

Главное Управление Научных Учреждений
(ГЛАВНАУКА).

30

ТРУДЫ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.

сохранить
обм. 26.11.28
ПОД РЕДАКЦИЕЙ:
А. В. РУМЯНЦЕВА.

Том VI выпуск 4.

ARBEITEN
der **HYDROBIOLOGISCHEN STATION**
am SEE „GLUBOKOJE“.

herausgegeben unter der Redaktion von
Dr. A. W. Rumjanzew.

Band VI. Lieferung 4.

МОСКВА

Издание Глубокоозерной станции.

1928.

MOSKAU

Главное Управление Научных Учреждений
(ГЛАВНАУКА).

30

ТРУДЫ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:
А. В. РУМЯНЦЕВА.

Том VI выпуск 4.



ARBEITEN
der HYDROBIOLOGISCHEN STATION
am SEE „GLUBOKOJE“.

herausgegeben unter der Redaktion von
Dr. A. W. Rumjanzew.

Band VI. Lieferung 4.

МОСКВА

Издание Глубокоозерской станции.

MOSKAU

1928.

ЗФК
Г464

О Г Л А В Л Е Н И Е.

- С. Г. Крыжановский. Наблюдения над лещом Глубокого озера
С. Г. Крыжановский. Паразиты личинок леща
С. Н. Дуплаков. Некоторые наблюдения над вертикальным распределением
областей в Глубоком озере
А. П. Щербаков. О концентрации водородных ионов в Глубоком озере

INHALTSVERZEICHNIS

- Krychanowsky, S. G. Beobachtungen am Brachsen aus dem See „Glubokoje“
Duplakoff, S. N. Einige Beobachtungen über die Vertikalverteilung des Lachses im See „Glubokoje“
Scherbakoff, A. P. The hydrogen ion concentration in the lake „Glubokoje“



69939

MP 123

Наблюдения над лещом Глубокого озера.

С. Г. Крыжановский.

I.

Возрастные размеры леща и икрометание.

Глубокоозерский лещ не имеет промыслового значения. Его лов производится почти исключительно весной во время икрометания, при чем в качестве орудия лова крестьяне пользуются острогой; иногда также ловят острогой осенью на огонь, но такими способами ежегодно вылавливаются немногие десятки экземпляров. В сети лещ также попадает преимущественно во время весеннего хода, но и ими вылавливают в общем не больше 1—2 сотен штук.

Глубокоозерский лещ характеризуется мелкими размерами и весом и очень медленным ростом. На таблице 1 приведены измерения его в пределах возрастов от 2 до 15 лет ¹⁾.

Таблица 1.

Возраст.	Лещ из Глубокого озера 1926 г.			Лещ из Гл. оз. 1923 г.	Лещ из дельты Волги	Количество изсл. экз в Гл. Оз. в 1926 г.	
	Вес в гр.	Высота в сант.	Длина ²⁾ в сант.	Длина (по Мейену)	Длина (по Терещенко)	самцы	самки
2	35,5	4,32	13,85	—	16,2	1	—
3	45—65,2	4,59—5,54	14,95—16,40	—	25,3	2	—
4	—	—	—	—	29,5	—	—
5	256—290	8,45—8,90	26,00—28,00	—	33,2	3	—
6	234—308	8,20—9,39	26,50—28,00	25,00	36,0	5	1
7	221—279	8,20—8,90	25,50—27,00	25,80	39,3	2	2
8	257—435	8,60—10,30	27,50—31,00	26,18	40,5	2	1
9	332—504	9,13—10,92	28,00—33,50	27,70	42,1	4	—
10	331—532	9,45—10,92	30,00—33,50	27,77	43,1	3	—
11	500—569	10,88—11,00	32,00—36,00	28,96	43,7	1	1
12	360—615	9,72—11,3	31,00—34,50	—	45,4	1	1
13	550—600	11,2—11,3	34,50—35,50	31,65	46,2	1	1
14	708	11,3	38,00	—	—	—	1
15	697—880	11,8—12,73	38,00—39,00	34,50	—	—	2
16	—	—	—	36,50	—	—	—

На этой же таблице указаны возрастные размеры Глубокоозер-

¹⁾ Мои определения возраста по cleitrum были проверены и исправлены З. А. Бородаковой, которой приношу за это сердечную благодарность.

²⁾ Длина до конца средних лучей хвостового плавника. У двух других авторов указана длина до конца чешуйчатого покрова.

ского леща, полученные Мейеном в 1923 г. ¹⁾ Они расходятся с нашими данными потому, что Мейен указывает длину до конца чешуйчатого покрова, а не длину до конца средних лучей хвостового плавника рыб (как измерял автор). Если внести эту поправку, то величины получатся достаточно близкие у обоих авторов. Для выяснения особенностей глубоководского леща на табл. 1 указаны также размеры хорошо упитанного леща из дельты Волги, заимствованные у Терещенко ²⁾ При сравнении видно, что 15-ти летний лещ из Глубокого озера имеет такие размеры, как 7-ми летний лещ из дельты Волги, а 7-ми летний лещ из озера имеет размеры 3-х летнего волжского леща. Таким образом, глубоководский лещ растет в длину почти вдвое медленнее волжского, при чем разница в размерах обнаруживается уже в 2-х летнем возрасте. Очевидно, озерский лещ в возрасте моложе 2-х лет попадает в условия, неблагоприятные для его роста.

Ввиду небольшого количества исследованных взрослых экземпляров (44 шт.), нет смысла решать вопрос о процентных соотношениях самцов и самок, равно как и ряд других количественных вопросов. Я обращаю преимущественное внимание на описание роста и возрастных изменений соотношений между органами, для чего, кроме взрослых рыб дают богатый материал эмбриональные и личиночные стадии.

Нерест леща в Глубоком озере происходит в июне в разные числа: в 1923 г он нерестился в один срок — 12—13 июня, в 1926 г. он нерестился в два срока — 1—2 июня и 21—22 июня. Икрометание обыкновенно начинается вдруг, протекает очень дружно в течение двух суток (совершаясь вечером, ночью и на рассвете) и кончается также внезапно, как началось. Но иногда (в 1924 г.) нерест совершается в разброд в течение долгого времени, так что изредка лишь замечаются отдельные пары, мечущие икру, но массового одновременного подхода рыб к берегу (и икрометания) не бывает.

Часть самцов созревает, повидимому, раньше самок. Об этом можно заключить потому, что дней за 10 до начала икрометания уже попадаютя текущие самцы (в то время, как текущих самок еще нет). Так, в 1926 г. вполне зрелые самцы ловились 20 мая (а нерест начался, как указывалось, 1-го июня). В это же время (т. е. 20 мая) еще метала икру плотва (самые запоздавшие, крупные особи), так что не исключена возможность образования в озере помесей между лещом и плотвой.

Но наряду с текущими особями перед началом первого нереста (в 1926 г.) попадались рыбы с очень недоразвитыми половыми железами и почти без вторичных половых признаков: т. е. самцы и самки имели обычный серебристый цвет (а не бурый, как во время нереста) и у самцов совсем не было бугорков на голове и чешуях (или были едва заметные бугорки). Вероятно эти запоздавшие рыбы дозрели и нерестились во 2-ой срок, бл. 21—22 июня. Нерест во второй срок был такой же дружный и внезапный, как и в первый срок. Но 2-ой нерест, повидимому, происходит не каждый год.

Икра выметывается в мелких местах среди зарослей осоки и прилипает к их корням и корням других растений; но особенно много ее приклеивается к гниющим листьям, хвощам и разным растительным остаткам. Во время 2-го икрометания масса икры откладывается

¹⁾ А. П. Елеонский и В. А. Мейен: „Питание и рост леща в Подмосковных водоемах Тр. Царицынской опытной Озерной станции“. Вып. 1. Изд. Моск. Зем. Отд. 1924 г.

²⁾ К. К. Терещенко. „Лещ Каспийско-Волжского района, его промысел и биология“. Труды Астраханск. Ихиологич. Лаборатории. Т. IV, вып. 2. 1917 г.

(кроме гнилых листьев) на корешках и листьях недавно появившихся молодых проростков стрелолиста. В это время они еще так слабо укреплены в дне, что движениями рыб (совершаемыми при откладывании икры) отрываются от него и измятые плавают на поверхности; таким образом, по массе плавающих кустиков стрелолиста уже издали можно обнаружить нерестилище и добыть икру.

Развитие икры в озере протекает очень быстро, так как места, где она отложена, имеют черное дно, очень мелки и потому сильно прогреваются. Личинки начинают выклеиваться из оболочек уже на третьи сутки после оплодотворения икры. До выклеивания очень много личинок икры погибают благодаря недостаточному притоку свежей воды, который обусловлен тем, что листья и растительные остатки (на которых отложена икра) заваливают друг друга толстым слоем, так что только самые поверхностные икринки находятся в благоприятных условиях и могут развиваться. Остальное изобилие икры загнивает и привлекает к себе множество головастиков *Bufo* (во 2-ом нерестовом периоде, 23 июня); кипящие массы этих головастиков тоже могут руководить при отыскивании икры в озере. При этом они только истребляют дохлую икру, и от них совершенно не страдает живая.

После вылупления из оболочек личинки куда то уходят, но местопребывание их в озере неизвестно. Дальнейшие наблюдения над их жизнью и ростом произведены в аквариуме.

Из факторов, обуславливающих гибель личинок после вылупления можно отметить лишь 1) развитие дефектов кровеносной системы и 2) заражение инфузурой *Glaucocysta pyriformis*.

II. Нормальный рост.

При изучении роста удобно выделить 1-й период, охватывающий 8—9 дней жизни личинки (считая с момента оплодотворения икры). Этот период характеризуется питанием запасами желтка и, как увидим ниже, довольно специфической картиной роста органов, не повторяющийся в более поздние периоды. Он также благоприятен в том смысле, что в это время личинки не зависят от таких внешних условий, как количество окружающей пищи, и потому еще, что в течение почти всего периода удобно изучать одну и ту же личинку. Благодаря этому, полученные измерения носят однородный характер, а при сравнении их между собой можно сделать заключения о таких процессах, которые иначе были бы сочтены за индивидуальные вариации и ускользнули бы от понимания.

Главное внимание обращено на рост головы и ее органов. Рост туловища в целом не отмечен, потому что в первые моменты своего развития оно сильно изогнуто по икринке и поэтому трудно доступно для правильного измерения. Но его характеризует рост миотомов, при чем принимались во внимание 5—10 туловищных миотомов, лежащих в области грудного плавника; они избраны потому, что закладываются раньше других, и меньше зависят от регрессивных или других изменчивых факторов. Рост хвоста прослежен достаточно подробно, хотя момент его возникновения ускользнул от наблюдения. Но рост плавников оказалось трудно изучить, поэтому приведены лишь данные для грудного плавника за первые 4 дня его существования.

Измерения органов начаты на той стадии, когда у эмбриона заложился глазной бокал и только что намечается хрусталик; имеются также слуховой пузырь и хвостовая почка. Таким эмбрионам испол-

Таблица 2.

Возраст	Дата	Ос.	L	Au	R	J	Сар	D	Грудной плавник	Sauca 5 м.	Сог	Pericard	Serebr.	
1-й период	2 суток	23 VI	4.5/3.25	2/1.5	2.5/1.5	2	7	16	—	3-(3)/2	9.5	6		
	3 "	24 VI	5/4	2/2	3/2.25	2	3	13	3	3-4/5	28	7		
	4 "	25 VI	5.5/4.5	2/2	4/3.5	2	2	13.5	2	3-4.5/8	38	8		
	5 "	26 VI	6/5	2/2	5/4	2	2	15	1	3.5-6/9	39	8		
	6 "	27 VI	6.5/5.5	2/2	5.5/4.5	2	2	16	1		40	8	5/2	
	7 "	28 VI	7/6	2/2	6/5	2	2	17	1		41	8	5/2	
	8 "	29 VI												5/3
	9 "	30 VI	8/7	2.5/2.5	7/6	3	2.5	20.5	1.25		42	10		
	отношение		1.77	1.25	2.80	1.50	0.35	1.27			4.4	1.66		
	2-й период	39 сут.	30 VIII	20/19	7/7	16/15	15	7	58			115	20		42
отношение			2.50	2.80	2.28	5	2.80	2.80			2.7	2		
3-й период	2 года		111.11	43.05	96.60	112.50	58.33	380.55				145.83		180.55
	"		0.80 ст.	0.81 ст.	0.71 ст.	0.81 ст.	0.42 ст.	2.74 ст.				1.05 ст.		1.3 ст.
	отношение		5.55	6.15	6.16	7.50	8.33	6.56				7.29		4.29
4-й период	12 лет		1.75 ст.	0.67 ст.	1.60 ст.	2.37 ст.	1.3 ст.	6.99 ст.				2.58 ст.		2.17 ст.
	отношение		2.18	2.16	2.25	2.42	3.09	2.55				2.45		1.67

Таблица роста органов лица: Ос—глаз, L—хрусталик, Au—слуховая капсула, R—расстояние между передним краем глаза и передним концом верхней челюсти, J—промежуток между глазом и слуховой капсулой, Сар—длина головы от заднего края слуховой капсулы до переднего конца головы, D—промежуток между слуховой капсулой и грудным плавником, Sauca—хвост (от миготов анального отверстия до конца), M—многомеры, Сог—сердце, Pericard—перикардий, Serebr—длина головного мозга (от заднего края слуховых капсул до переднего конца). Для Ос, L, Au, R, Pericard—цифры над чертой обозначают горизонтальный, передне-задний диаметр, цифры под чертой — вертикальный диаметр. Для гр. плавника передняя цифра над чертой обозначает наибольший размер (ширину) основания плавника, задняя цифра над чертой—наибольшую ширину свободной лопасти плавника, цифра под чертой—наибольшую высоту лопасти. Для сердца (Сог)—цифра над чертой обозначает длину его, цифра под чертой—наибольшую толщину.

нилось двое суток после оплодотворения икры (ст. 23/VI), и для измерений их нужно извлекать из яйцевых оболочек. 1-й период их роста длится 7—8 суток (т. е. истекает на 9 сутки после оплодотворения—30/VI). Цифры за первые 6 дней (т. е. от 23/VI по 28/VI включительно) относятся к одной и той же личинке; остальные цифры получены на отдельных экземплярах, соответствующих отдельным возрастам. Измерения за 1-й период (а также и за второй—30/VII) выражены в единицах окуляра-микрометра (1 окул.-микром.=72 микронам). Рост в течение этого периода характеризуется следующими чертами (табл. 2).

Глаз (Oc) в момент появления хрусталика (23/VI) имеет удлиненную эллиптическую форму; его горизонтальный (передне-задний) диаметр, изображенный на таблице 2 в виде числителя—4,5, больше вертикального (дорсовентрального) диаметра—3,25—, изображенного в виде знаменателя. За весь период происходит постепенное увеличение обоих диаметров, и через 7 суток (30/VI) они равняются 8/7. Таким образом, вертикальный диаметр увеличился 2,1 раза против своей первоначальной величины, а горизонтальный диаметр только в 1,77 раз. Видно, что последний растет медленнее первого, благодаря чему происходит округление глаза, но что полное округление однако не достигнуто (так как диаметры не равны).

Хрусталик (L) тоже сперва имеет эллиптическую форму: его горизонтальный диаметр—2, больше вертикального—1,5. Следующие сутки (24/VI) растет лишь вертикальный диаметр, который достигает длины горизонтального—2. Таким образом, хрусталик из эллиптического становится круглым. Следующие 4 суток (кончая 28/VI) хрусталик не растет, сохраняя размеры диаметров 2/2, и только на 8 сутки (30/VI) оба диаметра немного увеличиваются до 2,5/2,5. Таким образом, в течение 5 суток хрусталик совсем не растет, и за весь период он увеличивается только в 1,2 раза против своей первоначальной величины. Очевидно, что хрусталик растет медленнее глаза (горизонтальный прирост которого—1,77).

Слуховая капсула (Au) вначале (23/VI) тоже имеет эллиптическую форму, и горизонтальный диаметр ее больше вертикального (2,5/1,5). В течение всего периода происходит непрерывный рост обоих диаметров, и в конце периода (30/VI) они уже равны 7/6. т. е. горизонтальный диаметр вырастает в 2,8 раз против своей первоначальной величины, а вертикальный (меньший) диаметр—в 4 раза. Очевидно, что слуховая капсула во время роста округляется (хотя не становится вполне круглой) и что она растет быстрее глаза, даже если сравнить только горизонтальные приросты (слух. капс.—2,80, глаз—1,77).

Расстояние между передним краем глаза и концом головы (R) в начале периода (23/VI) равно 2. В течение 5 суток (кончая 28/VI) оно совсем не растет, и только в конце периода (30/VI) вырастает до 3. По истечении всего периода расстояние стало больше своей начальной величины в 1,2 раза. Видно, что оно растет также, как хрусталик, с которым его сближает одинаково длительный период полного отсутствия роста.

Промежуток между глазом и слуховой капсулой (J) в начале периода (23/VI) равен 7. За следующие сутки (24/VI) он

уменьшается до 3 и за вторые сутки (25/VI)—до 2. Такой уменьшенный размер промежутков сохраняет следующие трое суток (кончая 28/VI) и только в конце (30/VI) едва увеличивается до 2,5. Таким образом, в 1-ом периоде промежутков не увеличивается (по сравнению с начальной величиной), но абсолютно уменьшается, т. е. глаз сближается с слуховой капсулой. Отношение конечной величины его к начальной—0,35—является минимальным по сравнению с отношениями (приростом) др. органов.

Длина головы (Сар), измеряемая от переднего конца до заднего края слуховой капсулы, не является самостоятельной величиной, но складывается из величин R, диаметров глаза и слуховой капсулы и промежутка между ними (I). Поэтому можно предвидеть, что она должна претерпевать абсолютное укорочение, зависящее от уменьшения промежутка между глазом и слуховой капсулой.

Действительно, на вторые сутки (24/VI) вместо первоначальной величины—16 (23/VI)—голова имеет длину 13. После этого голова непрерывно увеличивается в длину, и в конце периода (30/VI) достигает величины 20,5. Несоответствие между изменениями длины головы и длины промежутка объясняется влиянием на первую прироста глаза и слуховой капсулы.

Промежуток между слуховой капсулой и грудным плавником (D) тоже претерпевает абсолютное уменьшение. В момент закладки грудного плавника (24/VI) его величина—3, на следующие сутки (25/VI)—2 и еще через сутки—1. Последняя величина не изменяется некоторое время (28/VI) и только в конце (30/VI) немного увеличивается до 1,25. Отношение этой величины к первоначальной—0,41—немного больше такого же отношения промежутка между глазом и слуховой капсулой—0,35.

Рост грудного плавника (гр. пл.) в течении первых четырех суток его существования характеризуется следующими чертами. Длина его основания (изображенная на таблице 2 в виде первой цифры числителя) в момент закладки (24/VI) равна 3. Такой размер она сохраняет следующие двое суток и только к концу (27/VI) немного увеличивается до 3,5. Наибольшая ширина лопасти плавника (изображенная на табл. в виде второй цифры числителя), в отличие от длины основания, наоборот, непрерывно и быстро увеличивается, так что к концу (27/VI) она достигает величины 6 против начальной величины (24/VI)—3, т. е. увеличивается в 2 раза.

Длина (вышина) лопасти плавника (изображенная на таблице в виде знаменателя) тоже непрерывно и быстро растет и к концу (27/VI) она достигает величины 9 вместо начальной величины—2 (24/VI), т. е. увеличивается в 4,5 раза.

Таким образом, плавник растет с различной скоростью в разных направлениях: медленнее всего растет длина основания, которое увеличивается за 4 суток в 1,16 раз, быстрее растет лопасть плавника в ширину, увеличиваясь в 2 раза, и еще быстрее растет плавник в длину (в вышину), увеличиваясь в 4,5 раз.

Многоты туловища (5 м.) растут (в передне-заднем направлении) наиболее интенсивно в течение первых трех суток, увеличиваясь от 6 (23/VI) до 8 (25/VI). Следующий промежуток времени

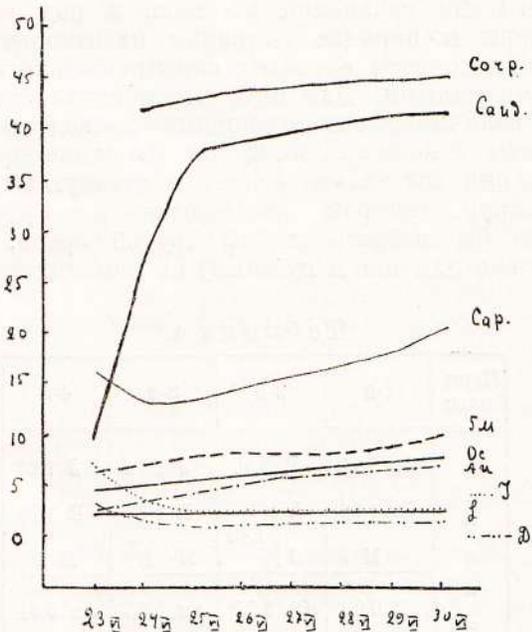
(26/VI—28/VI) не наблюдается прироста миотомов, а к концу они увеличиваются заметно, достигая 10 (30/VI).

Хвост (Cauda) растет очень интенсивно в течение первых трех суток, увеличиваясь от 9,5 (23/VI) до 38 (25/VI). После этого он продолжает расти непрерывно, но сравнительно очень медленно, увеличиваясь каждые сутки на 1, так что к концу (30/VI) он достигает величины—42. Интенсивный рост хвоста в течение первых трех суток не является выражением роста миотомов, но обусловлен процессом сегментации, т. е. увеличением количества миотомов. Рост миотомов по преимуществу обуславливает увеличение хвоста после 25/VI.

Характерные черты описанного периода роста еще лучше обнаруживаются в виде кривых на табл. 3. Главные из этих черт следующие:

1) Абсолютное уменьшение промежутка между глазом и слуховой капсулой (J) и сопутствующее ему уменьшение длины головы (Cap)

Таблица 3.



Кривые роста органов леща в течении первого периода.

(также уменьшение расстояния между слуховой капсулой и грудным плавником (D)).

2) Более или менее длительный промежуток времени полного отсутствия роста а) хрусталика (L), б) расстояния между передним краем глаза и передним концом головы (R) и в) промежутка между глазом и слуховой капсулой (J).

3) Непрерывный интенсивный рост органов чувств (глаза и слуховой капсулы) и грудного плавника.

4) Особенно интенсивный рост хвоста в начале периода.

Для того, чтобы составить представление о том, как растут органы в последующие более поздние периоды жизни личинки и рыбы на табл. 2 приведены измерения личинки по окончании 2-го периода (30/VII), охватывающего следующий за 1-м периодом месяц жизни (от 30/VI до 30/VII); приведены измерения 2-х летней рыбы (промежуток времени по окончании 2-го периода и до 2 лет включительно составляет 3-й период) и 12-тилетней рыбы (промежуток времени от 2 до 12 лет составляет 4-й период).

Сравнение абсолютных цифр, разумеется, не позволит сделать выводов; но отношение величины органа в конце каждого периода к его величине в конце предшествовавшего периода, покажет, во сколько раз данный орган вырос за каждый период. Сравнение таких отношений разных органов за все периоды покажет, какие органы растут быстрее других и какие периоды характеризуются ростом тех органов или других. Так, отношение 2 показывает, во сколько раз выросли органы 39-тидневной личинки (30/VII) по сравнению с органами 9-ти дневной личинки (30/VI); отношение 3 показывает, во сколько раз выросли органы 2-х летней рыбы по сравнению с органами 39-ти дневной личинки, а отношение 4 показывает увеличение органов 12-ти летней рыбы по сравнению с 2-х летней.

Для облегчения сравнения на табл. 4 под каждым периодом помещены органы в порядке убывания их отношений сверху вниз, так что вверху находятся органы с самыми большими отношениями, внизу—с самыми малыми. Для того, чтобы сравнивать более близкие и однородные величины, все отношения приведены к единице, за которую приняты отношения миотомов. Избрание миотомов оправдывается тем, что они составляют основу и главную наибольшую массу организма, вокруг которой колеблются все другие величины. Но можно было бы избрать любой другой орган, отчего порядок отношений (только для нас и нужный) не изменился бы.

Таблица 4.

Периоды:	1-й	2-й	3-й	4-й
Органы	Au 1.69	R 2.50	J 1.14	J 1.26
	Oc 1.06	L } 1.40	R 1.02	R 1.19
	M 1	J }	M 1	M 1
Органы	R 0,90	Oc 1.25	Au 0,35	Au 0,91
	L 0,72	Au 1.14	L 0,84	Oc 0,889
	J 0,21	M 1	Oc 0,76	L 0,881
			C 0,58	C 0,68

Относительный рост органов, приведенный к единице, за которую принят рост миотомов. Обозначения как на таблице 2. С—головной мозг.

На таблице видно, что в 1-ом периоде миотомы по скорости роста занимают среднее место. Быстрее их растут (выше расположены)

органы чувств (Oc, Au), медленнее растут (ниже расположены) хрусталик (I), расстояние между передним краем глаза и концом верхней челюсти (R) и промежуток между глазом и слуховой капсулой (I).

Во втором периоде органы чувств по-прежнему растут быстрее миотомов (но глаз опередил слуховую капсулу, расположившись над ней). Но органы чувств и миотомы теперь опережены в росте хрусталиком и упомянутыми расстоянием (R) и промежутком (I), так что миотомы на таблице оказываются ниже всех, а R выше всех, и, вообще, органы, занимавшие нижнюю половину в 1-м периоде, во втором—располагаются выше всего.

В 3-м периоде миотомы вновь оказываются в срединном положении. Но органы чувств, в отличие от 1-го и 2-го периодов, уже растут медленнее миотомов, и располагаются под ними. Отстает от миотомов и хрусталик, помещаясь под ними вновь, как в 1-м периоде. Выше миотомов остаются по-прежнему, как во 2-м периоде, расстояние (R) и промежуток (I), но промежуток оказывается выше расстояния). Медленнее всех растет головной мозг в длину (С), помещаясь в самом низу (но, к сожалению, его рост за 1-й и 2-й периоды не прослежен).

В течение 4-го периода почти не изменяется относительное положение органов, достигнутое ими к концу 3-го периода, и рост их носит почти параллельный характер (если учесть длительность 4-го периода).

Таким образом, указанные 4 периода хорошо отличаются друг от друга специфическими чертами роста и относительным положением органов. 1-й период отличается особенно интенсивным по отношению к миотомам ростом органов чувств, и слабым ростом хрусталика, промежутка (I) и расстояния (R); 2-й период отличается интенсивностью роста расстояния (R) промежутка (I) и хрусталика, превышающей рост миотомов и органов чувств; 3-й период отличается падением роста органов чувств ниже роста миотомов, и 4-й период характеризуется сохранением отношений, достигнутых в конце 3-го периода.

Предложенное разделение периодов носит очень условный и упрощенный характер; его можно усложнить, разделив, напр., 1-й период на 3 части. Но большая точность для одного периода не имеет существенного значения, пока нет полного ряда наблюдений для других периодов. Но несмотря на неполноту сведений, из имеющихся данных можно сделать два вывода:

1) Так как в течение первых двух периодов (т. е. в течение 39 дней) органы чувств растут быстрее миотомов, то по мере роста, старшие личинки должны иметь глаза и слуховую капсулу большие, относительно общих размеров тела животного, чем младшие личинки (потому что величина тела зависит, главным образом, от размеров миотомов). Наоборот, в течение 3-го периода и 4-го, когда органы чувств растут медленнее миотомов, глаз и слуховая капсула должны становиться тем меньше относительно общих размеров тела, чем старше становится рыба. Если выразим размеры органов чувств в разные возрасты количеством миотомов, которому соответствует каждый орган (таб. 5), то действительно увидим, что сперва происходит их относительное увеличение, достигающее максимума в возрасте 1—3 месяцев (т. е. в конце 2-го и в начале 3-го периодов), после чего они вновь уменьшаются, принимая почти исходные размеры (кроме слуховой капсулы, которая остается немного больше). Так, глаз, в начале роста ($23/\sqrt{I}$) равен 3,75 миотомам, в возрасте

Таблица 5.

Размеры глаза (Ос), хрусталика (L) и слуховой капсулы (Au) в разные возрасты, выраженные соответствующими количествами миотомов.

Возраст	Дата	Ос	L	Au
2 сут.	23 VI	3.75	1.66	2.08
3 „	24 VI	3.50	1.42	2.14
4 „	25 VI	3.43	1.25	2.50
5 „	26 VI	3.75	1.25	3.12
6 „	27 VI	3.75	1.25	3.43
7 „	28 VI	4.37	1.25	3.75
9 „	30 VI	4.	1.20	3.50
24 „	14 VII	4.80	1.60	4.
30 „	20 VII	<u>5.20</u>	1.80	<u>4,60</u>
37 „	27 VII	5.	1.75	4.
2 мес.	19 VII	5.	1.84	3.68
3 мес.	19 IX	5.15	<u>1.85</u>	
2 года		4.	1.47	3.38
3 года		4.41		3.78
12 лет		3.41	1.29	3.10

1 месяца (20/VII)—5,2 миотом., в возрасте 12 лет—3,41 миот.; хрусталик в те же 3 возраста равен 1,66 миот., 1,80 миот., и 1,29 миот.; слуховая капсула—2,08 миот., 4,6 миот. и 3,1 миот.

Интересно было бы выяснить, не имеет ли это относительное увеличение органов чувств в молодом возрасте биологического значения, т. е. не стоит ли оно в связи с большей подвижностью и с иным, чем у взрослых, способом питания.

2) Головной мозг, который растет в 3-м и 4-м периодах (а может быть и во 2-м пер.) медленнее миотомов, с возрастом тоже должен уменьшаться относительно общих размеров тела. Действительно, выразим ли его размеры в % длины головы, или в % длины туловища с хвостом, или в количестве миотомов, мы увидим, что все измерения обнаруживают неуклонное (относительное) уменьшение мозга по мере возрастания рыбы (табл. 6). Так, мозг 12-ти летней рыбы, (размеры которого, выраженные в миотомах,—4,2) почти втрое меньше мозга 1 месячной рыбы (размеры которого—11,8). Относительное уменьшение мозга по мере роста является, по видимому, главной причиной превращения черепа из платибазального в тропибазальный; иначе говоря, оно является причиной того, что у взрослых рыб глаза находятся впереди мозга, тогда как закладываются они и располагаются у молодых—по сторонам мозга. При поверхностном знакомстве с явлением можно получить представление, будто глаза с возрастом

Таблица 6.

1 месяц	1 м. 7 дн.	2 мес.	2 года	3 года	12 лет	В о з р а с т.
83 ⁰ / ₁₀₀	72,4 ⁰ / ₁₀₀	74,5 ⁰ / ₁₀₀	50,7 ⁰ / ₁₀₀	39,5 ⁰ / ₁₀₀	31,1 ⁰ / ₁₀₀	Длина головн. мозга, выраж. в ⁰ / ₁₀₀ длины головы
21 ⁰ / ₁₀₀	21 ⁰ / ₁₀₀	19,4 ⁰ / ₁₀₀	11,9 ⁰ / ₁₀₀	11,1 ⁰ / ₁₀₀	9 ⁰ / ₁₀₀	Дл. гол. мозга выраж. в ⁰ / ₁₀₀ длины туловища с хвостом
11,8	10,5	10	6,2	6	4,2	Дл. гол. мозга, выражен. в количестве миотомов

Возрастные изменения относительной длины головного мозга.

продвигаются вперед. Увеличение расстояния между глазами и передним краем мозга происходит медленно и в течение большого времени. Так, еще у 1 месячной личинки глаза находятся по сторонам мозга, и передний край их находится на одном уровне с передним краем мозга (табл. 7); у 2-х месячной рыбы передний край глаза лежит впереди мозга на 10,5⁰/₁₀₀ своего диаметра. Еще у 2-х летней рыбы глаза могут лежать частью по сторонам мозга, выступая передним краем вперед от него на половину своего диаметра (66⁰/₁₀₀). Лишь у 3-х летних рыб (и старше) глаза расположены вполне перед мозгом, на 105,6⁰/₁₀₀ своего диаметра (т. е. расстояние между задним краем

Таблица 7.

1 месяц	1 мес. 7 дней	2 мес.	2 года	3 года	12 лет
0 ⁰ / ₁₀₀	5 ⁰ / ₁₀₀	10,5 ⁰ / ₁₀₀	66 ⁰ / ₁₀₀	105 ⁰ / ₁₀₀	103 ⁰ / ₁₀₀

Возрастные изменения расстояния между передним краем головного мозга и передним краем глаз (прямой, соединяющей передние края обоих глаз). Расстояние выражено в ⁰/₁₀₀ передне-заднего диаметра глаза.

глаза и передним краем мозга очень не велико и составляет всего 5,6⁰/₁₀₀ диаметра глаза). Размеры расстояния между глазами и мозгом, достигнутые на 3-м году являются, повидимому, предельными, что видно из сравнения с 12-ти летней рыбой.

Как сказано, образование расстояния между глазами и мозгом обязано своим происхождением отодвиганию назад переднего края мозга, благодаря его относительному уменьшению. Но глаза вперед не продвигаются, потому что их относительное положение в голове остается неизменным. Это видно из того, что расстояние между затылком и передним краем глаза у 1 месячной рыбы составляет 11,8 миотомов, а у 3-х летней рыбы—10,67 миот. (величины достаточно близкие, если учесть что вариационные колебания в первом возрасте—8,75 миот.,—11,8 миот., а у взрослых—8,71 миот.,—10,67 миот.).

Из других отношений, меняющихся с возрастом, отметим следующие (табл. 8).

а) Высота туловища с возрастом постепенно повышается: у 7-ми дневных личинок она составляет 8,8⁰/₁₀₀ всей длины тела, а у 2-х летних

рыб — 31,2%. Высота туловища достигнутая в 2 года близка, повидимому, к предельной, и после двух лет не происходит значительного ее увеличения (12-ти летняя рыба имеет высоту 31,3%).

Таблица 8.

7 суток	24 сут.	31 сут.	1 мес. 7 сут.	2 мес.	3 мес.	2 года	3 года	12 лет	В о з р а с т.
8,8%	14,2%	14,8%	18,3%	17,4%	20,6%	31,2%	32,5%	31,3%	Наибольшая высота тела
1,3%	3,1%	5,7%	7,6%	7,3%	7,9%	8,8%	9,9%	9,25%	Наименьшая высота тела
3,5%		7,4%				10,1%	10,7%		Наибольш. толщина тул.
0,88%		1,7%				3,3%	4%		Наименьш. толщина тул.
11,5%		14,2%	16,4%	16,2%	16,4%	15,8%	19%		Наибольш. высота головы
8,8%		9,7%				11%	11,6%		Толщина головы в слух. капс.

Возрастные изменения пропорций тела, выраженные в % всей длины тела.

б) Минимальная высота тела (или высота хвостового стебля) с возрастом тоже относительно повышается: у 7-ми дневной личинки она составляет 1,3% длина тела, а у взрослых рыб—8,8—9,9%.

с) Наибольшая толщина тела с возрастом повышается от 3,5% до 10,7% длины тела.

д) Наименьшая толщина (в конце хвоста) повышается от 0,88% до 4% длины тела.

е) Высота головы, измеряемая по вертикали, проходящей через середину слуховой капсулы, с возрастом повышается от 11,5% до 19% всей длины тела.

ф) Толщина головы в слуховых капсулах повышается от 8,8% до 11,6%.

Длина головы в течение жизни испытывает два рода изменений: сперва, как указывалось уже, она значительно уменьшается; после этого происходит постоянное увеличение ее (табл. 9). По истечении

Таблица 9.

2 суток	3 сут.	7 сут.	9 сут.	24 сут.	1 месяц	1 мес. 7 сут.	2 мес.	2 года	3 года	12 лет	Возраст.
13,74	9,28	10,62	10,25	12,21	14,2	14,5	13,5	12,56	15,2	13,71	Дл. гол. выраж. в кол-в. мнотомов.
	18,56%	19,76%	23,28%	22,22%	25,28%	28,42%	26,15%	23,54%	28,32%	29,11%	Дл. гол. выраж. в % дл. туловища с хвостом.

Возрастные изменения длины головы, выраженные в количестве мнотомов и в % длины туловища с хвостом. Длина считается от переднего конца рыла до заднего края слуховых капсул.

одного месяца жизни она достигает, повидимому предельных размеров (12,21 микрот.—14,50 микрот.), и позже уже не происходит ее увеличения (взрослые рыбы имеют голову размером 12,56—15,20 микрот.).

Интересно отметить, что голова взрослой рыбы (подобно глазу и хрусталику) имеет такую же относительную длину, как голова эмбриона в самом начале развития, до ее уменьшения. Так, голова 2-х дневного эмбриона равняется 13,74 микрот., а голова 12-ти летней рыбы—13,71 микрот.

III. Рост личинок с дефектами кровеносной системы.

Развитие дефектов кровеносной системы является одной из причин умирания личинок после вылупления. Характер этих дефектов был описан раньше, поэтому здесь на них подробно я не буду останавливаться¹⁾. Обращу лишь внимание на те изменения и нарушения роста, которые появляются благодаря дефектам кровообращения.

У некоторых личинок отклонения в строении кровеносной системы обнаруживаются почти тотчас после закладки сердца; им сопутствуют обычно отчетливо выраженные отклонения в соотношениях и строении др. органов, придающие личинкам уродливый характер. Но часто личинки, погибающие впоследствии, имеют некоторое время настолько нормальное строение сердца и др. органов, что их нельзя отличить от тех личинок, которые выживут. Только с течением времени у них обнаруживается какое нибудь отклонение в строении кровеносной системы, которое постепенно все усиливается и, вызывая задержку роста и изменения в др. органах, приведет к смерти. Сущность изменения кровеносной системы состоит в том, что сердце начинает становиться длиннее нормального и пульсирует так, что прогоняет не всю кровь, благодаря чему кровообращение постепенно замедляется (пока не остановится совсем). Обусловленные (повидимому) неправильным кровообращением изменения роста зависят от времени проявления дефекта кровообращения: если последний проявится в начале 1-го периода роста, то окажет влияние на весь период, если он проявится посреди периода, то первые дни этого периода будут протекать более или менее нормально и изменится лишь вторая его половина. Наконец, если дефект обнаружится по окончании первого периода, то он окажет влияние на 2-й период роста. Я обращаю внимание не на все эти изменения, но только на те, которые связаны с дефектами, проявившимися в половине 1-го периода.

Сперва личинка обладает всеми признаками нормальной, так что ее нельзя выделить среди остальных. Первые 3 дня (23/VI—25/VI) тоже не заметно особенностей и только к концу 3-х суток (25/VI) обнаруживается, уловимое глазом удлинение сердца и увеличение перикардия. Рост органов в течение этих трех дней происходит, однако, не вполне так, как у нормальных (табл. 10 ср. с табл. 2). Также, как у нормальных, происходит уменьшение промежутка между глазом и слуховой капсулой (J), уменьшение длины головы и уменьшение расстояния между слуховой капсулой и грудным плавником (D). Слуховая капсула тоже нормально растет обими диаметрами и хвост очень сильно удлиняется, благодаря процессу сегментации. Но глаз, нормально растущий обими диаметрами, в данном случае совсем не растет горизонтальным диаметром, а верти-

¹⁾ С. Г. Крыжановский „О смертности личинок некоторых костистых рыб, обусловленной дефектами строения и деятельности сердца“. Русск. Гидроб. Журнал, т. III № 6—7 1924 г. Саратов.

Таблица 10.

Возраст	Дата	Ос	L	Au	R	J	Сap.	Caud.	5M	D	Cor	Peric.	
2 сут.	23 VI	4,5/3	2/1	2/1,5	0,5	7	14	7	6				Время до обнаружения дефекта.
3 сут.	24 VI	4,5/4	1,5/1,5	2,5/2	1,5	3,5	12	20	7	2,5			
4 сут.	25 VI	4,5/4	1,5/1,5	4/3	2,5	1,5	12,5	29	8	1,5			
5 сут.	26 VI	4,5/4	1,5/1,5	4/3	2,5	1,5	12,5	31	8		6		Время после обнаруж. дефекта.
6 сут.	27 VI	4/3,5	1,5/1,5	4/3,25	3	2	13	31	8	1,5	7,5/2	10/10	
7 сут.	28 VI	4/3,5	1,5/1,5	4/3,5	3	2	13	32	8	1	8/2	10/10	
Отношения у дефектн. лич.		0,88	0,75	2	6	0,28	0,90	4,57	1,33				
Отношение норм.		1,55	1	2,4	1	0,28	1,06	4,31	1,33				

Таблица роста органов у личинки леща с дефектами кровеносной системы. Все обозначения как на табл. 2. Отношение норм. составлено из табл. 2 за тот же срок (от 23 VI до 28 VI).

кальный диаметр растет только первые сутки, после которых тоже прекращает увеличиваться (так что величина глаза 23/VІ—4,5/3, а 24 и 25/VІ—4,5/4).

Хрусталик отличается только тем, что округляется благодаря уменьшению горизонтального диаметра (и соответственно увеличению вертикального диаметра), тогда как у нормального не происходит уменьшения горизонтального диаметра.

Расстояние между глазом и передним концом головы (R) отличается от нормального своим непрерывным увеличением от 0,5 (23/VІ) до 2,5 (25/VІ) (тогда как нормально оно не увеличивается).

Во вторую половину периода (от 26/VІ до 28/VІ) изменение сердца выражается в том, что оно непрерывно удлиняется от 6 (26/VІ) до 8 (28/VІ), сохраняя одну и ту же толщину—2. (Длина нормального сердца в это время—5). Перекардий очень сильно раздувается, так что его диаметры (горизонтальный и вертикальный) равны 10, в то время как диаметры обычного перекардия составляют 5/3. Ток крови постепенно замедляется и по истечении восьми суток (29/VІ) личинка погибает. Изменения в росте за это время более отчетливы и выражаются в следующем:

1) Глаз не только не увеличивается, в размерах, но уменьшается от 4,5/4 (26/VІ) до 4/3,5 (28/VІ). (Нормальный глаз непрерывно увеличивается).

2) Слуховая капсула не увеличивается в горизонтальном диаметре, все время сохраняя размер 4. Только вертикальный диаметр увеличивается немного от 3 до 3,5. У нормальной слуховой капсулы непрерывно увеличиваются оба диаметра.

3) Голова увеличивается в длину медленнее нормальной, так что к концу (28/VІ) она короче исходной длины, тогда как нормальная голова в это время уже длиннее исходной.

4) Расстояние между глазом и передним краем головы (R) увеличивается (от 2,5 до 3), тогда как у нормальной личинки оно не увеличивается.

Остальные органы, т. е. хрусталик, промежуток между глазом и слуховой капсулой (D), хвост и мнотомы туловища, изменяются так же, как и у нормальных личинок.

Таким образом, особенности роста личинок с измененным сердцем (и кровообращением) выражаются в том, что органы, нормально растущие очень интенсивно, в данном случае почти совсем не растут (слуховая капсула, длина головы) или даже уменьшаются в размерах (глаз). Наоборот, орган, который нормально не обнаруживает увеличения (расстояние между глазом и передним концом головы), у измененных личинок увеличивается очень значительно (в 6 раз против начальной величины).

Все особенности роста хорошо обнаруживаются при сравнении отношений конечных величин к исходным, указанных на табл. 10, как для дефективных личинок, так и для нормальных.

BEOBSACHTUNGEN AM BRACHSEN AUS DEM SEE GLUBOKOJE

von S. G. Kryschanowsky.

I. Das Alter des Brachsens und die Laichung.

Der Brachsen des See Glubokoje ist durch geringe Dimension und langsames Wachstum gekennzeichnet. Er wächst in die Länge beinahe zweimal langsamer als der Wolga'er Brachsen; der Dimensionsunterschied lässt sich schon im zweiten Lebensjahre entdecken. Die Altersdimensionen sind in der Tabelle 1. angezeigt.

Die Laichung geschieht bei unserem Seebrachsen einmal (12—13 Juni, 1923), oder zweimal jährlich (den 1—2 und 21—22 Juni, 1926). Zuweilen ist es unmöglich die Laichungszeit abzapassen, da ein Massenzugang der Fische ans Ufer ausbleibt.

Ein Teil der Männchen erreicht ihren Reifezustand auf 10 Tage früher als die Laichung stattfindet (den 20 Mai, wo noch die Plötze ihre Laichung fortreibt).

Der Laich wird auf den Riehtgrasswurzeln, auf Wurzeln und Blättern der Sagittaria, hauptsächlich, aber auf faulenden abgefallenen Blättern und anderen Pflanzenresten abgelegt. Diese abgefallenen, den Rogen, tragenden Blätter und Reste bilden, sich einander, auflegend, dicke Schichten, so dass nur ein Teil des Laichs und, nähnlich, der an der Oberfläche dieser Schichten gelegene, von frischem Wasser gespült wird und entwicklungsfähig bleibt, der Überfluss aber verdirbt.

Die Larven vollziehen die Ausschlüpfen aus ihren Hüllen am dritten Tage nach der Befruchtung.

II. Normalwachstum.

Die Wachstumszeit des Brachsens kann man in 4 Perioden einteilen. Die 1 Periode umfasst die ersten 8—9 Tage nach der Befruchtung. Die 2. Periode umfasst den unmittelbar nach der 1. Periode folgenden Monat des Lebens der Larve. Die 3. Periode dauert die nächste Zeit, bis zum

2. Lebensjahre, einschliesslich. Die 4 Per. umfasst die nachfolgende Zeit (bis zum 12 Lebensjahre). Die erste Wachstumsperiode ist vom Entstehungsmoment des Auges und der Höhrkapsel erlernt (Anfang des 3 Tages nach der Befruchtung) und in der Tabelle 2 angeführt. Die Charakterzüge dieser Periode sind die folgenden:

1. Die Weite zwischen dem Auge und der Ohrblase (J), in Absolutzahlen ausgedrückt, erfährt ein Verkürzung. Demselben entspricht eine Verkürzung des Kopfes (Cap). Es verkürzt sich der Abstandsraum zwischen der Ohrblase und der Brustflosse (D).

2. Einige Zeit wachsen überhaupt nicht: a) die Augenlinse (L), b) der Abstand zwischen dem vorderen Augenrande und dem vorderen Ende des Oberkiefers (R), c) der Abstand zwischen dem Auge und der Ohrblase (J).

3) Ununterbrochen und intensiv wachsen die Sinnesorgane-Auge (Oc) und Ohrblase (Au); soeben auch die Brustflosse.

4. Am intensivsten wächst der Schwanz (Caud) am Anfang der genannten Periode.

5. Die Myotomen wachsen am Anfang der Periode rascher heran. Darauf folgt eine zeitliche Wachstumsverzögerung.

Damit die Möglichkeit eines Vergleiches nachfolgender Perioden untereinander und mit der ersten Periode besteht, erscheint eine Benutzung der Verhältnissen zwischen Organdimensionen am Ende jeder gegebenen Periode und derselben am Ende der vorangehenden Periode als notwendig.

Diese nach der Eins, d. h. den Myotomenverhältnissen ausgeglichenen Relativitäten sind in der Tab. 3 angeführt; für jede Periode sind die relativen Werthe der Organdimensionen, welche nach ihrer Verminderung herabsteigend angeordnet sind, gegeben. Es lässt sich ersehen, dass die 2 Periode sich von der ersten unterscheidet, da die Organe (L, R, J), welche in der 1 Per. langsamer, in der 2 Periode, dagegen, intensiver als die Myotomen heranwachsen (Oc, Au).

Die 3 Periode ist, hauptsächlich, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinnesorgane (auch Gehirn) vorher ein intensiveres, jetzt aber ein langsames Wachstum, im Vergleich mit Myotomen, äussern. Andere Organe, ausser der Linse (R—J), wachsen, wie auch vorher, heftiger als die Myotomen an.

Die 4 Periode ändert diejenige Beziehungslage der Organe, welche diese am Ende der 3 Periode erreichten, nicht.

Als Folgen der beschriebenen Wachstumsveränderungen sind: Vergrösserungen relativer Dimensionen der Sinnesorgane (Oc, L, Au), des relativen Rumpfauswuchses (der Myotomen) am Ende der 2 u. 3 Perioden (d. h. bei Larven im Alter von 1—3 Monaten), eine relative Verkleinerung dieser Organe bis zu den ursprünglichen Dimensionen bei erwachsenen Fischen.

Veränderungen relativer Dimensionen der Sinnesorgane in verschiedenen Altersperioden (durch Myotomenquantitäten ausgedrückt) sind in der Tabelle 5 angeführt.

Das langsamer, als jegliche Organe, wachsende Gehirn nimmt mit dem Alter an relativer Länge ab. Diese Altersdimensionen sind auf der Tab. 8, in Procento der Kopfänge, der Rumpflänge sammt Schwanz und im Bezug auf die Myotomenanzahl berechnet. Altersdimensionen sind in der Tab. 8 angeführt.

Der platibasale Schädel erfährt eine Umwandlung in den Tropibasalen dank der erwähnten relativen Verkürzung des Gehirns. Augen beteiligen sich an diesem Vorgang nicht; dasselbe lässt sich dadurch erkennen, da ihre Beziehungslage im Kopfe (vom Genick gemessen) vortwährend ein und dieselbe bleibt. Die Vordergrenze des Gehirns aber verschiebt sich vortwährend nach hinten, weil, wie gesagt, das Gehirn einer relativen Verkürzung unterliegt; infolgedessen befinden sich die Augen bei erwachsenen

Fischen auf einiger Entfernung vor'm Gehirn; bei Embryonen aber liegen sie zu beiden Seiten des Gehirns. Die Distanzvergrößerung zwischen dem Vorderrande des Auges und einem Solchen des Gehirns ist in Prozentzahlen des Augendiameters berechnet und in der Tab. 7 gezeigt. Mit dem Altern vergrössern sich relativ (in % der Körperlänge berechnet, Tab. 8): 1) die grösste Körperanhöhe, 2) die Anhöhe, des Schwanzstengels, 3) die grösste Körperdicke, 4) die kleinste Körperdicke, 5) die Kopfanhöhe (bis an die Ohrblasen genommen), 6) die Kopfdicke von den Ohrblasen aus gemessen.

Die Kopflänge erreicht ihren relativen Definitätsausdruck am Ende des 1 Monats des Lebens. (Tabelle 9).

III. Das Wachstum der Larven mit defektiven Blutgefässsystem.

Blutgefässsystemdefekte müssen als eine, unter anderen, Ursache des Absterbens von Larven nach ihrem Ausschlüpfen angesehen werden, Dank dieser Ursache verderben an die 3⁰/₀—4⁰/₀ sämtlicher Larven. Die genannten Defekte wurden schon vorher beschrieben ¹⁾; deshalb wird hier nur auf ihren Zusammenhang mit Wachstumsveränderungen im Laufe der 1 Periode aufmerksam gemacht. Die Tab. 1 enthält diese Veränderungen. Sie äussern sich dadurch, dass das Herz eine übermässige Verlängerung erfährt (im Vergleich mit normalen Larven, Tab. 2), der Perikard ist aufgebläht. Die Entfernung zwischen dem Vorderrande des Auges und dem Oberkieferende, welche bei normalen Larven keinen Veränderungen unterliegt erfährt bei Larven mit defektiver Bluttätigkeit eine bedeutsame Vergrößerung (um 6 im Vergleich mit der ursprünglichen Grösse). Im Gegenteil, diejenigen Organe, welche normal ein intensives Wachstum durchmachen, wachsen in diesem Fall beinahe überhaupt nicht (Hörkapsel (Au), Kopflänge), oder verlieren sogar an Dimension (Auge).



¹⁾ Russisch. Hydrobiolog. Zeitschr. Bd. III № 6—7, 1924. Saratow.

Паразиты личинок леща.

С. Г. Крыжановский.

1. Инфузория *Glaucoma Pyriformis*.

Так как *Glaucoma Pyriformis* неизвестна в качестве паразита рыбных личинок (на что обратил мое внимание Г. В. Эпштейн), то я сообщу здесь некоторые данные о заражении этой инфузорией, — сообщу то, что можно наблюдать каждой весной, взявши из водоема отложенную икру леща или плотвы¹⁾.

Заражение рыбных личинок инфузорией происходит после выупления их из оболочек и наблюдалось только в течении первых 4—5 дней свободной жизни, когда личинки еще малоподвижны и преимущественно лежат на дне. Зараженная личинка живет всего 2—3 дня и отличается от здоровых вялостью, неподвижностью и непрозрачным молочным цветом. Так как обычно инфузории скопляются в большом количестве сперва в голове (в полости головного мозга) и отсюда распространяются постепенно по всему спинному мозгу, то первые следы заражения видны невооруженным глазом в виде беловатого помутнения части головы, т. е. тогда, когда она набита уже достаточным количеством инфузорий. Более слабая степень зараженности невооруженным глазом неуловима. Лишь исследуя под микроскопом повидимому нормальных, но более вялых и неподвижных личинок, можно надеяться отыскать таких, которые уже заражены в слабой степени.

Мне не удавалось искусственно заражать личинок, содержа их в небольшом сосуде вместе с больными или дохлыми личинками, из которых инфузории уже уходят в воду, хотя можно было видеть, как инфузории ползали по здоровой личинке, не повреждая, однако, покровов и не проникая внутрь. Но можно утверждать, что заражение мозга происходит не непосредственно извне, но через желточный мешок и затем через кровеносную систему. Инфузории проникают в желточный мешок непосредственно извне через повреждения его покровов. Кроме того вероятно они могут проникать в желточный мешок и из кишечника через какое-то место в области зачатка печени. Сам кишечник или полость рта не служат местами обитания и размножения инфузорий: здесь они встречаются редко и только в единичных экземплярах, которые стремятся через стенку кишечника пробраться внутрь тела. Некоторым из них, как указывалось, повидимому действительно это удается и они попадают в желточный мешок. Проникнув в желточный мешок, инфузория, вероятно, начинает питаться желтком, и, погрузившись внутрь его, может задержаться

¹⁾ Инфузория провизорно определена Г. В. Эпштейном как *Glaucoma Pyriformis*. См. Русский Архив Протистологии т. V, вып. 3—4, 1926.

там и размножаться, будучи некоторое время незамеченной. Если же инфузория остается на поверхности желтка, или если она вновь выползет из глубины желтка,—то движется по поверхности в случайных направлениях и в конце концов непременно попадает в один из больших протоков Кювье, которые с правой и левой сторон отекают желточный мешок. Здесь она подхватывается током крови и пассивно уносится в сердце, откуда попадает в какую-нибудь жаберную артерию (3-ю—5-ю), отсюда в спинную аорту, по которой заносится в конец хвоста; затем она попадает в хвостовую вену, из которой, через кардинальную вену вновь возвращается в проток Кювье. Из него она вновь может проделать тот же круговой путь и повторить его еще много раз. Но при кругообороте в конце концов случается, что из сердца инфузория попадает в 1 (мандибулярную) или 2-ую (гнойдную) приносящую жаберную артерию. Отсюда она попадает в сосуды головы, по которым заносится к глазу, к слуховой капсуле или в мозг и где-нибудь задерживается, потому что ток крови не может протолкнуть ее через капилляры этих органов. Здесь она начинает активно двигаться и размножаться, причем, очевидно, разрушает или раздвигает стенку капилляра и окружающие ткани, потому что спустя короткое время можно видеть много инфузорий в полости головного мозга, в глазу и в синусе окружающем глазное яблоко. Из головы, как сказано, заражение распространяется на спинной мозг по спинно-мозговому каналу.

Кроме того случается, что некоторые экземпляры инфузорий, попавшие из желтка в кровеносные сосуды, задерживаются в какой-нибудь жаберной артерии или в конце хвостовой артерии, благодаря чему ток крови ослабляется, сосуды закупориваются и облегчается возможность задержаться в них новым инфузориям. Здесь они размножаются и расползаются по всем сосудам, крупным и мелким (сегментальным), обуславливая общее заражение всего тела. В желтке же, как понятно, может быть свой собственный первоначальный очаг размножения и заразы. В результате вся личинка оказывается сплошь набита инфузориями, которые поедают ее целиком, оставляя лишь хорду, глазное яблоко, да другие более твердые образования.

Как указывалось, личинки заражаются и гибнут от инфузорий только в течении первой недели свободной жизни; заражению подвергаются около 3% личинок.

2. Nematoda.

Личинки возрастом около 1 месяца (24 дня) уже бывают заражены какой-то нематодой: мелкий двигающийся паразит легко обнаруживается в полости вокруг глаза. Название этого паразита мне неизвестно; также неизвестно его влияние на личинку (которая имела, однако, вполне здоровый вид).

Некоторые наблюдения над вертикальным распределением обрастаний в Глубоком озере.

С. Н. Дуплаков.

Продолжая изучение обрастаний в Глубоком Озере, лето 1926 года я посвятил, главным образом, исследованию их вертикального распределения.

В своей предыдущей работе ¹⁾ я указывал, что обрастания в озере сосредоточены преимущественно в слое воды от поверхности до 3-х метров. Ниже этого уровня интенсивность их развития очень заметно падает, главным образом потому, что здесь слабо представлены, или вовсе отсутствуют водоросли, и обрастания состоят лишь из бесцветных Flagellata и сравнительно немногих видов животных, чаще всего Protozoa и сидячих Rotatoria. Такой характер обрастания имеют до глубины 5 мт, а ниже уже вовсе отсутствуют, если не считать за обрастания редкие экземпляры некоторых Protozoa и Лич. Chironomidae, иногда находимых на субстрате даже на больших глубинах (до 20 мт.).

Таким образом, эти предварительные наблюдения позволяют различить в вертикальном направлении две зоны развития обрастаний: зону совместного развития животных и растений, от поверхности до 3-х мт. и менее интенсивную зону чисто животных обрастаний от 3-х до 5 мт. Приступая к работе в 1926 году, я поставил себе задачей выяснить детали вертикального распределения обрастаний в пределах упомянутых 2-х зон.

Для наблюдений над обрастаниями верхней зоны (0—3 мт.) были поставлены 2 установки: одна у восточного берега и одна у южного в пунктах, где глубина равнялась 3 мт., а расстояние от берега приблизительно 100 шагам.

Каждая установка представляла собою ряд деревянных дощечек с размещенными на них предметными стеклами ²⁾ на различных уровнях. Дощечки были прочно укреплены помощью шнуров и колец ³⁾ так, что их поверхности были перпендикулярны поверхности воды.

Верхняя дощечка на каждой установке несколько выдавалась над уровнем воды (снт. на 10) и здесь также были помещены пред-

¹⁾ С. Н. Дуплаков: Исследование процесса обрастания в Глубоком Озере.—Труды Гидробиолог. Станции на Глубоком Озере, т. VI, вып. 2—3.

²⁾ Стекла укреплялись способом, описанным мною в предыдущей работе (loc. cit.).

³⁾ Я пользовался шнуром, употребляющимся для электрической проводки. Он очень прочен и долго сохраняется, в то время как веревки в воде скоро загнивают и рвутся.

метные стекла для того, чтобы проследить не образуются ли обрастания во время волнения выше обычного уровня воды.

Наиболее часто стекла были размещены в толще воды от поверхности до $1\frac{1}{2}$ мт. т. к. здесь предполагалось встретить наиболее пеструю картину в распределении обрастаний. Первые 10 снт. стекла располагались вплотную друг к другу, так что разница между двумя соседними пробами равнялась всего 2,5 снт. (ширина предметного стекла). В дальнейшем пробы брались на уровне около 15 снт., 25 снт., 50 снт., 1 мт., 2 мт., 2 м. 80 снт. и вплотную к дну (3 мт.). Всего, следовательно, от поверхности до дна (3 мт.) я брал на каждой из этих установок серию из 11 основных проб. Кроме этого, время от времени, в зависимости от состояния погоды, анализировались стекла, укрепленные выше уровня воды.

Для получения обрастаний из второй зоны (3—5 мт.) была поставлена дополнительная установка на поплавке у восточного берега в пункте, где глубина равнялась 6 мт., а расстояние от берега 150 шаг. На ней стекла были укреплены на уровне 2-х, 3-х, 4-х и 5 мт. То обстоятельство, что пробы обрастаний верхней и нижней зоны брались, хотя и одновременно, но на разных установках, несколько нарушает чистоту опыта. Однако, с этим пришлось мириться, т. к. укрепить неподвижно общую установку для 2-х зон с большим количеством дощечек на ней мешали технические затруднения.

Конечно, следовало проверить насколько сравнимы результаты наблюдений над обрастаниями, полученными на установках, различно удаленных от берега (100 и 150 шагов). Однако, принимая во внимание опыты предыдущих лет, заранее можно было предполагать, что существенных различий мы не встретим, так как разница в расстоянии от берега между установками была очень невелика (ок. 50 шаг). Контрольные наблюдения вполне подтвердили это предположение.

Установки у восточного берега были поставлены 30/VI; у южного берега—2/VII. В течение лета с каждой установки было взято по 2 полных серии проб. Кроме этого, одна серия проб (с установки у восточн. бер.) была взята осенью, в первых числах октября. Таким образом, всего мы имеем 5 полных „вертикальных разрезов“. Первые серии с каждой установки относятся к тому времени, когда обрастания не достигли еще полного развития, и я пока не буду останавливаться на их анализе.

Приведенные ниже 2 таблицы представляют собою сводку вторых серий проб.

Табл. I: Анализ вертикального распределения шестинедельного обрастания на установках у восточного берега и

Табл. II: Такой-же анализ семинедельного обрастания у южного берега.

В таблицах цифры показывают количество организмов, соединенных в группы на 100 см. ² поверхности субстрата ¹).

Переходя к изложению результатов работы, отметим, что намеченные в ней выводы основаны не исключительно на материале, добытом наблюдениями над указанными установками летом 1926 года, а на всей совокупности моих исследований обрастаний за 1923, 24, 25 и 26 г.г.

¹) Способ подсчета описан в моей предыдущей работе (Loc. cit.). Так как ширина предметного стекла=приблизит. $2\frac{1}{2}$ снт., то цифры в графе, показывающей глубины двойные (например: 24— $26\frac{1}{2}$ сн., $46\frac{1}{2}$ —49 снт. и т. д.).

Таблица 2.

Установка у южного берега. Семинедельное обрастание.

	Итчатые зеленые во- лоски	Другие се- леные во- лоски	Синезе- леные	Бесцветные Elagellata	Прикреплен- ные Ciliata, Carcinias, Ciliata	Подвижные Ciliata	Suctoria	Другие Protozoa	Прикреплен- ные Rotatoria	Подвижные Rotatoria	Gastrotrocha	Turbellaria	Nematodes	Oligochaeta	Ostracoda	Cladocera	Acarina	Chironom- idae	Mollusca
0—2 см.	402	1603	22	21	42	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2—4,5 см.	2031	1244	37	—	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5—7 см.	7100	3787	202	238	898	11	18	—	22	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7—9,5 см.	17860	4685	293	403	73	182	—	—	—	293	36	36	—	—	10	—	—	—	5
14—16,5 см.	24556	3804	—	1464	1482	109	—	—	—	—	—	—	—	15	5	—	—	—	—
24—26,5 см.	55785	782	219	153	1397	32	—	—	27	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—
46,5—49 см.	27078	1217	1903	893	221	190	—	37	63	117	—	—	26	5	10	—	—	—	—
96,5—99 см.	10080	55667	5035	329	110	219	—	—	72	183	10	—	—	10	—	—	—	—	—
196,5—199 см.	13761	8665	2891	951	110	98	—	37	96	148	73	—	37	—	—	—	—	—	—
277,5—280 см.	2303	мало	1464	1427	2489	725	286	—	2416	147	476	—	26	13	—	—	—	—	—
3 мт. у дна	378	979	1647	121	1968	586	—	—	98	45	15	37	142	5	—	—	—	—	5
3 мт. вдали от дна	267	421	—	220	5	25345	549	84	1940	187	110	—	—	—	41	—	—	—	10
4 мт.	10	92	—	37	329	146	988	—	—	37	183	—	—	—	26	—	—	—	10
5 мт.	—	—	—	6405	6222	181	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—

Остановимся прежде всего на рассмотрении особенностей вертикального распределения каждой отдельной группы организмов.

1. Нитчатые зеленые водоросли. Эта группа составляется 3-мя видами *Spirogyra*, 2-мя видами *Oedogonium*, затем *Bulbochaetae*, *Mougeotia*, *Stigeoclonium* и одной нитчаткой пока неопределенной. Преобладающее значение имеют виды *Spirogyra* и неопределенная нитчатка.

Из таблицы 1 (уст. у восточн. бер.) видно, что в самом верхнем тонком слое воды от поверх. до 3,5 снт. субстрат беден нитчатками. С 3,5 снт. количество их резко увеличивается и достигает максимума в слое от 6,5 до 50 снт. С наибольшими колебаниями пышное развитие нитчатки удерживают до глубины 2-х мт. Ниже этого уровня замечается падение развития, и уже на 3-х мт. встречаются только отдельные экземпляры. На глубине 4-х мт. на целом предметном стекле найдена 1 короткая нить *Oedogonium*; на 5 мт. констатировано полное отсутствие нитчаток.

На установке у южного берега (Табл. II) при несколько иных абсолютных цифрах (обрастание здесь старше на целую неделю) характер вертикального распределения нитчаток совпадает с установкой у восточн. берега.

Таким образом, если не считать ничтожные находки нитчатых водорослей на глубине 4 мт., можно принять, что развитие их ограничивается 1-ой зоной (от поверхн. до 3-х мт.), причем в пределах этой зоны можно наметить 3 яруса. Верхний ярус, очень небольшой, от поверхности приблизит. до 4-х сн., где нитчатки развиты сравнительно слабо. Средний ярус, обширный, от 4-х снт. до 2-х мт., в котором нитчатки достигают пышного развития, с максимумом между 7 и 50 снт. и, наконец, нижний, от 2-х до 3-х мт., где снова замечается уменьшение их количества. Переход от одного яруса к другому постепенный.

2. Другие зеленые водоросли. В эту группу вошли: более 10 видов *Cosmarium*, 3 вида *Pediastrum*, *Pleurotaenium*, *Staurastrum*, *Penium*, *Coelastrum*, неск. видов *Closterium*, *Scenedesmus caudatus*, *Apicocystis Braun.*, *Clorobotris*, (?) *Coleochaete scutata* и нек. друг.

Рассматривая вертикальное распределение этой группы на установке у восточного берега, можно заметить, что оно напоминает вертикальное распределение нитчатых водорослей. В верхнем тонком слое от 0 до 6 снт. перечисленные формы развиты несколько слабее, чем в ниже лежащих слоях вплоть до глубины 2 мт. Здесь условия для их развития, повидимому, наиболее благоприятным и количество их на 50, а местами и на 100% превышает количество в поверхностном слое. Максимум лежит на уровне около 10 снт.

Ниже 2-х мт. замечается резкое уменьшение их численности. На 3 мт. на целом предметное стекло приходится не более 100 экз.; на 4-х мт. случайные редкие особи и на 5 мт.—полное отсутствие.

Таким образом, эта группа развивается, как и группа нитчаток, только в пределах 1-ой зоны (0—3 мт.), где в ее распределении можно наметить те-же 3 яруса (верхн.: 0—6 снт., средн.: 6 снт.—2 мт.; нижний: 2 мт.—3 мт.). Нужно, однако, заметить, что разница в степени развития между верхним ярусом и средним здесь менее резко выражена, чем у нитчаток.

Несколько иную, более неровную, картину распределения дает другая установка, у южного берега (Табл. II). Однако и здесь мы констатируем развитие рассматриваемой группы водорослей только в пределах 1 зоны (0—3 мт.), в которой различаем так-же 3 яруса.

Слабое развитие от поверхности до 4¹/₂ снт. (верхний ярус)

ниже (средн. ярус) несколько усиливается: на уровне 25 снт. отмечаем понижение, которое на глубине 1 мт. сменяется чрезвычайно высоким максимумом. К 2 мт. количество снова падает, но все-же оно еще достаточно велико. В дальнейшем (нижний ярус) неуклонное быстрое падение до редких случайных экземпляров на уровне 4 мт. и полного исчезновения на 5 мт.

Заметим, что скачки в развитии рассматриваемой группы зеленых водорослей отмеченные для среднего яруса объясняются неровным развитием *Cosmarium Regnellii*. Эта водоросль обычно очень неравномерно распределяется по субстрату. Местами она образует скопления численностью в несколько сотен и даже тысяч экземпляров, рядом же может совершенно отсутствовать. Высокий максимум на глубине 1 мт. обусловлен как раз развитием *Cosm. Regnellii* (около 50.000 экз. из общей суммы 55.667 экз.).

3. *Coleochaete soluta* выделена из общей группы зеленых водорослей потому что, как это видно из таблиц, характер ее вертикального распределения несколько иной. В то время как для других зеленых водорослей благоприятные условия для развития начинаются уже на глубине 4—6 снт., *Coleochaete soluta* встречается в значительных количествах не выше уровня 50 снт. В тонком поверхностном слое, 0—1; 0—2 снт., она чаще всего совсем отсутствует. Максимум ее развития для установки у восточного берега и у южного не совпадает. Для первой (Т. 1) он приходится на глубине около 3 мт.; для второй на глуб. 1 мт. Ниже 3 мт., как и предыдущие группы, *Coleochaete soluta* не встречается.

Если проследить распределение этой водоросли по 3-м ярусам, принятым для других зеленых водорослей, то получается следующая картина:

В верхнем ярусе (0—5 снт.)—очень мало, или отд. экземпляры, в среднем (5 снт.—2 мт.)—очень мало в первой четверти (до уровня 50 снт.) и много в остальной части (50 снт.—2 мт.); в нижнем (2 мт.—3 мт.)—много.

4. Диатомей. — Наиболее обычными представителями диатомовых в обрастаниях являются *Cymbella*, *Navicula*, *Gomphonema*, и *Synedra*.

Летом 1926 г., благодаря высокой t^0 воды, диатомей были развиты очень слабо и потому судить о характере их вертикального распределения только по летним наблюдениям весьма затруднительно. Поэтому я приведу данные, полученные с установки у восточного берега в первых числах Октября, когда t^0 воды сильно понизилась и диатомовые достигли очень пышного развития. Заметим кстати, что зеленые водоросли по данным этого анализа сохранили все характерные особенности летнего вертикального распределения.

Таблица № 3.

Вертикальное распределение Diatomaceae на установке у восточного берега 30/VI—7/X 1926 г.

0—	2 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	85.644
2 $\frac{1}{2}$ —	5 снт.	. . . . .	70.836
8—	10 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	274.500
15—	17 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	742.800
25—	27 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	752.950
49—	51 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	182.268
97 $\frac{1}{2}$ —	100 снт.	. . . . .	166.796
197 $\frac{1}{2}$ —	200 снт.	. . . . .	63.612
279—	281 $\frac{1}{2}$ снт.	. . . . .	1.436
3 мт.	. . . . .	. . . . .	2.798
4 мт.	. . . . .	. . . . .	37
5 мт.	. . . . .	. . . . .	—

Из приведенных цифр прежде всего видно, что диатомей, подобно зеленым водорослям, в своем развитии не выходят за пределы 1-ой зоны; далее можно заметить, что верхний слой воды до уровня 5 снт. беднее населен диатомовыми, чем ниже лежащие слои вплоть до глубины 1 мт.; максимум приходится, повидимому, между 15 и 30 снт. Начиная с 2-х мт. количество диатомей заметно убывает; на этом уровне их приблизительно столько же, сколько в верхнем тонком слое воды до 5 снт. Ниже 2-х мт. падение становится особенно резким и уже на глубине 3-х мт. число их в 25 раз меньше, чем на глубине 2-х. На 4 мт. встречаются только случайные редкие особи.

Сопоставляя приведенные данные с результатами летних наблюдений на той-же установке у восточного берега (Табл. 1), мы заметим, что главное различие между ними заключается лишь в неодинаковом положении максимума, который по данным летних наблюдений, лежит, вероятно, на уровне 50 снт. На установке у южного берега вообще невозможно наметить ясный максимум; общий-же характер вертикального распределения не расходится резко с данными осеннего анализа.

Таким образом можно принять, что вертикальное распределение диатомей приблизительно повторяет распределение нитчаток и других зеленых водорослей. Верхний ярус 1 зоны (0—5 снт) населен сравнительно слабо; первая половина среднего яруса (5 сн.—1 мт.) представляет для развития этой группы наиболее благоприятные условия. Нижний ярус (2 мт.—3 мт.) населен весьма бедно. Во второй зоне (ниже 3 мт.) диатомей отсутствуют.

5. Синезеленые водоросли. Эта группа в летних обрастающих представлена чаще всего бедно, как в качественном, так и в количественном отношении. Сюда входят *Rivularia*, *Lyngbia*, *Phormidium*, в небольших количествах *Oscillaria* и очень редко встречающийся *Nostoc*. *Rivularia* покрывает изредка шесты вбитые в дно, причем встречается в небольшом количестве во всех слоях воды от 6 или 10 снт. до 3 мт. ¹⁾

Другие синезеленые (нитчатые) встречались в пробах грунта взятых на глубине 2—3 мт. при помощи ведерки Фореля, или, иногда, на шестах долго пребывавших в воде, где они образуют сине-зеленый налет на участках вблизи дна также на глубине 2—3 мт. Следует отметить, что на той-же глубине, но вдали от грунта эти водоросли или отсутствуют или попадают отдельными экземплярами. Повидимому, сколько-нибудь значительное заселение субстрата нитями *Lyngbia*, *Phormidium* и *Oscillaria* происходит только со дна.

На глубинах меньше 2 мт., также, как и на глубинах превышающих 3 мт. находить перечисленные формы в заметных количествах ни на дне, ни на подводных предметах мне не приходилось.

На стеклах сине-зеленые или не встречаются вовсе, или же попадают в очень небольших количествах, при чем всегда не выше уровня 1¹/₂-х мт.; нижняя граница их развития отмечена на 5 мт.

Таким образом можно принять, что нитчатые синезеленые могут встречаться во всей толще II зоны (3—5 мт.), в нижнем ярусе I зоны (2 мт.—3 мт.) и в самых нижних слоях среднего яруса (до 1¹/₂ мт.). Более или менее интенсивного развития они достигают только поблизости от грунта и, вероятно, только в пределах нижнего яруса I зоны. *Rivularia*, может быть также и *Nostoc*, развиваются во всей толще I зоны. Где лежит их максимум сказать трудно.

¹⁾ Возможно, что отд. экз. *Rivularia* могут быть найдены и у самой поверхности.

Все изложенное до сих пор о водорослях можно суммировать в виде следующих главных выводов:

1) Все зеленые водоросли и диатомей развиваются только в пределах I зоны (0—3 мт.)¹⁾.

2) Характер вертикального распределения группы нитчаток, группы всех других зеленых водорослей, за исключением *Coleochaete soluta* и группы диатомей совпадает²⁾. *Col. soluta* и синезеленые распределены иначе.

3) I-ую зону можно разбить на 3 яруса, постепенно переходящие друг в друга.

а) Верхний ярус—небольшой, от пов. до уровня 4, или 5 сн., который характеризуется слабым развитием всех водорослей и полным отсутствием синезеленых³⁾.

б) Средний ярус—обширный от 5 сн. до 2 мт., характеризующийся: 1) сильным развитием нитчаток, других зеленых водорослей и диатомовых. Все они, за исключением *Col. soluta*, дают максимум в первой четверти этого яруса (т. е. до 50 сн.), 2) появлением отд. экз. синезеленых в нижней четверти (1^{1/2}—2 мт.).

в) Нижний ярус—от 2 до 3 мт., для которого характерно снова слабое развитие всех водорослей, в том числе и синезеленых, за исключением *Coleoch. soluta*, которая может давать здесь максимум.

4) Во второй зоне (3—5 мт.)—встречаются только небольшие количества синезеленых.

Приведенные данные относятся к тем случаям, когда субстрат находится в участках озера с глубиной не меньше 5 мт.

Если мы помещаем субстрат в пункте, где глубина равна 3 мт., то нацело отсекаем, если можно так выразиться, II-ую зону. При этом вся I-ая зона в основном остается без изменения, за исключением самых нижних, придонных ее участков (нижних слоев 3-го яруса). Здесь возможно специфическое влияние приоблизившегося грунта, которое может сказываться в некотором общем ослаблении развития большинства организмов обрастания, за исключением *Suarophyceae*. Последние, наоборот, являясь донными обитателями, на субстрате вблизи грунта часто находятся в значительно большем количестве, чем на том-же уровне (3 мт.), но вдали от дна⁴⁾.

При перемещении субстрата на глуб. в 2 мт.—отсутствует нижний ярус I зоны, а в нижних слоях среднего, опять-таки в связи с приближением грунта, может наблюдаться некоторое ослабление развития зеленых водорослей, диатомей и, вместе с тем, усиление развития *Suarophyceae*.

При дальнейшем уменьшении глубины мы будем суживать средний ярус, отсекая его нижние части, причем влияние грунта

¹⁾ Подразумевается сколько-нибудь значительное развитие. Отдельные, очень редкие, экземпляры могут встречаться и ниже (до 5 мт.).

²⁾ По наблюдениям Ф. Ф. Дьяконова над обрастаниями волжских пароходов — зона развития диатомей лежит ниже зоны зеленых водорослей. (Работы Волжской биологической Станции т. VIII № 1—3. 1925).

³⁾ Вероятно, возможно только присутствие отдельных экземпляров *Rivularia*, хотя мне находить ее в этом ярусе пока не приходилось.

⁴⁾ Это можно заметить на табл. II, сравнивая стекло с глуб. 3 мт. у дна со стеклом с той-же глубины, но вдали от дна.

будет сказываться только в общем ослаблении обрастаний, усиление синезеленых на глубинах меньше 2 м. обычно уже не наблюдается.

Опыты поставленные для выяснения вопроса о том, как высоко распространяется отрицательное влияние грунта на развитие зеленых водорослей и диатомовых мне не удалась полностью, но результаты их все-же позволяют предполагать, что оно ограничивается узкими пределами, не превышающими 1—2 снт. Это предположение совпадает с наблюдениями над обрастаниями на макрофитах, которые производились Г. С. Карзинкиным ¹⁾. Последний устанавливает наличие так. наз. придонного яруса нароста на водных растениях размерами в 1—2 снт., характеризующегося большей бедностью в качественном и количественном отношении по сравнению с наростом выше лежащих участков субстрата.

Что касается интенсивного развития синезеленых в придонных слоях, то оно распространяется по субстрату значительно выше. По моим наблюдениям, в некоторых случаях пределы их распространения превышают 10 снт.

Такова картина вертикального распределения водорослей в летних сформировавшихся обрастаниях. Отметим, что все 3 яруса I зоны можно различить уже при беглом осмотре субстрата не прибегая к помощи микроскопа. В течение лета я произвел более 25 анализов обрастаний на шестах вбитых в дно в разных участках озера с глубиной от 1 до 3 м. Во всех случаях было установлено наличие верхнего яруса (бедного водорослями). В тихий, светлый день этот ярус можно видеть, не вынимая шеста из воды. Достаточно наклониться над ее поверхностью, чтобы заметить, что более или менее значительная „щетка“ из нитчаток начинается только на некотором расстоянии от уровня. Измеряя это расстояние при помощи тонкой палочки, я получал различные цифры в пределах от 2 до 5 снт. Конечно, эти цифры только приблизительные; точное измерение невозможно по той причине, что верхний ярус постепенно переходит в следующий за ним средний. Для последнего характерно гораздо более обильное обрастание зеленоватого, или от массы детрита буроватого цвета, имеющее, обычно, вид короткой, но густой „щетки“. В то время как в верхнем ярусе обрастание приходится соскребать острым краем скальпеля, здесь его легко можно снимать тупой его стороной, или-же иногда прямо пальцем. На уровне около 2-х м. простой глаз ясно различает обеднение налета—это граница нижнего яруса. В придонном участке, примерно на четверть от грунта, обрастание часто получает хорошо выраженный сине-зеленый оттенок.

Главным фактором, определяющим описанную закономерность в распределении водорослей несомненно является свет. Недостатком света объясняется отсутствие зеленых водорослей и диатомей во II-ой зоне (3—5 м.) и слабое сравнительно развитие их в нижнем ярусе I зоны (2—3 м.) ²⁾.

Благоприятные условия освещения сохраняются только до уровня 2-х м., при чем оптимальные условия лежат в пределах до 50 снт. Именно в этих границах большинство форм зеленых водорослей и диатомей дают максимум. Это можно видеть и из приведенных выше цифр для сформировавшихся обрастаний и, пожалуй, особенно ясно

¹⁾ Г. С. Карзинкин — Попытка практического разрешения понятия „биоценоз“.— Русск. Зоологич. Журнал. Том VII. Вып. 1, 2, 3 и 4.

²⁾ Кроме *Col. soluta*.

для зеленых водорослей из результатов анализа молодых обрастаний¹⁾. (Табл. III и IV').

Таблица 4.

2-х недельное обраст. на устан. у восточн. берега.

Глубина	Зеленые нитчатки	Другие зелен. водоросли (кроме <i>Col. soluta</i>)
0—2½ снт.	788	1115
5½—8 снт.	580	1393
12½—15 снт.	318	287
22½—25 снт.	1520	993
46—48½ снт.	317	331
1 мт.	186	220
2 мт.	368	326
3 мт.	5	65

Таблица 5.

3-х недельное обраст. на устан. у южного берега

Глубина	Зеленые нитчатки	Другие зелен. водоросли
0—2½ снт.	156	421
5½—8 снт.	1525	1291
12½—15 снт.	3584	2257
22½—25 снт.	2745	1746
27½—30 снт.	1333	5357
46—48½ снт.	2137	7880
1 мт.	744	2472
2 мт.	437	705
3 мт.	232	425

Однако, не все особенности вертикального распределения водорослей в обрастаниях можно объяснить условиями освещения. Мы должны прибегнуть к анализу влияния других факторов для объяснения слабой заселенности верхнего яруса и интенсивного развития синезеленых водорослей в придонных участках.

Первый вопрос не решен окончательно и мы пока ограничиваемся только возможными предположениями. Одно из них заключается в том, что в верхних слоях воды имеет место отрицательное влияние резких суточных колебаний t^0 , другое сводится к допущению неблагоприятного влияния волнения, особенно сказывающегося около поверхности и препятствующего оседанию на субстрат растений и их стадий развития²⁾. Важно отметить, что в верхнем ярусе количество отмерших водорослей не больше или даже меньше, чем в других участках субстрата. Это заставляет думать, что неблагоприятные условия поверхностного слоя действуют в самом начале, задерживая процесс заселения. Или большой процент водорослей и их спор смывается, или неблагоприятные t^0 условия не позволяют многим освещенным спорам прорасти, а взрослым растениям достаточно интенсивно размножаться. Возможно, конечно, предположить и одновременное влияние обоих отрицательных факторов.

¹⁾ Диатомей в молодых обрастаниях почти не было (только отд. экзempl.).

²⁾ Это предположение весьма вероятно. Стекла у поверхности воды всегда значительно слабее покрыты частичками детрита, чем в слоях ниже 4—5 снт.

Что касается интенсивного развития синезеленых вблизи грунта, то оно, вероятно, связано с особенностями химизма придонного слоя воды.

Таблица 6.

17 VIII 1926. Около установки у
восточного берега

Глуб.	t°	РН.	O ₂	Своб. CO ₂	Связ. CO ₂	Полусв. CO ₂
0	17,9	7,9	6,5	3,4	17,5	17,5
0,25 м.	17,9	7,8	6,85	3,4	15,3	15,3
0,50 м.	17,9	7,9	6,95	3,0	14,6	14,6
1 м.	17,5	8,0	6,90	2,6	16,2	16,2
2 м.	17,3	7,9	6,75	2,6	15,1	15,1
3 м. (у дна)	17,3	6,9	5,75	6,0	14,85	14,85

Таблица 7.

2 IX 1926. Около установки у
южного берега

Глуб.	РН.	O ₂	Своб. CO ₂	Связ. CO ₂	Полусв. CO ₂
0	7,0	6,31	3,40	14,20	14,20
0,25 м.	7,0	6,18	3,60	13,60	13,60
0,50 м.	7,0	6,26	3,85	12,10	12,10
1 м.	7,0	6,26	3,40	12,40	12,40
2 м.	7,0	6,30	3,30	14,30	14,30
3 м. (у дна)	6,95	5,99	4,20	14,30	14,30

Как видно из приведенных цифр, особенно на табл. 6, этот слой выделяется значительным понижением содержания растворенного O₂, по сравнению с вышележащими слоями, большим количеством CO₂ и в связи с этим более кислой реакцией.

Перейдем теперь к рассмотрению вертикального распределения бесцветных жгутиковых и животных. Заметим, что и те и другие в верхних слоях воды до 3-х мт., в количественном отношении представлены гораздо слабее окрашенных растений и потому в дальнейшем изложении мы удержим принятое нами на основании вертикального распределения этих последних деление I зоны (0—3 мт.) на 3 яруса.

Группа бесцветных Flagellata сюда входят только 2 вида: *Codonosiga botrytis* и *Peranema trichophorum*. Преобладающее значение на стороне *Codonosiga*, которая иногда достигает чрезвычайно пышного развития до 200 или 300 тысяч колоний на 100 см² субстрата. Отметим, что за все 4 года моих наблюдений над обрастаниями в таком количестве *Codonosiga* отмечалась лишь на глубине 5,4 или 3-х мт.¹⁾ Выше она или совершенно отсутствует, или попадает в значительно меньшем числе (не более 10.000). Таким образом, можно принять, что наиболее благоприятные условия для развития этой формы лежат не выше уровня 3-х мт. и не ниже 5 мт., т. е. в пределах II зоны. Определить точно, где приходится optimum для *Codonosiga*, несмотря на длительные наблюдения, трудно. Отметим, однако, что чаще всего максимум лежит на глубине 3-х мт. Такое именно положение его можно видеть и на приведенных выше таблицах I и II.

Решить вопрос о факторах, определяющих вертикальное распределение *Codonosiga*, мы пока не можем. Вероятно, что здесь имеет значение вся совокупность физико-химических условий. Укажем только на один фактор, влияние которого на интенсивность развития *Codonosiga*,

¹⁾ Ниже 5 мт. всегда отмечалась лишь отд. экземпляры.

и при том отрицательное, не подлежит сомнению. *Codonosiga* никогда не встречается в обрастаниях богатых водорослями. На субстрате удаленном от берега, где процесс обрастания замедлен, я находил часто *Codonosiga* в количестве до 10 тысяч экз. на 100 ст.² даже в поверхностных слоях воды. Но всегда такие случаи относились к начальному периоду процесса обрастания, когда водоросли и, именно, водоросли приподнимающиеся над субстратом (нитчатки, *Symbella*, *Gomphonema* и др.) не успели еще достаточно развиться. Как только они появлялись в более или менее значительном количестве *Codonosiga* быстро выпадала.

Что касается *Reganema trichophorum*, то эта форма попадаетея не часто и лишь в отдельных экземплярах, не более 100 на 100 ст.² поверхности субстрата. Встречена во всех слоях воды до 5 мт.

Переходя к рассмотрению вертикального распределения животных отметим, что в помещенных выше таблицах они разбиты на несколько групп, при чем, как видно из цифр, более или менее значительную роль среди них играют только Protozoa (*Ciliata*, *Suctorio*), *Rotatoria*, *Gastrotricha* и, пожалуй, *Cladocera*. Остальные группы представлены настолько бедно, что наметить какие-либо закономерности в их распределении не представляется возможным. Такие отношения обычны для обрастаний на стеклах. В старых обрастаниях на дереве, кроме перечисленных форм, иногда значительного развития достигают *Chironomidae* и *Oligochaeta*. Для выяснения вертикального распределения этих групп у нас нет пока достаточного материала.

Прикрепленные *Ciliata*. Эта группа среди животных преобладающая. Сюда входят несколько видов *Vorticella*, *Carchesium polypinum*, *Epistylis*, *Cothurnia operculata* и *C. cristallina*. *Vorticella*—самые обычные прикрепленные *Ciliata* в составе обрастаний, попадаютсся во всех слоях воды от поверхности до уровня 5 мт., иногда в количестве нескольких десятков тысяч особей на 100 см.² субстрата; отд. экземпляры можно находить и ниже, вплоть до глубины 15 мт.; наибольшее значение имеют *Vorticella nutans* (?).

Интенсивность развития и характер вертикального распределения *Vorticella* стоит в несомненной зависимости от возраста обрастания. Наблюдения предыдущих лет установили, что *Vorticella* являются одними из первых поселенцев на субстрате только что опущенном в воду и пока последний не успел еще достаточно обрости нитчатками часто очень быстро и пышно развиваются, особенно в верхних слоях воды до уровня 2 мт. Ниже заселение идет медленнее. Поэтому в молодых обрастаниях, 2-х—3-х недельных, максимум лежит в пределах I зоны, как это видно из следующих цифр:

Таблица 8.

Вертик. распр. *Vorticella*. Установка у восточного берега—2-х недел. оброст. 1926 г.

0—2½ см.	1404
5½—8 см.	5520
12½—15 см.	803
22½—25 см.	469
46—48½ см.	202
1 мт.	24375
2 мт.	10065
3 мт.	161
4 мт.	5
5 мт.	5

Таблица 9.

Вертик. распр. *Vorticella*. Установка у южного берега—3-х недельное оброст. 1926 г.

0—2½ см.	5
5½—8 см.	4939
12½—15 см.	52
22½—25 см.	535
46—48½ см.	444
1 мт.	264
2 мт.	214
3 мт.	964
5 мт.	596

С течением времени, в верхних слоях воды субстрат все более и более обрастает нитчатками и это начинает отрицательно влиять на *Vorticella*¹⁾, количество которых здесь постепенно падает, в то время как на глубине, благодаря отсутствию нитчаток, они могут укрепляться. В результате, максимум перемещается из I-ой зоны во II-ую, на глубину 3 м, 4-х или 5 мт. Такое, именно, положение его мы находим на тех же установках в обрастаниях 6—7 недельного возраста (см. таб. I и II) и позднее.

Sarchesium polyrinum и *Epistylis*. Обе формы встречаются сравнительно редко, гораздо реже чем *Vorticella*.

В верхних слоях воды в большом количестве я находил их лишь ранней весной на различных подводных предметах (затопл. лодки, сваи мостков и пр.). Летом они встречаются в значительном числе только на глубинах от 3 мт. и ниже, т. е. в пределах II зоны. На установке у восточного берега *Sarchesium* дал максимум на 5 мт. (около 200 тысяч экз. на 100 см.² Табл. 1), а *Epistylis* на уровне 3 мт. (596 экз. на 100 см.²). В пределах первой зоны (0—3 мт.) рассматриваемые формы в течение лета обычно совершенно отсутствуют, или же, в крайнем случае, представлены только отдельными экземплярами. Я думаю, что *Sarchesium* и *Epistylis* также зависят от нитчатых водорослей, как и *Vorticella*. Развитие их весной в верхних слоях воды возможно благодаря отсутствию в это время в обрастаниях более или менее значительного количества нитчаток. Когда, в дальнейшем, последние захватывают господствующее положение во всей толще воды от поверхности до 2 мт., *Sarchesium* и *Epistylis* вытесняются из верхних слоев и могут уживаться лишь ниже этого уровня, т. е. во II зоне (от 3 мт.), где нитчатки почти отсутствуют.

Кроме указанного фактора, для вертикального распределения рассматриваемых форм, возможно, имеют известное значение также температурные и химические влияния. Однако, вряд ли они занимают видное место; во всяком случае учесть их пока не представляется возможным по той причине, что разница между физико-химическими условиями²⁾ в поверхностных слоях и во II зоне очень невелика.

Что касается обратной зависимости между развитием нитчатых водорослей и прикрепленных *Ciliata*, то я думаю, что ее можно объяснить способом питания последних, как это сделано Г. С. Карзинкиным³⁾, который также наблюдал отрицательное влияние нитчаток на развитие *Vorticella* при изучении обрастаний на макрофитах.

Пищей *Vorticella*, *Sarchesium* и *Epistylis* служат мелкие водоросли, бактерии и мертвые органические частицы, которые взвешены в воде⁴⁾. Понятно, что чем свободнее около субстрата циркуляция воды несущей пищу, тем благоприятнее для этих форм условия питания, этой свободной циркуляции несомненно препятствует сильное развитие нитчаток, образующих часто целые хлопья. Кроме того, такая хлопья, конечно, фильтруют воду, понижая в ней содержание частиц, идущих в пищу инфузориям. Наконец, возможно предположение, что развивающиеся нитчатки просто механически вытесняют прикрепленных *Ciliata*. Кроме перечисленных форм, в рассматриваемую группу, как отмечено выше,

1) Эту обратную зависимость между развитием *Vorticella* и нитчаток я отмечал в предыдущей работе (loc. cit.).

2) За исключением света.

3) loc. cit.

4) По Naumann'y—„Sedimentatoren“ (Notizen zur Ernährungsbiologie der Limnischen Fauna—Arkiv for Zoologi K. Svenska Vetenskapsakademien, B. 16. 1924.

входят еще *Cothurnia operculata* и *Coth. crystallina*. Оба вида относятся к числу немногочисленных и не всегда встречающихся, особенно *Cothurn. crystallina*. Количество их—чаще всего несколько десятков на 100 см.²; отмечены для среднего и нижнего яруса I зоны; паредка во II-ой зоне. Необходимо указать, что в обрастаниях с очень интенсивным развитием нитчаток *Cothurnia operculata* совершенно отсутствует, а *C. crystallina* встречается только в качестве вторичного нароста на тех-же нитчатках, но уже в меньших количествах. Повидимому, и для этих форм сильное развитие нитчатых водорослей является фактором отрицательного характера.

Suctorina.—Среди сосущих инфузорий видное место занимает *Acineta grandis*, встречающаяся иногда в количестве нескольких тысяч особей на 100 см.² поверхности субстрата ¹⁾. Остальные (*Sphaerophrya*, *Podophrya*) попадаются реже и в значительно меньшем числе. Ни одна из указанных форм в зрелых обрастаниях не достигает сильного развития в верхних слоях воды. В верхнем ярусе I зоны они вовсе отсутствуют, в среднем представлены отдельными экземплярами и только начиная с 2-х мт. (нижний ярус I зоны) количество их повышается. Максимум лежит обычно на уровне 3-х мт. или 4-х мт., следовательно во II зоне. Сказанное относится, как указано выше, к обрастаниям, богатым водорослями. Замечательно, что в молодых обрастаниях *Acineta* (и иногда *Sphaerophrya*) попадалась мне в количестве нескольких тысяч экземпляров на 100 см.² поверхн. субстрата в верхних слоях воды, на уровне 10—25 снт. Это отмечалось и для прибрежных обрастаний и для обрастаний в пелагической части озера. Таким образом, для вертикального распределения *Suctorina* намечается такая-же зависимость от нитчатых водорослей, как и для прикрепленных *Ciliata*. Нужно думать, что и причины этой зависимости те-же, что и в предыдущем случае.

Прикрепленные *Rotatoria*.—Главное место здесь занимают *Melicerta janus* и *Cephalosiphon limnias*. В меньшем количестве и реже встречается *Floscularia longicaudata*, в единичных экземплярах *Oocystes* sp. и нек. другие.

Характер вертикального распределения перечисленных форм и, следовательно, всей группы в целом, почти в точности повторяет распределение прикрепленных *Ciliata* и *Suctorina*.

Для зрелых обрастаний (богатых нитчатками) максимум лежит во II зоне на 3-х, или 4-х мт. (см. табл. I и II). В выше лежащих слоях эти коловратки или совершенно отсутствуют (на табл. I и II) или же встречаются отдельными экземплярами, при чем в последнем случае, мы их находим не непосредственно прикрепленными к субстрату, а чаще в виде вторичного нароста на различных нитчатках. Наоборот, для молодых обрастаний, бедных водорослями, прикрепленные коловратки, особенно *Melicerta janus*, отмечались в большом количестве в верхних слоях воды, как в береговых пробах, так и на установках в пелагической части озера ²⁾, при чем это количество тотчас начинало уменьшаться, как только водоросли достигали более или менее значительного развития.

Сказанное позволяет думать, что и для рассматриваемой группы степень развития нитчаток является если не единственным, то, во всяком случае, главным фактором, определяющим их вертикальное

¹⁾ В 1926 г. *Suctorina* почему-то встречались в меньшем количестве, чем в предыдущие годы.

²⁾ См., например, табл. № 3 в моей последней работе (1925, loc. cit.).

распределение. Причины отрицательного значения нитчаток для прикрепленных *Rotatoria* на наш взгляд, те же, что и для прикрепленных *Ciliata*. По способу питания эти коловратки должны быть отнесены к группе „*sessilen Sedimentatoren*“¹⁾.

Совершенно иную картину вертикального распределения дают группы подвижных *Ciliata*, подвижных *Rotatoria* и *Gastrotricha*.

Рассматривая таблицы I и II, мы видим, что ни для одной из них нельзя наметить сколько-нибудь ясно выраженного максимума на том или ином уровне. Самый верхний слой воды от поверхности до 4—5 смт. (Верхн. ярус I зоны) всегда отличается совершенным отсутствием *Gastrotricha* и иногда более слабым, чем ниже лежащие слои, развитием инфузорий и коловраток. Во всей толще от 5 смт. до 4 мт. все три группы распределяются более или менее равномерно и только на 5 мт. заметно ясное уменьшение их количества. Такие отношения констатированы и в молодых обрастаниях.

Указанные наблюдения, прежде всего, показывают, что на развитие рассматриваемых групп не имеет того отрицательного влияния степень обрастания субстрата водорослями, которое было констатировано для групп прикрепленных животных. Этот факт нам кажется возможным объяснить опять-таки способом питания рассматриваемых форм.

Для большинства из них главной пищей являются частички триптона (детрита) или взвешенные в воде, или же осевшие на субстрат. Несомненно, что для многих коловраток главное значение имеют именно осевшие частичцы. Мне постоянно приходилось наблюдать, как *Diaschiza*, *Metopidia*, *Distyla*, *Monostyla* и некоторые другие *Rotatoria* отрывают детрит от субстрата, или отрывают мелкие кусочки от более крупных комков, укрепившихся на стекле, или на покрывающих его нитчатых водорослях.

Другие формы, именно инфузории и некоторые коловратки, предварительно поднимают частицы триптона с субстрата, что происходит благодаря действию тока воды, вызванного мерцанием ресничек или же, иногда, благодаря простому прикосновению тела к субстрату.

Кроме частичек детрита немаловажную составную часть пищи рассматриваемых животных составляют различные мелкие водоросли из группы диатомовых и зеленых, которые также как и детрит, или „соскабливаются“ с субстрата, или загоняются в рот движением ресничек.

Наконец, некоторые инфузории, как напр., *Stylonychia* и коловратки, напр., *Euchlanis*, являются хищниками. Во всех рассмотренных нами случаях питание подвижных *Rotatoria*, *Ciliata* и *Gastrotricha* в значительной мере связано с субстратом в противоположность прикрепленным животным, которые питаются исключительно живыми или мертвыми частицами взвешенными в свободной воде. В первом случае сильное обрастание субстрата нитчатками не может оказать резко отрицательного влияния на условия питания животных; напротив, иногда это влияние, вероятно, может быть даже положительным, если принять во внимание то обстоятельство, что некоторые нитчатые водоросли, именно снабженные щетинками (*Bulbochaete*, *Stigeoclonium* и др.) способствуют концентрации детрита в обрастании. Во втором случае, как мы видели выше, хлопья нитчатых водорослей, препят-

¹⁾ Naumann—1924 (loc. cit.).

ствуя свободной циркуляции воды около субстрата и фильтруя эту воду подавляют развитие прикрепленных животных.

Cladocera.—В эту группу входят: *Sida crystallina*, *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Peracantha truncata*, 2 вида *Alona*, *Alonella nana*. Сколько-нибудь значительную роль играет только *Sida crystallina*; остальные формы попадают только отдельными экземплярами. Почти все формы, в том числе и *Sida* отмечены для всех слоев воды от поверхности до 5 мт.

Следует заметить, что количественный учет *Cladocera* в обрастаниях очень труден по той причине, что они слабо связаны с субстратом и при вынимании установки, легко от него отпадают. Только весьма осторожно, оценивая всю сумму наблюдений за 4 года, можно сказать, что вероятно наиболее интенсивного развития они достигают в верхних слоях воды, именно в верхнем ярусе I зоны.

Nematodes.—Эта группа вообще немногочисленная, встречается преимущественно в нижних слоях воды; наибольшего развития достигают вблизи грунта.

На этом мы закончим рассмотрение вертикального распределения животных, т. к. остальные группы, как указано выше (см также табл. I и II), встречены в таких небольших количествах, что наметить какие-либо закономерности в их распределении не представляется возможным.

Нам остается упомянуть еще относительно наблюдений над субстратом, помещенным выше уровня воды. Как отмечалось в начале статьи, эти наблюдения имели целью проследить не образуются ли обрастания во время волнения в так называемой зоне заплеска. В течение лета я взял четыре серии проб над уровнем воды, по две серии с каждой установки. Под серией я подразумеваю четыре предметных стекла. Первое своим нижним краем касалось спокойного уровня воды; нижний край второго приходился на 2¹/₂ снт.; 3-го на 5 снт. и 4-го на 7¹/₂ снт. над уровнем воды. Пробы брались в дни, которым предшествовали продолжительные ветры, дувшие в одном направлении перпендикулярном к поверхности стекол.

Во всех случаях взятые для анализа стекла на вид казались совершенно чистыми. Однако, микроскоп прежде всего обнаружил на них в небольших количествах ряд мертвых организмов. Были отмечены: *Cosmarium*, *Ceratium*, *Anabaena*, *Fragilaria*, *Peridinium*, *Pediastrum*, *Daphnia cucullata*, *Anuraea cochlearis* и некоторые другие. Все они представляли собою пустые оболочки, иногда совершенно высохшие.

Кроме мертвых организмов, на всех стеклах каждой серии, даже на тех, которые отстояли на 7¹/₂ снт. от поверхности воды, попадались, правда в совершенно ничтожных количествах, живые: *Mesodinium*, *Nassula lateritia*, *Cosmarium* и проросшие споры какого-то гриба. Обычное число для этих форм было 5—10 экземпляров на 100 см.² поверхности субстрата. Количество мертвых организмов более значительно—несколько десятков особей на той же площади.

Из сказанного видно, что сколько-нибудь заметных обрастаний выше уровня воды, т. е. в зоне заплеска в озере не образуется даже в случае продолжительных сильных ветров дующих в одном направлении.

Общие выводы.

Суммируя все изложенное о вертикальном распределении водорослей и животных в обрастаниях озера, мы получаем следующие выводы:

I. Обрастания в Глубоком озере развиваются в толще воды от поверхности до 5 mt.; выше уровня, в зоне заплеска, даже после продолжительных, сильных ветров, дувших в одном направлении, сколько-нибудь заметные обрастания не образуются; ниже 5 mt. на субстрате могут встречаться лишь отдельные экземпляры некоторых Protozoa и лич. Chironomidae.

II. В указанных пределах (0—5 mt.) намечаются 2 зоны, различающиеся по характеру обрастаний: I зона от поверхн. до 3 mt.—зона совместного развития животных и растений и II зона от 3-х до 5 mt.—зона чисто животных обрастаний.

III. В зрелых обрастаниях (см. табл. I, II и III) упомянутая выше I зона характеризуется полным преобладанием растений. По характеру их вертикального распределения она может быть разбита на 3 яруса, постепенно переходящих друг в друга:

а) Верхний ярус—узкий, от поверхности до 4 или 5 снт., для которого типично сравнительно слабое развитие диатомей, всех зеленых водорослей, не исключая и нитчаток, и полным отсутствием синезеленых.

б) Средний ярус—обширный от 4—5 снт. до 2 mt., характеризующийся сильным развитием нитчаток, всех других зеленых водорослей, за исключением *Coleochaete soluta* и диатомовых; все они дают максимум в I-ой четверти этого яруса, т. е. до горизонта 50 снт.; в нижней четверти, именно от 1½ до 2 mt., появляются в отдельных экземплярах синезеленые (среди них заметное место занимают только нитчатые формы).

в) Нижний ярус от 2 до 3 mt., для которого характерно снова слабое развитие всех водорослей, в том числе и синезеленых, за исключением *Coleochaete soluta*, которая может давать здесь максимум.

Во второй зоне (от 3 до 5 mt.) из водорослей встречаются только небольшие количества синезеленых.

IV. В молодых обрастаниях, 2—3 недельного возраста, не сформировавшихся еще в количественном отношении преобладание в I зоне может быть не на стороне растений, а на стороне животных (Protozoa), но характер вертикального распределения водорослей, в общем, остается таким же.

V. Главным фактором, определяющим указанную закономерность в распределении всех зеленых водорослей, за исключением *Coleochaete soluta*, и диатомей является свет. Недостатком света объясняется отсутствие их во II зоне и слабое развитие в нижнем ярусе I-ой зоны. Благоприятные условия освещения лежат в пределах от поверхности до 2 mt., при чем optimum находится не ниже горизонта в 50 снт. Слабое развитие указанных групп в верхнем ярусе I зоны (0—5 снт.) можно объяснить отрицательным влиянием волнения, особенно сказывающимся в поверхностном слое и препятствующим оседанию на субстрат растений и их стадий развития. Возможно, что кроме этого фактора, имеет место также неблагоприятное влияние резких суточных колебаний t° , характерных для верхнего слоя воды.

Отсутствие синезеленых (*Lyngbya*, *Phormidium* и *Oscillaria*) в верхних слоях воды до 1½ mt. и усиление их по направлению к дну стоит в связи с тем, что эти формы являются в озере, гл. обр., донными обитателями. Для объяснения отмеченного выше своеобразного распределения *Coleochaete soluta* у нас нет пока достаточных данных.

VI. Изучение вертикального распределения группы бесцветных Flagellata, прикрепленных Ciliata, Suctorior и прикрепленных Rotatoria обнаруживает зависимость их развития от степени обрастания суб-

страта нитчатыми водорослями. Эта зависимость обратного порядка. Чем больше в данном участке нитчаток, тем слабее в количественном отношении представлены перечисленные группы. Поэтому в зрелых обрастаниях все они дают максимум во II зоне (таб. I и II), а в молодых обрастаниях могут быть распределены равномерно, или давать максимум в I зоне (для *Vorticella* таб. 9 и 10).

Причины обратной зависимости между нитчатыми водорослями и прикрепленным Protozoa и Rotatoria лежат в способе питания этих организмов. Их пищу составляют живые и мертвые частички взвешенные в свободной воде. При сильном развитии нитчаток затрудняется свободная циркуляция воды около субстрата и тем ухудшаются условия питания рассматриваемых групп.

Кроме этого, возможно предположить чисто механическое вытеснение прикрепленных Protozoa и Rotatoria сильно разрастающимися нитчатками.

VII. Подвижные Protozoa, подвижные Rotatoria и *Gastrotricha* распределены более или менее равномерно во всей толще воды от поверхности до 4 мт. Только верхний ярус I зоны (0—5 снт.) отличается несколько более слабым развитием перечисленных групп. Это можно объяснить неблагоприятным влиянием волнения, особенно сказывающимся в поверхностном слое и препятствующим укреплению организмов на субстрате. Отрицательное влияние развития нитчаток на рассматриваемые группы не наблюдается. Это стоит в связи с тем, что питание подвижных форм связано в значительной мере с субстратом, а не исключительно с свободной водой, как у прикрепленных организмов.

VIII. Кроме перечисленных групп, из животных достигают более или менее значительного развития на стеклах только *Cladocera*. Их максимум лежит в верхнем ярусе I зоны.

IX. Все сказанное до сих пор относится к тем случаям, когда субстрат находится в участках озера с глубиной не меньшей 5 мт. При уменьшении глубины сначала суживается постепенно II зона. Когда глубина равна 3 мт., II зона исчезает совершенно, а в самых нижних участках I зоны может сказываться специфическое влияние грунта, особенно илистого. Это влияние вызывает, с одной стороны, общее ослабление обрастаний в узком (1—2 снт.) придонном участке субстрата, а, с другой стороны, иногда усиление развития нитчатых синезеленых, которые переселяются сюда со дна. В остальном I зона остается без изменений. При дальнейшем уменьшении глубины постепенно отсекаются нижние части I зоны, при чем придонные участки субстрата могут сохранять интенсивное развитие синезеленых только до глубины 1¹/₂—2 мт. Общее же ослабление обрастаний вблизи грунта может наблюдаться и на меньших глубинах.

EINIGE BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE VERTIKALVERTEILUNG DES BEWUCHSES IM SEE GLUBOKOJE

von S. N. Duplakoff.

I. Als Fortsetzung meiner Untersuchungen über den Bewuchs im See Glubokoje (vrgl. 1) Russische Hydrobiologische Zeitschrift Bd. IV N. 1—2, 1925 und 2) Arbeiten der Hydrobiologischen Station am See Glubokoje Bd. VI. H 2—3, 1925) sind die Sommers 1926 von mir vollzogenen Studien über die Vertikalverteilung des Bewuchses.

In der vorigen Arbeit habe ich darauf hingewiesen, dass der Bewuchs im See hauptsächlich in einer 3 Mt. von der Oberfläche tiefen Wasserschicht konzentriert ist. In tieferen Schichten fällt sehr bemerklich die Intensität ihrer Entwicklung infolge einer verminderten Anwesenheit, oder sogar völliger Abwesenheit der Algen; der Bewuchs wird in diesem Falle aus farblosen Flagellata, einigen Infusorien, Suctorien und festsitzenden Rädertieren zusammengesetzt. Solch ein Bild besteht bis auf eine 5 Mt. Tiefe. Niedriger aber ist der Bewuchs vollständig abwesend, natürlich, wenn man vereinzelte Protozoa und Larvae Chironomidae Exemplare, welche sich manchmal auf dem Substrat sogar auf grossen Tiefen (bis 20 Mt.) finden lassen, dem Bewuchse nicht berechnen will.

II. Mit anderen Worten, diese vorläufigen Beobachtungen erlauben 2 verschiedene Zonen in der Vertikalrichtung zu unterscheiden: 1) Zone einer vereinigten Entwicklung von Tieren und Pflanzen, bis 3 Mt. von der Oberfläche und 2) Eine weniger intensive Zone, die durch einen bloß Tiere enthaltenden Bewuchs charakterisiert ist, von 3 bis 5 Mt.

Die vorliegende Arbeit dient den Zwecken eines detaillierten Studiums der Vertikalverteilung des Bewuchses in den Grenzen dieser 2 Zonen.

Die Beobachtungen wurden über den Bewuchs an Objektträgern, welche auf 2 Einstellungen verteilt wurden, gemacht: am Ostufer und am Südufer des Sees. Jede dieser Einstellungen bestand aus einer Reihe mit Objektträgern versorgten (mit Heftnägeln befestigten) Holzplättchen; dieselben wurden auf verschiedenen Niveau's eingestellt. Die Oberflächen der Objektträger wurden gegen die Wasseroberfläche in einer Perpendikularrichtung gewendet. In der ersten der Oberfläche unmittelbar angrenzenden und 10 Cnt. dicken Wasserschicht wurden die Objektträger dicht nebeneinander gelegt, so dass der Abstandsunterschied zwischen 2 benachbarten Proben bloß 2, 5 Cnt. (Breite des Objektträgers) gleich war. Im weiteren wurden die Proben von Einstellungen verschiedener Niveau's entnommen.

Vom Juni angefangen bis zum Oktober wurden im ganzen von beiden Einstellungen 5 volle Probenserien mit dem Mikroskop und der Lupe in frischem Zustande quantitativ analysiert durch Zählung der Organismen auf einem bestimmten Bezirke des Objektträgers festgestellt. Es wurden ausserdem, nachträglich, über 25 Analysen des Bewuchses gemacht, der sich an Stangen, welche in den Boden auf verschiedene Tiefen und in verschiedenen Bezirken des Sees eingeschlagen waren befand.

Wir kommen, auf Grund der erwähnten Beobachtungen, zu folgenden Ergebnissen:

III. Der reife Bewuchs der 1. Zone, d. h., der Zone vereiniger Entwicklung von Tieren und Pflanzen ist durch überwiegende Pflanzenentwicklung charakterisiert. Nach der Vertikalverteilung dieser Pflanzen lässt sich die Zone in 3 ineinander allmählich übergehende Schichten einteilen:

a) Die Oberschicht—schmal, von der Oberfläche bis auf 4—5 Cnt. entfernt; eine verhältnissmässig schwache Entwicklung von Diatomeen, von sämtlichen grünen Algen, soeben auch der Fadenalgen, und eine vollständige Abwesenheit von Cyanophyceen sind für diese Schicht bestimmend.

b) Die mittlere Schichte—eine umfangreiche von 4—5 Cnt. bis 2 Mt. breite Schicht ist durch starke Entwicklung der Fadenalgen und aller anderen grünen Algen, ausser den Coleochaete soluta, und den Diatomeen gekennzeichnet; alle diese erreichen ihre Maximalentwicklung im 1. Viertel der Schicht (50 Cnt. vom Horizont angefangen gerechnet). Im unteren Viertel, nämlich von 1½ bis 2 Mt., erscheinen in einzelnen Exemplaren die Cyanophyceen, unter welchen nur fadenartige Formen eine bemerkenswerte Stellung einnehmen.

c) Die untere Schichte, von 2 bis 3 Mt.; für diese ist ebenfalls eine schwache Entwicklung sämtlicher Algen, auch der Cyanophyceen, charakteristisch. Eine Ausnahme bilden die Coleochaetae soluta, welche hier ihre Maximalentwicklung erreichen können.

In der 2. Zone (3 bis 5 Mt.) sind von den Algen nur einige Mengen Cyanophyceen anzutreffen.

IV. In einem jungen, 2—3 Wochen alten Bewuchse, der quantitativ noch nicht genügend ausgeprägt ist, können die Tiere (Protozoa) und nicht die Pflanzen überwiegen, doch bleiben, im Ganzen genommen, die Charakterzüge einer Vertikalverteilung der Algen dieselben.

V. Als Hauptfaktor, der die genannte Gesetzmässigkeit in der Verteilung sämtlicher grünen Algen, ausgeschlossen die Coleochaete soluta und Diatomeen, verursacht—muss das Licht angenommen werden. Der Mangel an Licht lässt die Abwesenheit derselben in der 2. Zone und ihre schwache Entwicklung in der unteren Schicht der 1. Zone erklären. Günstige Gelegenheiten für die Beleuchtung befinden sich zwischen der Oberfläche und einer etwa 2 Mt. tiefen Schicht, wobei das Optimum nicht tiefer als 50 Cnt. gelegen ist.

Eine mangelhafte Entwicklung der genannten Gruppen in der Oberschicht der 1. Zone (0 - 5 Cnt.) lässt sich durch Inanspruchnahme der negativen Wirkung von Wellenschlägen verstehen; diese Wirkung hat in der Oberschicht besonderen Beifall und verhindert die Befestigung der Pflanzen und ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien ans Substrat.

Kann sein, dass auch die scharfen Tags—und Nachtsschwankungen der Temperatur, welche für die oberflächlichen Wasserschichten gewöhnlich sind, eine ungünstige Wirkung ausüben können.

Die Cyanophyceen (Lyngbya, Phormidium und Oscillaria) fehlen in den Wasseroberschichten (bis 1½ Mt) und nehmen mit der Tiefe ihre Anzahl zu, Dank dem, dass sie zu den Bodenbewohnern gehören.

Für die Erklärung der früher erwähnten eigenartigen Verteilung der Coleochaete soluta haben wir einstweilen keine genügenden Data.

VI. Das Studium der Vertikalverteilung von farblosen Flagellata, Suctoria, festsitzenden Ciliata und festsitzenden Rotatoria lässt eine Abhängigkeit ihrer Entwicklung vom Grad des Bewachstums des Substrats durch Fadenalgen ausführen. Diese Beziehung ist eine umkehrbare Erscheinung. Je mehr im gegebenen Bezirke die Fadenalgen entwickelt sind in desto wenigeren Anzahlen sind die erwähnten Gruppen vorhanden. Deshalb sind sie auch im reifen Bewuchse maximal entwickelt, in der 2. Zone anzutreffen. (Tab 1 und 2).

Die umkehrbare Beziehung zwischen dem Gehalt an Fadenalgen und

dem Gehalt an festsitzenden Protozoa und Rotatoria ist durch die Nahrungsweise dieser Organismen verursacht. Die Nahrung besteht, nämlich, aus lebenden und abgestorbenen im freien Wasser dispergierten Teilchen. Durch starke Entwicklung der Fadenalgen wird die freie Wasserzirkulation um das Substrat vermindert und damit die Nahrungsmöglichkeiten für diese Tiergruppen erschwert.

Ausserdem kann man von einem rein mechanischen Verdrängen der festsitzenden Protozoa und Rotatoria von Seiten der stark sich vermehrenden Fadenalgen sprechen.

VII. Die freibeweglichen Protozoa, Rotatoria und Gastrotricha sind in einer mehr oder weniger regelmässigen Verteilung von der Oberfläche bis auf eine 4 Mt. Tiefe aufzufinden. Nur die Oberschicht der 1. Zone (0—5 Cnt.) ist durch eine schwächere Entwicklung der erwähnten Gruppen charakterisiert. Dies ist möglicherweise als Folge ungünstiger Wellenbewegung, die besonders an der Oberfläche wirkt und der Befestigung der Organismen hindert, erklärbar. Eine in diesem Sinne negative Tätigkeit der Fadenalgen wurde nicht beobachtet. Letzteres steht für freibewegliche Formen zwar im Zusammenhang mit der Nahrungsweise, welche ja gewissermassen vom Substrat und nicht nur vom freien Wasser, wie es bei festsitzenden Organismen auffällt, abhängig ist.

VIII. Ausser den aufgezählten Tiergruppen erreichen auf den Objektträgern nur die Cladocera eine gewissermassen häufige Entwicklung. Ihre Maximalentwicklung liegt in der Oberschichte der 1. Zone.

IX. Alles, was bisher ausgesprochen wurde, hat nur zu denjenigen Fällen Beziehung, wo das Substrat in nicht weniger als 5 Mt. tiefen Bezirken des Sees sich befindet. Bei einer Abnahme der Tiefe verkürzt sich allmählich die 2. Zone. Wenn die Tiefe nur 3 Mt. erreicht, so verschwindet die 2. Zone vollständig und die aller untersten Abschnitte der 1. Zone können eine spezifische Wirkung des Grundes, besonders eines schleimigen äussern. Diese Wirkung ruft einerseits eine allgemeine Verschwächung des Bewuchses in einem schmalen (1—2 Cnt.) dem Boden angrenzenden Abschnitte des Substrats hervor, andererseits aber manchmal eine verstärkte Entwicklung fadenförmiger Cyanophyceen, welche hierher vom Boden übersiedeln. In anderen Hinsichten bleibt die 1. Zone unverändert. Bei einer weiteren Abnahme der Tiefe werden die unteren Partien der 1. Zone so zu sagen abgestutzt; dabei wird beobachtet dass sich eine intensive Entwicklung der Cyanophyceen nur auf denjenigen dem Boden angegrenzten Substratabschnitten, welche nicht mehr als auf einer 1 $\frac{1}{2}$ —2 Mt. Tiefe liegen, erhalten kann. Eine allgemeine Verschwächung aber des dem Grunde benachbarten Bewuchses kann man auch auf kleineren Tiefen beobachten.

О концентрации водородных ионов в Глубоком озере.

А. П. Щербаков.

Концентрации водородных ионов в пресных водах уделяется, за последнее время, много внимания. Определение рН производится теперь при большинстве гидробиологических исследований. И уже накопилось большое количество наблюдений, в водоемах самого разнообразного характера, которые дают представление о тех предельных значениях рН, с которыми приходится иметь дело и о том значении активной реакции, которое она имеет в жизни различных водоемов.

В частности, об активной реакции в озерах в литературе тоже существует довольно порядочно сведений. Но надо сказать, что большая часть их получена на основании отрывочных, непериодических наблюдений, или эти наблюдения производились только в поверхностном слое водоема. Конечно, такой характер наблюдений очень затрудняет сравнение их между собой и не дает, часто, возможности получить достаточное представление об активной реакции озера. Подробное изучение режима реакции озер в течение круглого года является теперь, когда уже накопился порядочный запас предварительных сведений, особенно желательным. Наличие целого ряда колориметрических методов, некоторые из которых не требуют особенно сложных приспособлений и позволяют легко и быстро производить целые серии определений рН, облегчает в настоящее время производство таких работ.

Активная реакция среды зависит от разнообразных условий, как от чисто химических свойств воды, так и от тех биологических процессов, которые в ней протекают. Активная реакция, так сказать, чувствительно отражает на себе изменения в физиологии водоема. Поэтому, мне кажется, режим активной реакции может служить хорошим признаком при характеристике озер.

Из работ, содержащих более подробные данные о концентрации водородных ионов в озерах, необходимо упомянуть следующие:

В 1924 году Juday, Fred и Wilson ¹⁾ опубликовали результаты наблюдений над реакцией в нескольких американских озерах. Их наблюдения главным образом были произведены на озере Mendota; в этом озере они выяснили изменения активной реакции в течение нескольких лет с большой подробностью. Нормально, в периоды полной циркуляции, вода озера Mendota имеет рН 8.3—8.6. Зимой и летом в нижних слоях, с накоплением свободной CO_2 , водородный показатель уменьшается и минимальная отмеченная величина была 7.3. Во время развития фитопланктона происходит подщелочение

¹⁾ C. Juday, E. Fred, Fr. C. Wilson, The hydrogen ion concentration of certain Wisconsin lake waters. Transact. of Amer. Microscop. Soc. 1924 г.

верхних слоев и рН доходит до 8.8, и один раз было отмечено 8.9. Авторы дают в работе короткий перечень литературных данных о реакции пресных вод, появившихся до 1924 года.

Скадовский ¹⁾, в своей работе об активной реакции в пресных водоемах и ее биологическом значении, приводит результаты изучения реакции в целом ряде русских озер. В сводных таблицах приведены пределы колебания рН в различных озерах на поверхности и у дна в течение года и вертикальное распределение в летнее время. Оказывается, что в различных озерах реакция колеблется в очень широких пределах, от рН 4.9 до 9.9. Сопоставляя данные о реакции русских и некоторых американских озер он приходит к следующим выводам. Эвтрофные водоемы характеризуются сильными колебаниями реакции, особенно во время цветения. В значительных водоемах, с большим содержанием солей, весь год наблюдается щелочная реакция (Mendota и др. америк. оз.) В эвтрофных озерах с мягкой водой преобладает нейтральная и слабо кислая реакция, но летом в верхних слоях происходит сильное подщелочение (Глубокое озеро). В озерах с еще более мягкой водой, в которых не бывает цветения, реакция весь год нейтральная и слабо кислая. Эти озера представляют переход к другой группе, дистрофным озерам (Круглое, Долгое оз.). Типичные дистрофные озера характеризуются постоянно кислой реакцией рН 5.0 и меньше (Нехлюдово оз. и Великое Ряз. губ.).

Brehm и Ruttner ²⁾ в работе о биоценозах Лунцских водоемов сообщают об активной реакции в Lunzer Untersee. Это озеро с очень жесткой водой (200 мг. солей на литр) и естественно, что колебания реакции в нем были небольшие. Нормальная активная реакция в этом водоеме рН 7.7—7.8. При усиленной ассимиляции во взрослей рН увеличивается до 8.2, при накоплении CO_2 у дна падает до 7.3. Колебания несколько значительнее в прибрежных зарослях макрофитов (Elodea). рН до 8.4.

О реакции самого Глубокого озера тоже есть сведения в нескольких работах.

Кузнецов и Дуплаков ³⁾ дают краткие сведения об активной реакции в Глубоком озере на основании наблюдений 1922 года. Реакция была нейтральной у поверхности 16/VII, рН 7.2. Затем постепенно наступило подщелочение, рН 8.0 11/VIII, максимум которого был достигнут 24/VIII рН 8.5, а потом реакция опять стала нейтральной рН 7.2 19/IX. Начиная со слоя температурного скачка и до дна реакция ниже нейтральной, рН 6.8—6.9, с минимумом у дна 11/VIII, когда рН было 6.6. Во время осенней циркуляции во всей толще рН 7.1, и зимой 6.7—6.8.

Затем, двумя годами позднее, Кузнецов ⁴⁾, в работе касающейся распределения бактерий в Глубоком озере, приводит таблицу химических анализов, произведенных в 1923 и 1924 годах. Из этой таблицы видно, что летом 1923 года сильного подщелочения в верхних слоях

¹⁾ S. N. Skadowsky. *Über die aktuelle Reaktion der Süßwasserbecken und ihre biologische Bedeutung.* Verhandl. d. International. Vereinigung f. theor. und angew. Limnologie. Bd. III s. 109. 1926.

²⁾ V. Brehm und F. Ruttner. *Die Biocönos der Lunzer Gewässer.* Internation. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. XVI, 1926 г.

³⁾ С. И. Кузнецов и С. Н. Дуплаков. *Физико-химические исследования Глубокого озера и вертикальное распределение планктона в нем.* Русск. Гидробиол. Журн. Т. II, № 8—10, 1923.

⁴⁾ С. И. Кузнецов. *Результаты бактериологических исследований воды Глубокого озера.* Труды Гидробиол. Стан. на Глубоком озере. Т. VI, вып. 2—3, 1925 г.

не было и реакция все время соответствовала рН 7.4—7.6. В глубинных слоях рН 6.7—6.9. Зимой (14/I—1924) у поверхности рН 7.3, у дна 7.0. Летом 1924 картина была несколько иной т. к. в августе (9/VIII) на поверхности подщелочение дошло до рН 8.8; в остальных слоях рН как и в предыдущее лето.

Наконец, в вышеупомянутой работе Скадовского, среди других озер есть данные и о Глубоком. В таблице I приведены годовые колебания реакции, которые для поверхности равны рН 6.7—9.0, а для дна 6.5—6.9; вертикальное изменение рН летом от поверхности к дну было 9.0—6.8. В таблице II дана кривая для изменения рН с глубиной для 5/VI—1924 года, из которой видно, что на поверхности рН было 8.8, на верхней границе температурного скачка рН резко падало, так что на 5 метрах реакция соответствовала рН 7.0 и дальше с глубиной изменение шло медленно до рН 6.5 на 30 метрах.

Эти сведения давали общее представление об активной реакции в Глубоком озере, но их отрывочность, а главное отсутствие регулярных зимних наблюдений, не позволяло нарисовать окончательную и подробную картину годичного режима реакции. Поэтому мною были предприняты наблюдения над реакцией, которые продолжались с июля 1925 года до октября 1926 года; результаты их и послужили материалом для настоящей заметки. Пользуюсь здесь случаем выразить мою глубокую благодарность С. И. Кузнецову, с которым мы произвели часть наблюдений совместно, и Г. Г. Винбергу, любезно проделавшему анализы летом 1926 года во время моего отъезда.

Реакция определялась колориметрически с индикаторами нейтральрот и фенол-фталейн. Позднее нейтральрот был заменен бром-тимол-блау; надо заметить, что с бром-тимол-блау значения рН всегда получались на 0.1—0.15 ниже чем с нейтральрот. Выяснить причину этого не удалось, но это отклонение нельзя приписывать влиянию индикатора, т. к. концентрация его была минимальной. Стандартами служили буферные смеси фосфатов и буры с борной кислотой, проверенные электрометрически. Летом определения производились на месте взятия проб в лодке. Зимой пробы сохранялись в склянках с притертыми пробками в темном ящике и реакция исследовалась в лаборатории часа через $1\frac{1}{2}$ —2 после взятия пробы.

Глубокое озеро имеет мягкую воду; результаты немногочисленных анализов дали среднюю величину для СаО равной 9 мг. на литр; определения произведенные в 1912—13 годах ¹⁾ дали для содержания СаО 10—11 мг. на литр. Связанная углекислота колеблется довольно значительно, по наблюдениям прежних лет ²⁾ от 4 к. см. до 7.8 к. см. СО₂ на литр. Мои определения в общем совпадают с этими данными, но пределы колебания несколько меньше. Удельная электропроводность воды, в соответствии с бедностью электролитами, низкая; в среднем $K_{18}=0.48 \cdot 10^{-4}$ и колебания ее в течение года сравнительно незначительны 0.42 — 0.56. Только весной, когда озеро еще не освобождено от льда, и на поверхности скапливается талая вода, в слое 0,5 метра толщиной содержание солей делается еще меньше и электропроводность, например, 20/IV—1926, была $0.12 \cdot 10^{-4}$. Содержание органических веществ довольно высоко; окисляемость фильтрованной воды в среднем была найдена равной 14 мг. О₂ на литр. Вода окрашена в

¹⁾ См. Н. В. Воронков. Вертикальное распределение кислорода в Глубоком озере и некоторые другие сведения по химизму последнего. Труды Гидробиолог. Станции на Глубоком озере. Т. V, вып. 1, 1913 г.

²⁾ С. И. Кузнецов и С. Н. Дуплаков (l. c.).

буровато-желтый цвет, т. к. большая часть органических веществ происходит из окружающих болот и имеет гуминовый характер. Глубокое озеро богато кислородом и обычно, даже в период наибольшего обеднения в конце лета, в придонных слоях его содержание не падает ниже 2—3‰. Но 1926 год представлял в этом отношении исключение; в сентябре у дна кислорода было менее 0,5 к. см. на литр; это самая низкая величина, полученная за много лет, в течение которых в озере велись наблюдения над растворенным кислородом. Свободная углекислота в поверхностном слое во время максимального развития фитопланктона исчезает совсем, но ненадолго. Наоборот, на дне, к концу лета и перед вскрытием, свободная CO_2 накапливается в

Таблица I.

Глубина в метрах	0	2	4	6	8	12	16	20	23	30
Июня 16—1925	7.5	7.5	7.5	7.2	6.9	6.9	6.9	6.8		6.7
Июля 13—1925	8.5	8.4	6.8	6.8	6.6	6.6	6.5	6.5		6.5
Июля 29—1925	8.7	8.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5		6.5
Августа 18—1925	9.2	8.9	7.2	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		6.5
Сентября 19—1925	7.1	7.1	7.1	7.1	6.6	6.6	6.6	6.6		6.6
Октября 22—1925	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0		7.0
Ноября 15—1925	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8		6.8	
Января 29—1926	7.0		6.9		6.9		6.7		6.6	
Марта 1—1926	7.0		7.0		6.7		6.7		6.6	
Марта 26—1926	7.0		6.8		6.8		6.7		6.6	
Апреля 20—1926	6.9		6.8		6.7		6.6			
Мая 20—1926	7.1		6.7		6.7		6.7	6.7		6.6
Июня 16—1926	7.3		7.2		6.6		6.4	6.4		6.4
Июля 17—1926	7.5		6.4		6.4		6.4	6.4		6.3
Августа 19—1926	8.0	7.8	6.6	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4		6.4
Августа 28—1926	7.1		6.9		6.4		6.4			6.4
Сентября 16—1926	7.1	7.1	7.1	6.7	6.4	6.4	6.4	6.4		6.3
Сентября 30—1926	7.0		7.0		6.8	6.4	6.4			6.3

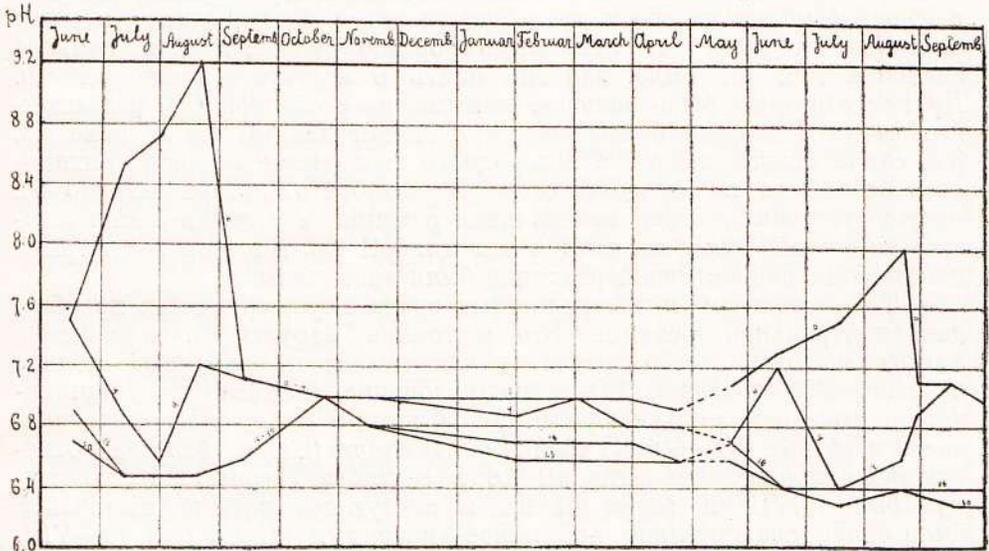
значительных количествах, и ее содержание, иногда, может доходить до 12 к. см. на литр. Замерзание озера обычно происходит в конце октября, или в начале ноября, а вскрытие в апреле.

Активная реакция. В таблице I приведены результаты послойного определения pH за исследованный промежуток времени. На рис. 1 представлено графически изменение pH, но не во всех слоях, а только для глубин 0,4, 16 и 30 метров. Зимой наблюдения производились не на самом глубоком месте, а в пункте, где глубина

была 24 метра. Поэтому на рисунке для зимы 30-ти метровая кривая заменена кривой для 23 метров. В июне 1925 года, когда начаты были наблюдения, в слое от 0 до 4 метров рН 7.5. К 8 метрам эта величина падает до рН 6.9 и, очень медленно изменяясь, доходит у дна до 6.7. Затем реакция поверхности и глубин расходится все более и более. К середине июля на поверхности рН 8.5 и подщелочение продолжает усиливаться до 18/VIII, когда была отмечена максимальная щелочная реакция, рН 9.2, не только для этого лета, но и вообще для всего периода наблюдений. К середине сентября реакция

Рис. 1.

Fig. 1.



Концентрация водородных ионов в различных слоях Глубокого озера в 1925-26 году (числа над кривыми обозначают глубины).

The hydrogen ion concentration in lake Glubokoje at the different depths in 1925-26 (numbers above curves mean the depth).

верхнего слоя опять стала нейтральной рН 7.1. Летняя щелочная реакция ограничена слоем всего в 2—3 метра, как это показывает кривая для 4 метров. Кривая для 4 метров идет параллельно кривой для глубин, но в августе она опять поднимается до рН 7.2. В то время как у поверхности, вследствие фотосинтеза, рН доходит до максимальной величины и возвращается опять к нейтральному значению с уменьшением фитопланктона, в глубинных слоях, наоборот, вследствие накопления свободной CO_2 водородный показатель падает до 6.5 в июле и эта величина остается до сентября. Уже 19/IX видны первые признаки наступающей осенней циркуляции—от поверхности до 6-ти метров реакция выравнялась рН 7.1. Анализ, произведенный 22/X совпал с моментом полного перемешивания, и во всей толще воды реакция нейтральная. На рисунке это обозначено сходимением всех кривых в одной точке; на самом деле, это состояние однообразия реакции длится некоторое время, но анализы производились недостаточно часто, чтобы это уловить. После замерзания озера между реакцией на поверхности и на глубине опять происходит расхождение. Однако теперь это расхождение гораздо меньше и обусловлено только

накоплением свободной CO_2 в глубоких слоях. У поверхности, начиная с сентября и до середины мая, т. е. до окончания весенней циркуляции, реакция остается неизменной рН 7.0. В остальных слоях рН постепенно падает и в январе оказывается на 4 метрах 6.9, на 16 метрах 6.7, и на 23-х 6.6. Такое положение остается без изменения до конца марта, а в апреле (20/IV) реакция и на 16 метрах оказывается рН 6.6; к сожалению, на 23-х метрах 20/IV определения произвести не удалось. Озеро очень быстро освободилось от льда в последних числах апреля. Не удалось произвести анализа и в последующий период весенней циркуляции, но по видимому он был короток и 20/V уже произошло изменение реакции в верхних и нижних слоях ¹⁾. Дальше, в течение лета 1926 года, ход изменений реакции в общем был тот же что и предыдущим летом. Были, однако, и отличия. Подщелочение это лето было гораздо слабее, и максимальное значение для рН было найдено опять в августе и равно рН 8.0. Другим отличием было большое накопление свободной CO_2 в придонных слоях и поэтому более низкие значения для рН 6.4 и даже 6.3. Это самое низкое значение водородного показателя, которое приходилось наблюдать в Глубоком озере. В сентябре от поверхности до 4-х метров устанавливается нейтральная реакция, а у дна все еще остается типичная для лета кислая реакция рН 6.3. На этом регулярные наблюдения над активной реакцией были закончены.

Таким образом в поверхностных слоях Глубокого озера преобладает нейтральная реакция. Это состояние нарушается в течение летних месяцев, когда развитие фитопланктона вызывает полное исчезновение свободной CO_2 и подщелочение. Подщелочение начинается в июне и максимума достигает, обычно, в августе. Его интенсивность в разные годы бывает различна. Кузнецов (l. c.) в 1923 году отметил максимальное значение рН 7.6 в сентябре. Летом 1925 г. максимум был 18/VIII и равен рН 9.2, а следующее лето подщелочение было опять сравнительно небольшое—максимум рН 8.0 был 19—VIII. Эти различия в отдельные годы зависят от количественного развития фитопланктона и, вероятно, от его качественного состава. Параллельно с химическими анализами мною брались пробы отстойного планктона. Результат подсчета водорослей в пробах с поверхности для летних месяцев приведен в таблице II. Количества указаны для одного литра.

Таблица II.

	1925 год.				1926 год.				
	16/VI	18/VIII	19/IX	20/IV	20/V	16/VI	17/VII	19/VIII	16/IX
Diatomaceae	48.000	0	0	500	241.500	11.500	0	2.100	6.000
Cyanophyceae	2.500	82.000	24.000	0	0	4.500	11.200	5.000	3.500
Ceratium hirundinella	1.000	330.000	1.500	0	0	1.100	24.100	100.000	22.600

¹⁾ Т. к. в этот промежуток должно было произойти выравнивание реакции во всех слоях, то на рисунке кривые обозначены пунктиром.

Зимой фитопланктон очень беден, почти отсутствует. После вскрытия озера начинается развитие днатомовых, которое достигает своего максимума или в мае (1926 г.) или в июне (1925 г.), но их количество не настолько велико, чтобы вызвать подщелочение реакции или, как в мае 1926 г., они хотя и были в значительном количестве особей, но принадлежали к чрезвычайно мелкому виду. С июня начинается развитие *Ceratium hirundinella* и синезеленых; среди последних главную роль играет *Aphanizomenon flos aquae*. Реакция с этого времени у поверхности изменяется в соответствии с изменением количества этих водорослей. Из таблицы видно различие в развитии планктона в 1925 и 26 году. В первом количество его было значительно больше, соответственно и значение рН было велико 9.2. Летом 1926 года количество *Ceratium hirundinella* было меньше, а синезеленые почти совершенно отсутствовали и максимальное рН было только 8.0.

Если у поверхности преобладает нейтральная реакция, сдвигаемая только на короткий срок в щелочную сторону, то в более глубоких слоях, лежащих ниже верхней границы температурного скачка летом, и глубже 8 метров зимой, рН почти круглый год ниже нейтральной точки, т. е. меньше 7.0. Это происходит от накопления свободной CO_2 , которая выделяется при химических изменениях, протекающих в донных отложениях озера. На короткий срок весной и осенью, во время полной циркуляции, и на этих глубинах устанавливается нейтральная реакция. Накопление свободной CO_2 особенно велико в самом придонном слое и здесь же наблюдаются самые низкие значения рН. Летом этот процесс протекает интенсивнее чем зимой, поэтому и рН падает летом заметнее. В различные годы минимальное значение для рН колеблется, что совпадает с неодинаковым содержанием CO_2 . Так летом 1925 года минимальное значение рН 6.5 наблюдалось в июле и августе в придонном слое, свободной CO_2 в это время было 9.0 к. см. на литр. Зимой в придонном слое рН 6.6, а свободный CO_2 8.0 — 8.2 к. см. на литр. Летом 1926 года минимальное значение рН было еще ниже—6.3 16/IX и к этому времени свободной CO_2 накопилось 12.2 к. см. на литр.

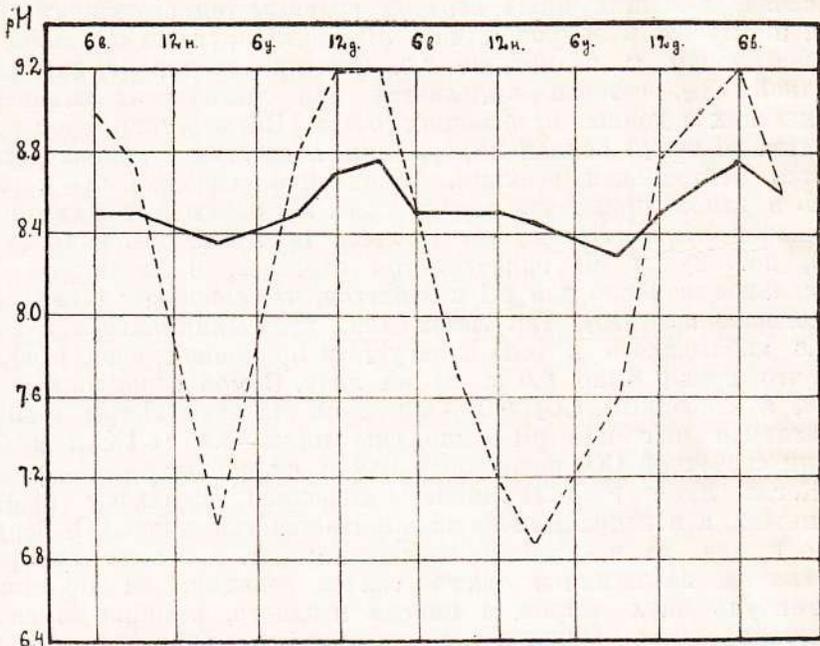
Когда летом в эпилимнионе интенсивно протекают процессы фотосинтеза, а в гиполимнионе накапливается свободная CO_2 , берущая начало у дна, то на границе между ними, т. е. в зоне температурного скачка, наблюдается также скачек реакции: на протяжении каких-нибудь двух метров, а иногда и одного, реакция изменяется чрезвычайно резко. Примером могут служить наблюдения в июле 1925 г., 13/VII на глубине 2 метров рН 8.4, а на 4 метрах рН падает до 6.8; еще более резкое падение и на меньшем протяжении, было отмечено 29/VII, когда на 2 метрах рН было 8.6, а на 3 метрах 6.8; на протяжении всего одного метра рН изменилось на 1.8. Когда кончается период сильного развития фитопланктона, то этот громадный скачек сглаживается, но окончательно он пропадает только с исчезновением температурного скачка при наступлении осеннего перемешивания.

Если в вертикальном направлении в озере почти постоянно существуют различия в реакции, то этого нельзя сказать о горизонтальном распределении рН. Два поперечных разреза с вертикальными промерами, были проделаны, один в июле, а другой в августе 1925 года. Оба эти разреза показали, что во всех частях озера реакция одинакова, никаких заметных колебаний в горизонтальном направлении нет. Даже в прибрежных зарослях макрофитов реакция мало, или совсем

не отличается от пелагической зоны. Заросли Глубокого озера состоят главным образом из полупогруженных растений, *Equisetum*, *Lysimachia* и *Phragmites*, или из растений с плавающими на поверхности листьями: *Polygonum*, *Nuphar*, *Sparganium* и др. Ассимилирующие части всех этих форм находятся или вне воды, или плавают на поверхности и на реакцию воды оказать влияния не могут. Однако, иногда в отдельных пунктах озера, на этих зарослях развиваются чрезвычайно пышно нитчатые водоросли. Особенно хорошо развиваются нитчатые в зарослях хвоща. В моменты такого развития нитчатых водорослей реакция в зарослях может очень заметно отклоняться от реакции в остальном озере. Но тут играет очень важную роль время наблюдения. Во время сильного развития нитчатых активная реакция в зарослях претерпевает очень сильные суточные колебания. В пелагической же части озера эти суточные колебания или совершенно незаметны, когда

Рис. 2.

Fig. 2.



Суточные колебания активной реакции в пелагической зоне (—) и в прибрежной заросли (----) 2 и 3 августа 1925 г.

Diurnal changes in hydrogen ion concentration in pelagic Zone (—) and in the littoral vegetation (----) during 2 and 3 August 1925.

реакция близка к нейтральной рН 7.0 — 7.6, или незначительны, когда реакция щелочная. Может случиться, что наблюдения придется на момент, когда различия в озере и в зарослях нет, а может случиться, что они будут очень значительны.

В первых числах августа 1925 года, когда в озере фитопланктон был сильно развит и реакция была довольно щелочная, в одной из зарослей хвоща очень пышно вегетировала *Spirogyra*. Мною за это время были проведены суточные наблюдения над колебанием рН как в озере, так и в упомянутой заросли. Определения реакции были проведены через каждые 3 часа в течение двух суток 2 и 3 августа.

На основании этих определений начерчены кривые на рис. 2. Этот рисунок прекрасно иллюстрирует то могучее влияние, которое фотосинтетическая деятельность водорослей может оказывать на рН. Суточные колебания рН в пелагической зоне были не очень велики: днем, к 3 часам, рН доходило до 8.75, затем падало, сначала более резко, а потом очень постепенно, в течение всей ночи и минимум рН 8.3 приходился на утренние часы. В хвое, или, вернее в скоплении *Spirogyra*, ход суточных изменений рН был тот же, но размах колебаний был во много раз больше. Суточные колебания в пелагической зоне укладывались в пределе 0.4 рН, а здесь крайние значения были 6.9—9.2. Днем, приблизительно от 9 часов утра и до 6 часов вечера, реакция в заросли была щелочнее чем в озере: с вечера и до утра реакция была кислее чем в озере и доходила до рН 6.9—7.0 в 3 часа утра. Каждое утро и вечер были моменты, когда активная реакция и тут и там выравнивалась. Кривая суточных колебаний рН в заросли *Spirogyra*, полученная мною при наблюдениях в озере, совершенно совпадает с кривыми, которые приводит Шутов ¹⁾ в своей экспериментальной работе над влиянием фотосинтеза на электропроводность и активную реакцию. В его экспериментах колебания реакции были еще значительнее, но характер кривых совершенно одинаковый.

В заключение интересно сравнить Глубокое озеро с озером *Mendota*, для которого известен подробный годичный режим реакции. *Mendota* типичное эвтрофное озеро с содержанием СаО равным 23 мг. на литр; реакция в нем вообще гораздо щелочнее чем в Глубоком. В первом озере круглый год у поверхности рН больше 8.0, а во втором, как явствует из всех наблюдений, преобладает нейтральная. Далее, в то время как в Глубоком подщелочение бывает только летом и на короткий срок, в озере *Mendota* оно длится гораздо дольше и не только летом, но и зимой, под льдом. Процессы распада на дне в оз. *Mendota* идут так интенсивно, что O_2 на глубине совершенно исчезает и накапливается углекислота и даже сероводород, что понижает рН очень сильно—до 7.3. Размах колебаний реакции в *Mendota* меньше (1.6 рН) чем в Глубоком озере (2.9 рН), что понятно, т. к. содержание бикарбонатов в воде последнего меньше и буферное действие, следовательно, тоже меньше. Таким образом, различное содержание бикарбонатов в этих двух озерах вызывает различные реакции вообще, а большая интенсивность процессов распада у дна в оз. *Mendota* обуславливает большие отклонения в сторону кислую, тогда как в Глубоком отклонения больше в щелочную сторону при развитии планктона.

Вышеизложенные наблюдения 1925 и 1926 г.г., подтверждая все что было известно о реакции в Глубоком озере, раздвигают крайние пределы значений рН еще больше и указывают, что, благодаря мягкой воде, даже при том сравнительно невысоком напряжении биологических процессов, какое в озере имеется, реакция может колебаться в чрезвычайно широких пределах.

¹⁾ D. A. Schutow. Assimilation der Wasserpflanzen und die aktuelle Reaktion des Milieus. Zeitsch. f. wissenschaft. Botanik. Bd. 2. H ²/₃ 1926 r.

1/p

THE HYDROGEN ION CONCENTRATION IN THE LAKE „GLUBOKOJE“

A. P. Scherbakoff.

1. The hydrogen ion concentration in the lake Gloubokoje has been studied during the years 1925 and 1926. Observations were made periodically. The results are given in table I; in fig. 1 the changes in hydrogen ion concentration at 0,4,16, and 30 meter depths are graphically shown.

2. According to the small amount of bicarbonates in the water of lake Gloubokoje the reaction fluctuates in wide limits from pH 6.3 to pH 9.2.

3. The surface stratum of the lake has a neutral reaction pH 7.0 for the greater part of the year. But in the summer, especially in July and August, reaction becomes alkaline and pH rises to 8.8 and even to 9.2. Alkaline reaction in the upper stratum is caused by the activity of phytoplankton, and according to its quantitative development in different years pH rises more or less.

4. In the depth pH is less than 7.0 all the year, except the periods of spring and autumn overturning, when the entire body of water has an uniform neutral reaction pH 7.0. The lowest pH were observed near the bottom, with the minimum pH 6.3 in the summer of 1926.

5. In the littoral vegetation of the lake Gloubokoje in Summer the filamentous alga sometimes develop abundantly, and then the hydrogen ion concentration in such places undergoes marked diurnal changes. The curves in fig. 2 represent results of pH determinations for every 3 hours in the open lake and in a littoral vegetation where Spirogyra was developed.



Цена 1 р.

Зрк
Г464

Научная библиотека МГУ



48984126