устанавливают его на скорость вытекания в 100—120 капель в минуту. Осадок количественно пе-

<sup>1</sup> Осаждение произведено при кипячении.

решают на фильтр по обычным правилам. Фильтр промывают горячей дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлор в промывных водах. Затем удаляют воронку и дважды промывают колонку горячей дистиллированной водой. Элюат с промывными водами объемом в 150–180 мл оттитровывают 0,1 н щелочью по метил-оранжу со свидетелем.

Титр рабочего раствора хлористого бария устанавливают в 5–10 мл его, доведенных дистиллированной водой до 50 мл. Раствор катионируют и определяют в нем эквивалентное содержание Н-ионов, как обычно. Для разбавления и промывки пользуются дистиллированной водой, на титрование 100 мл которой после катионирования расходуется не более 0,05 мл 0,1 н NaOH. Пример расчета сульфатов: 1) на определение суммы сильных кислот израсходовано 5 мл 0,1 н NaOH; 2) на ионнообменное определение титра 5 мл BaCl<sub>2</sub> израсходовано 4,8 мл 0,1 н NaOH; 3) на определение сильных кислот после отделения осадка израсходовано 3 мл 0,1 н NaOH; содержание SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в исследуемом объеме соответствует  $5,0 + 4,8 - 3,0 = 6,8$  мл 0,1 н NaOH, что равно 0,68 мг-экв.

### Приготовление и регенерирование колонок

Отбирают фракцию 0,3–0,4 мл сухого катионита КУ-2 из расчета 20–25 г на каждую колонку. Заливают сухой катионит дистиллированной водой на 48 час., а по удалении воды — соляной кислотой, разведенной в отношении 1 к 2, на 8 час. Переносят набухший катионит в бюретки на 100 мл, на дне которых находится слой стеклянной ваты в 2 см. Сначала отмывают колонку от железа 100–200 мл соляной кислоты (1 : 2), а затем — дистиллированной водой до нейтральной реакции по метил-оранжу. Подготовленный таким образом катионит должен постоянно находиться под водой. Необходимо избегать появления пузырьков в колонке, а для их удаления взрыхляют слой катионита стеклянной палочкой. Перед работой всю воду спускают (проверить на нейтральность!).

Регенерирование колонок, предназначенных для определения SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, достигается пропусканием 400 мл HCl (1 : 2) со скоростью 10–20 капель в минуту, после чего промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции по метил-оранжу.

### Реактивы

1. NaOH — 0,1 н. 2. HCl — 0,1 н. 3. BaCl<sub>2</sub> — приблизительно 0,1 н. 4. AgNO<sub>3</sub> — однопроцентный раствор. 5. Метил-оранж — 0,1-процентный раствор.

### ЛИТЕРАТУРА

Кострикин Ю. М. и Янковский Н. А. 1946. Определение сульфатов в природных, котловых и питательных водах с помощью сульфогугля. Заводская лаборатория, том XII, Металлургиядат, Москва.

Крюков П. А. и Проценко Г. П. 1955. Применение ионитов для определения общей минерализации вод. Сборник «Современные методы химического анализа природной воды». Изд. АН СССР, Москва.

Самуэльсон О. 1956. Применение ионного обмена в аналитической химии. Изд. иностранной литературы, Москва.

Смирнов А. С. 1954. Методы химического анализа котловых и питательных вод. Трансжелдориздат, Москва.

Федорова Г. В. 1946. Применение сульфогугля для аналитических целей. Известия Всесоюзного теплотехнического института, Госэнергоиздат, Москва.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статьи, присылаемые для опубликования в «Бюллетене Института биологии водохранилищ», представляются в двух подписанных автором экземплярах, напечатанных на машинке с одной стороны листа через два интервала.

2. Объем статей не должен превышать 0,25 печатного листа, включая рисунки и графики.

3. В конце статьи полностью указывается имя, отчество и фамилия автора, его подробный адрес и учреждение, в котором он работает.

4. К статьям, являющимся результатом работ, выполненных в учреждении, должно быть приложено разрешение на опубликование, подписанное руководителем данного учреждения.

5. Цифровой материал, по возможности, сводится в таблицы и не должен дублироваться в графиках и в тексте.

6. Рисунки принимаются только выполненные тушью. Подписи к ним даются на отдельном листе. На оборотной же стороне каждого рисунка пишется карандашом только его номер и фамилия автора статьи.

7. Цитируемая литература выносится в общий список в конце статьи, который оформляется следующим образом: фамилия и инициалы имени и отчества автора, год издания, полное название статьи, название журнала, номер тома, номер выпуска. Статьи в этом списке располагаются в алфавитном порядке по фамилиям авторов, сначала русские, затем иностранные. При цитировании отдельных брошюр и монографий указывается место их издания.

8. При цитировании в тексте указывается в скобках лишь фамилия автора (без инициалов) и год издания. Фамилии иностранных авторов транскрибируются по-русски, но при первом упоминании приводятся также в оригинальной транскрипции (в скобках), например: «как установлено Кохом (Koch, 1948)...

9. Латинские названия животных и растений, а также химические и другие формулы в печатаются в русский текст на машинке с латинским шрифтом или же пишутся от руки печатными буквами.

10. Корректуры статей, как правило, авторам не высылаются. Поэтому присылаемый текст должен быть окончательным.

11. Редакция оставляет за собой право производить необходимые исправления и сокращения в тексте. Существенные изменения текста согласуются с автором.

Адрес редакции: п/о Борок Некоузского р-на Ярославской области. Институт биологии водохранилищ АН СССР.

---

Техн. редактор Н. С. Остриров

Корректор С. Г. Элькинд

---

Т05059. Формат бум.  $70 \times 108^{1/16}$ —5,5 п. л. Подписано к печати 14/V—59 г. Тир. 1100.  
Цена 2 р. 75 к.

---

Тип. Трудрезервиздата. Москва, Хохловский, 7. Зак. 346.