

Главное Управление Научных Учреждений
(ГЛАВНАУНА).

ИДУ ВЗ

ТРУДЫ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:
А. В. РУМЯНЦЕВА.

Том VI Выпуск 5.

ARBEITEN
der HYDROBIOLOGISCHEN STATION
am SEE „GLUBOKOJE“.

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

Band VI. Lieferung 5.

МОСКВА

Издание Глубокоозерской станции.

1930.

MOSKAU

57019.
ТРУДЫ

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.**

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:
А. В. РУМЯНЦЕВА.

Том VI Выпуск 5.

ARBEITEN

der HYDROBIOLOGISCHEN STATION

am SEE „GLUBOKOJE“.

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

Band VI. Lieferung 5.

ЗФК
Г464

ОГЛАВЛЕНИЕ

С. Г. Крыжановский. О биологическом значении псевдобранхи костистых рыб	Стр. 1
Г. С. Карзинкин, С. И. Кузнецов, З. И. Кузнецова. К выяснению причин динамики кислорода в воде Глубокого Озера	9
А. М. Рубинштейн. Дальнейшие наблюдения над химизмом воды зарослей Глубокого Озера	28
В. С. Гресе. Некоторые моменты из истории развития Глубокого Озера . .	41
Н. С. Дуплаков. К изучению обрастаний прудов	48
В. С. Ивлев. К изучению обрастаний Полкарповского пруда	70

INCHALTSVERZEICHNIS

S. G. Kryzanovsky. Ueber die biologische Bedeutung der Pseudobranchie der Knochenfische	86
G. Karsinkin, S. Kusnetzow, Z. Kuznetzowa. Zur Aufklärung der Ursachen der Dynamik des Sauerstoffs im Wasser des Sees Glubokoje . .	91
A. M. Rubinstein. Ueber den Chemismus des Wassers in den Beständen des Sees Glubokoje	94
S. N. Duplakoff. Zur Untersuchung des Bawuchses der Teiche	96
W. S. Ivlev. Zur Frage über den Bewuchs in den Teichen. (Beobachtungen über den Bewuchs in dem Polikarpovskij Teiche)	101
B. S. Grese. Einige Momente aus der Entwicklungsgeschichte des Glubokoje Sees .	104

Библиотека
Московского Университета
им. М. В. Ломоносова

107457

Р. 10468

Мособлит № 17.698

5 1/2 п. л.

Тираж 700 экз.

Типография „Шестой Октябрь“, треста „Мособлполиграф“ г. Загорск, Моск. обл.

О биологическом значении псевдобранхий костистых рыб.

С. Г. Крыжановский.

Не только относительно биологического значения псевдобранхий до сих пор почти ничего неизвестно, но даже относительно морфологического значения ее еще не вполне согласны в том, что она у всех рыб представляет остаток передней спиракулярной полужабры. Тогда как у большинства сельхозных, несмотря на сохранение спиракулярной щели, псевдобранхия является очень редуцированной и рудиментарной, — у многих костистых рыб, несмотря на полную редукцию спиракулярной щели, псевдобранхия является подчас мощно и прогрессивно развитым органом. Помимо чисто теоретического интереса этого явления, оно для нас интересно и в биологическом отношении. Но решение биологической проблемы для взрослых рыб затрудняется не столько тесным отношением псевдобранхий к кровоснабжению глаза (из псевдобранхий выходит главный сосуд глаза—*a. ophthalmica magna*) сколько разнообразием ее строения.

Наиболее совершенно развитая свободная гребневидная псевдобранхия имеет свободные жаберные лепестки, в общем также построенные, как и лепестки на жаберных дугах. Такую псевдобранхию из рыб Глубокого озера имеют *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Perca fluviatilis* и *Acerina cernua* (также *Leucaspis delineatus*—из Таракановского пруда). Самые большие лепестки псевдобранхий такой же величины, как лепестки жаберных дуг, к краям же лепестки постепенно становятся короче. Дорсальные лепестки, находящиеся в углу, образуемом жаберной крышкой и 1-ой жаберной дугой обычно бывают скомканы и загнуты друг на друга, словом утрачивают правильное гребневидное расположение, кроме того часть лепестков срастается друг с другом по два и по три, частично или на всем протяжении (обычно у *Perca*). Количество лепестков псевдобранхий различно для разных видов, но оно варьирует и в пределах одного вида (табл. I). В некоторых случаях оно увеличивается параллельно с увеличением количества лепестков на жаберных дугах (*Leucaspis*,—*Rutilus*, *Abramis*,—*Perca*,—табл. I), но строгого параллелизма между обоими количествами не существует даже в пределах одного вида: так напр., у одного экземпляра *Perca* при 27 лепестках псевдобранхий 1-ая жаберная дуга имеет 122 лепестка, а у другого экземпляра при 40 лепестках псевдобранхий 1-ая жаберная дуга имеет всего лишь 97 лепестков. Такое же отсутствие параллелизма заметно у рыб со скрытой псевдобранхией.

Скрытая псевдобранхия лежит под более или менее толстым слоем слизистой оболочки, которая ее совершенно скрывает (она просвечивает в виде красного тельца только у *Esox*). Отпрепаро-

Таблица I.

Тип псевдо- бланхи	Название рыбы	Количество лепестков:		
		псевдо- бланхи	1-й жаберной дуги	
С в о б о д н а я	<i>Leucaspius delineatus</i>	9	35	
	<i>Rutilus rutilus</i>	16	64	
	<i>Abramis brama</i>		20	122
			22	114
			30	93
	<i>Perca fluviatilis</i>		27	122
			30	100
			31	94
			35	121
			36	132
			39	122
	С к р ы т а я	<i>Lota vulgaris</i>	5	100
<i>Carassius carassius</i>		10	73	
<i>Esox lucius</i>		32	248	

Табл. I. Количество лепестков псевдобланхи и 1-й жаберной дуги у взрослых рыб.

ванная, она представляет гроздевидный комок, в котором можно различить тесно прижатые и смятые жаберные лепестки, снабженные даже хрящевыми лучами, как нормальные жабры (*Carassius*, *Lota*, но у *Esox* — лучей нет). Скрытая псевдобланхия бывает двух типов. Один тип характеризуется тем, что в личинчатом состоянии псевдобланхия бывает свободной и построенной совершенно также, как обычная свободная гребневидная псевдобланхия (карась, налим); другой тип характеризуется тем, что псевдобланхия с самого начала развития бывает скрытой (вернее говоря, погруженной в окружающую ткань) и свободного состояния никогда не имеет (щука). Помимо

свободной гребневидной и скрытой псевдобранхий существует ряд переходных типов. Также различаются они и по способам кровоснабжения. Но эти подробности в данном случае значения не имеют.

Для решения вопроса о биологическом значении псевдобранхий как свободной, так и скрытой можно применить метод удаления их. Свободная псевдобранхия у взрослых рыб (у окуня и плотвы) удаляется очень легко без нарушения кровоснабжения глаза. При вырезывании всех лепестков псевдобранхии можно сохранить нетронутым самое основание ее, в котором проходят главные сосуды; в результате кровоснабжение глаза не страдает (т.е., оно страдает лишь первое время после операции, пока рана кровоточит). Можно удалить псевдобранхию на одной или на обеих сторонах головы. При одностороннем удалении псевдобранхии рыба держится в спокойном состоянии косо, склонившись на один бок, именно на тот, где произведена операция. Это положение рыба сохраняет иногда несколько дней, но затем восстанавливает нормальное положение. При двустороннем удалении псевдобранхии также наблюдается неравное стояние рыбы. Может быть, это явление зависит от того, что вследствие повреждения сосудов глаза получают неодинаковое количество крови.

Оперированные рыбы содержались около 3-х летних месяцев (июнь-август), они схватывали пищу также, как и нормальные рыбы и не обнаруживали резко заметных дефектов способности зрения (не наткнулись на предметы и различали свет и тень). Ни в строении, ни в пигментации глаза также не было заметно никаких изменений по сравнению с неоперированными рыбами, содержавшимися при тех же условиях.

Скрытая псевдобранхия сравнительно легко может быть удалена у щуки. Для опыта брались щурята—сеголетки, длиной около 10 см. Операцию они переносят нетрудно, хотя часть их все же погибает через несколько дней после операции. Непосредственно после операции, независимо от того, с одной или с обеих сторон удалена псевдобранхия, щурята стоят не горизонтально, а наклонно—головой в низ. Но нормальное положение быстро восстанавливается и щурята начинают великолепно питаться, схватывая пищу также проворно, как неоперированные. В дальнейшем они ни чем не отличаются от нормальных рыб, растут также интенсивно и их глаза не обнаруживают никаких морфологических изменений. У всех этих рыб псевдобранхия регенерировала, т.е., по видимому, она была удалена не полностью. Но в тех случаях, когда удается удалить псевдобранхию полностью—рыбы слепнут, т.е., у них мутнеет и становится молочно-белым хрусталик. По видимому, это зависит от прекращения кровоснабжения глаза, которое наступает неизбежно при полном двустороннем удалении псевдобранхии, благодаря особенностям в расположении ее сосудов. Какие при этом происходят морфологические изменения в глазу—сказать пока еще нельзя, потому что щурята еще воспитываются (несмотря на слепоту, они хорошо находят себе пищу).

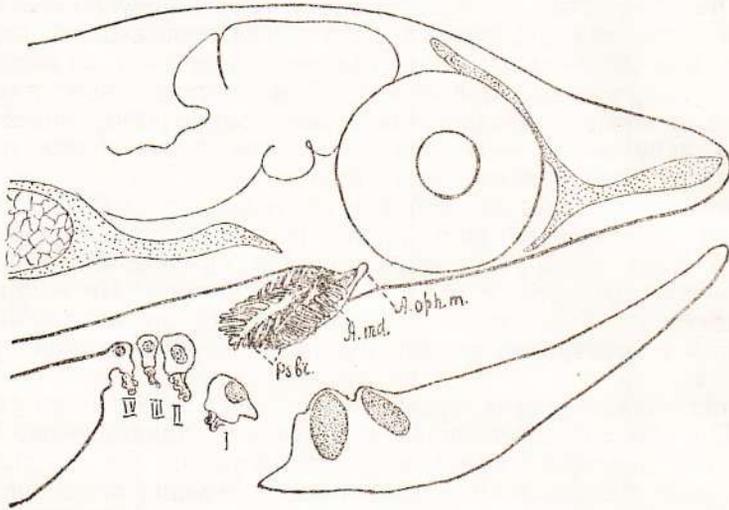
Таким образом из сказанного нельзя заключить, чтобы псевдобранхия взрослых рыб несла какую нибудь специфическую функцию и по крайней мере по отношению к свободной псевдобранхии можно предполагать, основываясь на сходстве ее строения с жабрами, что функция ее тождественна с функцией последних. Но, разумеется, этот отрицательный результат, особенно по отношению к скрытой псевдобранхии типа *Esox*, не должен считаться окончательным, потому что опыты должны носить более длительный характер.

Значение псевдобранхии во многом лучше объясняется ее разви-

тием. Свободная псевдобранхия закладывается и развивается раньше жаберных лепестков др. жаберных дуг (только у Teleostei; у прочих рыб, наоборот, она развивается значительно позже).

В то время, когда жаберные лепестки представлены лишь в виде маленьких бугорков и еще не могут иметь никакого функционального значения, лепестки псевдобранхии являются огромными образованиями, богато снабжаемыми кровью. Построены они более или менее сходно с лепестками жаберных дуг, т. е., являются перистыми образованиями или имеют вид листиков, в которых, однако, сохраняется перистое расположение сосудов. На рис. 1 представлена псевдобранхия личинки

Рис. 1.



Abramis brama, возр. 1 месяц. 2 лепестка псевдобранхии, видимые в различном положении. A. md. — art. mandibularis, A. oph. m. — art. ophthalmica magna. 1—IV—жаберные дуги в разрезе. Частичная реконструкция по сагит. срезам.

леща с двумя лепестками. Параллельно с развитием лепестков на жаберных дугах продолжается развитие лепестков псевдобранхии: число их постепенно увеличивается, причем новые лепестки псевдобранхии также закладываются более крупными, чем лепестки жаберных дуг. Впоследствии эта разница в величине лепестков отчасти сглаживается, отчасти изменяется в обратном отношении. Изменения количества и размеров лепестков псевдобранхии *Rutilus* изображены на таблице II.

Как сказано, скрытая псевдобранхия тина карася и налима первоначально закладывается и существует в виде свободной псевдобранхии. Лепестки ее также развиваются раньше лепестков жаберных дуг и первоначально также бывают большой величины, хотя и не такой, как напр., у леща,—не крупнее лепестков жаберных дуг. Относительные размеры тех и других лепестков показаны на таблице II (карась). С течением развития также происходит уменьшение относительных размеров лепестков псевдобранхии. Трехмесячный карасик уже имеет скрытую псевдобранхию.

Из указанных фактов с полным основанием можно заключить, что псевдобранхия является личиночным органом дыхания некоторых костистых рыб, и наибольшее значение в этом отношении она должна

Таблица II.

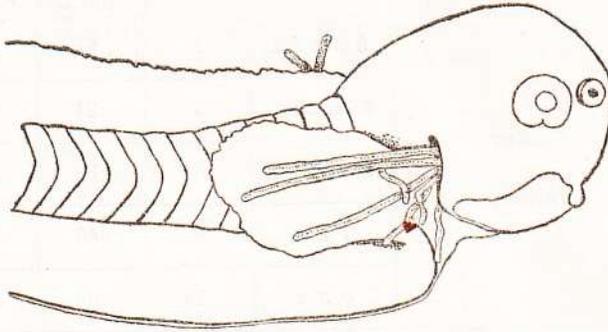
Тип псевдо- вдобранных	Название рыбы	Возраст	Количество лепестков:		Размеры наибольшего лепестка:	
			псевдо- бранхии	1-й жаберной дуги	псевдо- бранхии	1-й жаберной дуги
С в о б о д н а я	Rutilus rutilus:	3 недели	1	8	4/2	2/1
		2 месяца	5	24	11/7	8/2.5
		3 месяца	8	32	15/6	12/2.5
		1 год	8	40	17/4	18/2.5
		5 лет	19	66	51/7	79/5
С к р ы т а я	Carassius carassius:	2 месяца	3	15	5/3	6/2.5
		3 месяца	4	22	8/4	7/2.5
		1 год	6	44	10/4	15/3
		6 лет	8	79	25/6.	70/5.

Табл. 2. Возрастные изменения размеров и количества лепестков псевдобранхии и 1-й жаберной дуги. Размеры выражены в единицах окуляра-микромметра; 1=65 микр. Числитель обозначает длину лепестка, знаменатель—ширину.

иметь на самых ранних стадиях развития, когда еще не существует лепестков жаберных дуг. Так как вся кровь, вытекающая из псевдобранхии, направляется в глаз, и так как глаза личинок этих костистых рыб к моменту появления псевдобранхии достигают своей максимальной величины (у взрослых рыб они относительно меньше), являясь органами вполне развитыми и отлично функционирующими (личинки ими вращают и выслеживают очень мелкую планктонную пищу), то очевидно, что раннее появление псевдобранхии необходимо для того, чтобы доставить глазам окисленную кровь, в которой они нуждаются для своего раннего и совершенного функционирования больше других органов. Те личинки рыб, глаза которых не имеют раннего основного биологического значения и которые отыскивают лишь донную пищу при посредстве очень рано развивающихся усиков,—или совсем не имеют псевдобранхии (Cobitis, Siluridae и др.), или псевдобранхия у них развивается очень поздно (позже жабр) и носит явно рудиментарный характер (Acidipser). Таким образом очевидно, что псевдобранхия является специально личиночной жаброй глаз. Значение псевдобранхии, как личиночного органа дыхания, подтверждается и рядом других косвенных моментов. Она наиболее мощно развита именно у личинок тех рыб, у которых отсутствуют или очень слабо развиты другие личиночные органы дыхания. У карповых рыб, в отличие от большинства других, как раз отсутствует желточное кровообращение, вне всякого сомнения исполняющее дыхательную функцию (стоит вспомнить живородящих рыб). Хорошую параллель к этому представ-

ляют Cobitidae, у которых также отсутствует желточное кровообращение, но у которых отсутствует и псевдобранхия: у них очень рано закладывается жаберный аппарат (раньше чем у других рыб) и развиваются очень длинные нитевидные жабры, как у селькии или у *Gymnarchaus'a*, которые существуют сравнительно недолго и атрофируются парал-

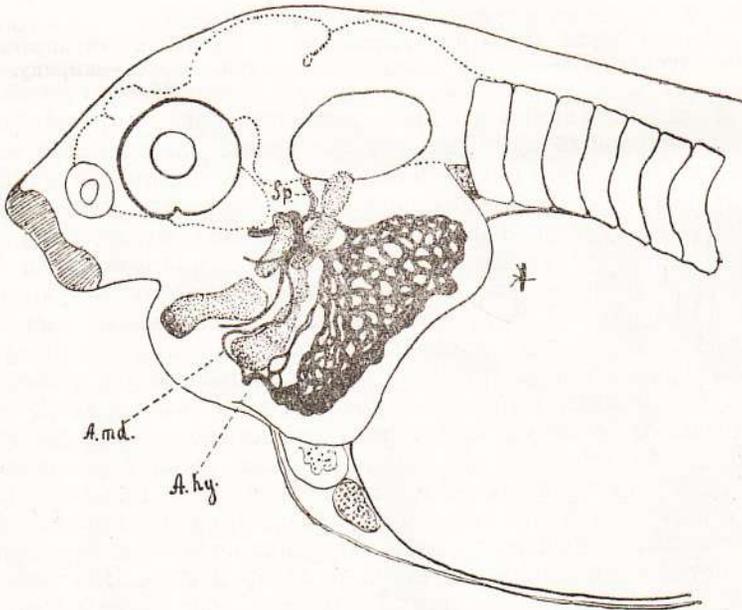
Рис. 2.



Личинка *Cobitis taenia*. Возр. 10 дней. Видны длинные наружные жабры. Тотальный препарат.

ельно с развитием постоянных жабр (рис. 2). Те рыбы, у которых псевдобранхия развивается очень поздно (позже жабр), тоже обычно имеют личиночные органы дыхания даже помимо желточного кровообращения: таким органом у личинок *Chondrostei* и *Holostei* является

Рис. 3.



Личинка *Amia*. Возр.? Видна оперкулярная сосудистая сеть, образованная гипондной артерией. Реконструкция. А. Ну.—гипондная артерия.

жаберная крышка, из которой кровь также несется непосредственно к глазу (Рис. 3).

Разумеется, сказанным не исчерпывается ответ на вопрос о значении псевдобранхии. Если можно считать, что псевдобранхия тех рыб, у которых она развивается очень поздно и носит рудиментарный характер, не имеет существенного биологического значения, то рудиментарное значение скрытой псевдобранхии типа *Esox*, которая в своем развитии не проходит свободного состояния, менее очевидно.

Хотя несомненно, что псевдобранхия отсутствует у рыб с очень маленькими глазами, но ставить величину глаз в причинную зависимость от наличия псевдобранхии — нельзя, потому что есть рыбы с большими глазами, но без псевдобранхии, и есть рыбы с меньшими глазами, но с псевдобранхией. Зависимость между величиной глаз и наличием псевдобранхии — косвенная. Более непосредственная зависимость должна существовать между величиной глаз и интенсивностью их кровоснабжения. Можно различать два типа кровоснабжения глаз. Один тип осуществляется при посредстве *a. ophthalmica magna*, являющейся непосредственным продолжением *a. mandibularis*. Этот тип обычно является более мощным, а иногда и усиливается тем, что получает большой вспомогательный сосуд от наджаберной аорты (*Percs*, *Esox*, *Lota* etc.). Но интенсивность его, разумеется, варьирует, чему соответствуют вариации в величине глаз, начиная от больших (*Abramis*), до средних (*Carassius*) и даже меньше средних (*Lota*). Этот тип всегда (?) сопровождается наличием псевдобранхии: она является жаброй *a. mandibularis*, и при наличии последней нет основания для полной ее редукции. При этом типе кровообращения псевдобранхия или используется в качестве личиночного органа дыхания или сохраняется рудиментарной. При втором типе кровообращения *a. ophthalmica* отходит от *circulus cephalicus* и часто является совсем маленьким сосудом. Этому типу соответствуют самые маленькие глаза (*Siluridae*, *Cobitidae*), хотя могут встречаться глаза средних размеров; бывают ли большие глаза — неизвестно. При этом типе *a. mandibularis* (равно и *a. ophthalmica magna*) у развитых рыб всегда отсутствует: она или очень рано редуцируется (у личинок *Cobitidae*, *Siluridae*) или даже совсем не закладывается (*Polypterus*). Параллельно с редукцией *a. mandibularis* и псевдобранхия всегда отсутствует; можно думать, что неразвитие последней обусловлено именно редукцией первой. Эту параллель можно дополнить указанием на то, что редукция гиоидной артерии у *Teleostei* и *Amia* также сопровождается неразвитием соответствующей жабы (оперкулярной).

Интересно выяснить, в какой отнoгенетической зависимости находятся рост и окончательные размеры глаза от интенсивности кровоснабжения, т. е., обуславливаются ли окончательные размеры глаз их начальными величинами, которым заранее соответствуют определенные интенсивности кровоснабжения или же пониженная интенсивность последнего может влиять тормозяще на рост глаз, обуславливая также уменьшение их размеров.

Хороший материал для сравнения и для решения этого вопроса дают *Abramis* — рыба с большими глазами, с первым типом кровоснабжения и со свободной псевдобранхией, *Carassius* — рыба с меньшими глазами и со скрытой псевдобранхией, тоже с первым типом кровоснабжения и *Cobitis* — рыба с очень малыми глазами, со вторым очень слабым типом кровоснабжения (и без псевдобранхии). Данные относительно начальных величин глаз и их возрастных изменений приведены на таблице III.

Таблица III.

НАЗВАНИЕ РЫБЫ	Начальная величина глаза:	Максимальная величина глаза:	Конечн. велич. глаза при длине рыбы ок. 7 см.:	Отношение конечной величины к начальной:
<i>Cobitis taenia</i> : (без псевдобранхий)	2.75	3.00	2.00	0,73
<i>Abramis brama</i> : (свободная псевдобранхия)	3.75	5.20	4.00	1,07
<i>Carassius carassius</i> : (скрытая псевдобранхия)	3.75	4.75	3.75	1,00

Табл. III. Возрастные изменения относительных размеров глаз (передне-заднего диаметра). Размеры глаз выражены в количествах миотомов туловища каждой рыбы.

Из нее видно, что глаза *Cobitis* закладываются меньших размеров, чем глаза *Abramis* и *Carassius*: продольный диаметр глаз *Cobitis* равен 2,75 миотомам, этот же диаметр глаза *Abramis* и *Carassius* равен 3,75 м. ¹⁾

Но картины возрастных изменений глаз у трех рыб не одинаковы. У *Abramis* происходит быстрое увеличение относительных размеров глаз до 5,20 миот. Эти размеры некоторое время сохраняются, а затем происходит постепенное падение их величины, которое не приводит, однако, к первоначальным размерам. Иную картину представляют возрастные изменения величины глаз у *Carassius*: они также достигают в определенное время максимальной величины, после чего начинается постепенное и медленное их уменьшение, но максимальная и конечная величины глаз караса меньше таковых у леща. Глаза *Cobitis* в своих изменениях первоначально следуют глазам *Abramis*: они тоже относительно увеличиваются, достигая 3 миот. вместо первоначальных 2,75. Но затем размеры их быстро и значительно падают по сравнению с *Abramis*, опускаясь ниже первоначальных размеров, и отношение между размерами глаз леща и *Cobitis* все время увеличивается. Это указывает как будто на то, что глаза *Cobitis* (и *Carassius*) испытывают задержку в росте, сравнительно с глазами *Abramis*.

Таким образом можно думать, что два момента обуславливают дефинитивные размеры глаз: первоначальные размеры глаз и интенсивность их кровоснабжения. В том случае, когда оба момента суммируются, т. е., когда глаз закладывается уменьшенных размеров и когда кровоснабжение его понижено, результат достигается более значительный, чем при наличии лишь одного первого момента. Разумеется, этот вывод нуждается в проверке на других рыбах с разными типами кровоснабжения и с разными размерами глаз.

¹⁾ Глаза измеряются количеством миотомов туловища соответствующих исследуемых экземпляров. Таким путем сразу получаем относительные сравнимые величины. Что этот метод в общем правильный и не приводит к грубым ошибкам, доказывает тождество результатов и в том случае, если, напр., глаза *Cobitis* измерять миотомами *Abramis*, а глаза *Abramis*—миотомами *Cobitis*

К выяснению причин динамики кислорода в воде Глубокого Озера.

(Предварительное сообщение)

Карзинкин Г. С., Кузнецов С. И., Кузнецова В. И.

Глубокое Озеро относится к типу озер, в которых наряду с температурным скачком в летние месяцы присутствует зона кислородного минимума.

Станция уже с 1910—1911 г. ¹⁾ поставила себе задачей выяснить причину подобного явления. В 1913 г. в трудах станции появляется статья Н. В. Воронкова ²⁾, в которой делается попытка объяснить причину слоя минимума кислорода. Указанный автор старался объяснить причину образования этой зоны следующим образом: 1) малым количеством света в этой зоне, что приостанавливает фотосинтез, 2) отсутствием циркуляции, благодаря совпадению верхнего слоя кислородного минимума с температурным скачком; поэтому израсходованный кислород не возобновляется, 3) присутствием в этой зоне большого количества мертвых разлагающихся организмов и, наконец, 4) физиологической деятельностью животных.

Но непосредственная проверка связи распределения кислорода с планктоном ³⁾ и количеством бактерий ⁴⁾ (по методу Коха на агаровых и желатиновых пластинках) не дали никакого положительного результата.

В 1927 г. появилась работа Alsterberg'a ⁵⁾, давшая новый толчок к исследованию причин образования минимума O₂.

Основными факторами, определяющими летний кислородный режим озера (макрослой) по Alsterberg'у, являются: 1) присутствие у дна микрослоев с пониженным содержанием кислорода—вследствие поглощения его илом, 2) деятельность ветра.

¹⁾ Воронков Н. „Краткий отчет о деятельности Гидробиологической станции на Глубоком Озере за период с лета 1910 по осень 1911 г.“ Труды Гидробиол. Ст. на Глуб. Оз. том IV, 1912 г.

²⁾ Воронков Н. „Вертикальное распределение кислорода в Глуб. Оз. и некоторые другие сведения по химизму последнего“ Тр. Гидробиол. Ст. на Глуб. Оз. том VI.

³⁾ Кузнецов С. И. и Душляков С. Н. „Физико-химические исследования на Глуб. Оз. и вертикал. распр. планктона в нем“, Рус. Гидробиол. Журн. том II, № 8—10, 1923 г.

⁴⁾ Кузнецов С. И. „Результ. б. исследов. воды Глуб. Оз.“ Тр. Ст. том VI, вып. 2—3, 1925 г.

⁵⁾ Alsterberg. Die Sauerstoffschichtung der Seen“. Botaniska Notiser 1927, Lund. 1927.

Обеднение макрослоев кислородом объясняется не диффузией этого газа в ил из всей толщи воды, а обязательным присутствием в озере целого ряда горизонтальных токов, при чем верхний ток вызывается деятельностью ветра, остальные же индуцирующим влиянием движения верхних слоев. При своем движении эти слои должны приходить в соприкосновение с илом, здесь то и происходит отдача O_2 .

Таким образом по Alsterbergу слоистость в водоемах доступных деятельности ветра должна быть горизонтальна („sekundäre Makroschichtung“). Что же касается зоны с кислородным минимумом, то она по названному автору должна присутствовать в озерах, в рельефе дна которых резко выражен излом, вследствие чего сперва обширная площадь пологого дна круто падает, образуя впадину. Так как кислород поглощается илом, то слои воды, лежащие над впадиной в пологой части дна, потеряют кислорода гораздо больше, чем слои воды в впадине.

Свои наблюдения Альстерберг обосновал сравнительно малым количеством фактов, а поэтому принять его теорию без практической ее проверки нам казалось невозможным. Мы решили путем ведения стационарных наблюдений проверить его теорию, применительно к Глубокому озеру.

План нашей работы был следующий:

- 1) изучение вертикального и горизонтального распределения O_2 в различные времена года в различную погоду,
- 2) распределение температуры при тех же условиях,
- 3) изучение рельефа дна,
- 4) изучение температуры ила и температуры придонных слоев воды,
- 5) установка ряда стаканов Бунзена как в донных слоях, так и в самой толще воды для улавливания выносимого токами воды детрита,
- 6) изучение распределения кислорода в придонных слоях („Mikroschichtung“),
- 7) изучение гН и рН грунтов,
- 8) количественный учет микроскопического населения ила,
- 9) количественный учет макроскопического населения ила,
- 10) изучение физического и химического состава грунтов и, наконец,
- 11) учет абсолютного количества бактерий в различных слоях воды.

Объем настоящей статьи не позволяет нам останавливаться подробно ни на методике работы, ни привести большого количества фактического материала, который имеется в нашем распоряжении; (сборы 1928 г. и 1924—25 г.). Нам придется ограничиться здесь главным образом, выводами из летних наблюдений 1928 г., подтверждая их лишь 2—3 примерами.

Более подробные данные, захватывающие уже все сезоны, появятся в печати в ближайшее время.

Прежде всего, позволим себе остановиться на вертикальном и горизонтальном распределении кислорода в озере.

Удобнее всего для ясности картины рассматривать динамику кислородных слоев отдельно, взяв сперва эпилимнион с металимнионом, а затем гипolimнион.

Начнем рассмотрение с эпилимниона. Для примера возьмем всего 3 анализа поперечного разреза озера от 12/VIII, 2/IX и 4/IX

в периоды, когда была выражена деятельность ветра. Здесь приводим в виде таблицы (№ 1) результаты этих анализов.

Прежде всего из рассмотренной таблицы мы видим, что количество кислорода в одном и том же горизонте на всем протяжении озера не остается всегда одинаковым, т.е., если на основании данной таблицы вычертить изооксигены, принимая их хотя бы в границах целых чисел, (как это сделано на прилагаемых диаграммах I, II и III) то мы не можем наметить горизонтальной слонстости. Это первый момент, не совпадающий с теорией Альстерберга.

Основным фактором, вызывающим подобное неравномерное распределение, является ветер. Это особенно хорошо видно по анализу от 2/IX, когда анализ был произведен при не сильном западном ветре. Из диаграммы II-ой видно, что слой воды, насыщенный кислородом, согнан к восточному берегу, следствием чего на большей поверхности озера оказался слой (в $5 \text{ см.}^3 \text{ O}_2$ на Lt), ранее лежавшей под насыщенным. У западного же берега, вследствие сгона поверхностного слоя к восточному берегу, вышел на поверхность слой, еще глубже лежавший, (содержащий $4,2-4,6 \text{ см.}^3 \text{ O}_2$ на Lt). Слой воды эпилимниона, не вышедшие на поверхность, также претерпели изменения, уменьшаясь в своей толщине у восточного берега под влиянием нагона воды и расширяясь у западного берега—под влиянием сгона воды. Все эти явления распространялись только до глубины 7 метров, где лежал слой температурного скачка с кислородным минимумом. Сам же слой кислородного минимума распространялся совершенно горизонтально по всему озеру, так что циркуляция, вызванная не сильным ветром, его не захватила.

3 сентября день был очень ветряный, дул сильный западный ветер и мы воспользовались этим случаем, чтобы проследить, насколько глубокую циркуляцию может вызвать ветер. Анализ нами был сделан 4/IX, т.е. через день после предыдущего. Как видно из таблицы № 1 и диаграммы III все слои до 8 метров в значительной мере насытились кислородом. Слой с содержанием кислорода меньше 1 см.^3 на Lt (слой минимума предыдущего анализа) был совершенно выравнен и заменен постепенным переходом от $5,3$ до $1,5 \text{ см.}^3$ на л. Слой воды на глубине 8 метров, содержавший в предыдущем анализе несколько более 1 см.^3 и лежавший под слоем скачка, заменился слоем, содержащим около 2 см. на л. Стратификация кислорода ниже 8 метров претерпела сравнительно незначительные изменения. Таким образом картина, полученная на основании этих двух анализов, показывает, что циркуляция воды в пределах эпилимниона протекает иначе, чем это рисовалось по схеме Альстерберга.

На основании этих данных и имеющихся у нас анализов мы приходим к выводу, что: однородный продолжительный но не сильный ветер вызывает в эпилимнионе круговую циркуляцию воды, не захватывая металимниона. В случае же, если ветер меняется, дует один день в одном направлении, другой в другом, подобная циркуляция отсутствует; наблюдается лишь попеременный сгон воды, то в ту, то в другую сторону. Ветра в нашем районе бывают чаще всего перемежающиеся, поэтому понятно, что содержание O_2 в эпилимнионе дает пеструю картину. Если дует сильный ветер, то его влияние сказывается и на металимнионе, в некоторых случаях уничтожая слой минимума O_2 .

Теперь мы можем остановиться на динамике кислородных слоев в гиполимнионе. Чтобы понять, какие изменения происходят в изме-

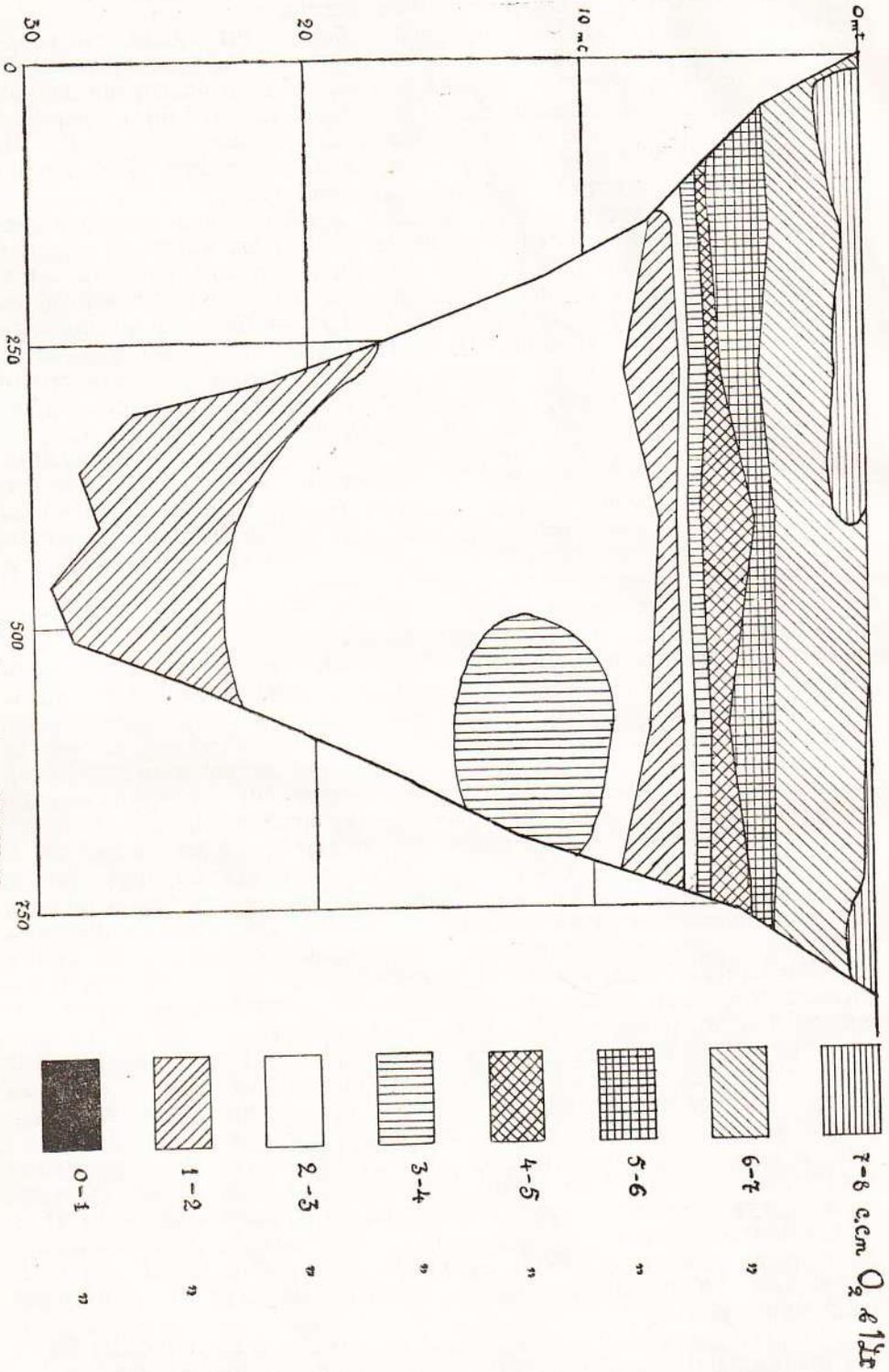


Диаграмма I. Распределение кислорода в Глубоком озере 12/VIII 28.
 Diagramm I. Verteilung des Sauerstoffes im See Glubokoje 12/VIII 28.

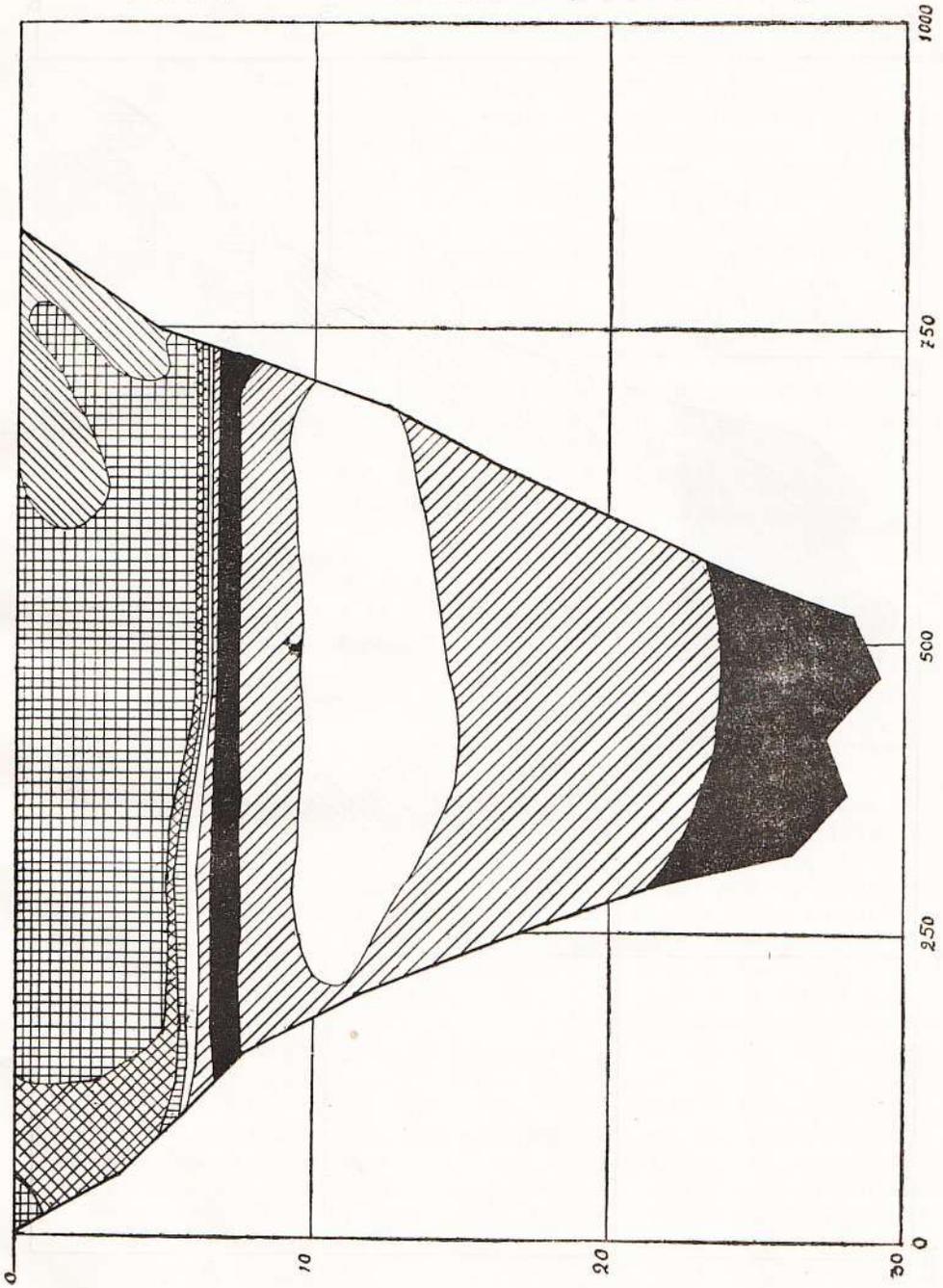


Диаграмма П. Распределение кислорода в Глубоком озере 2 IX—28.
Diagramm П. Verteilung des Sauerstoffes im See Glubokoje 2 IX—28.

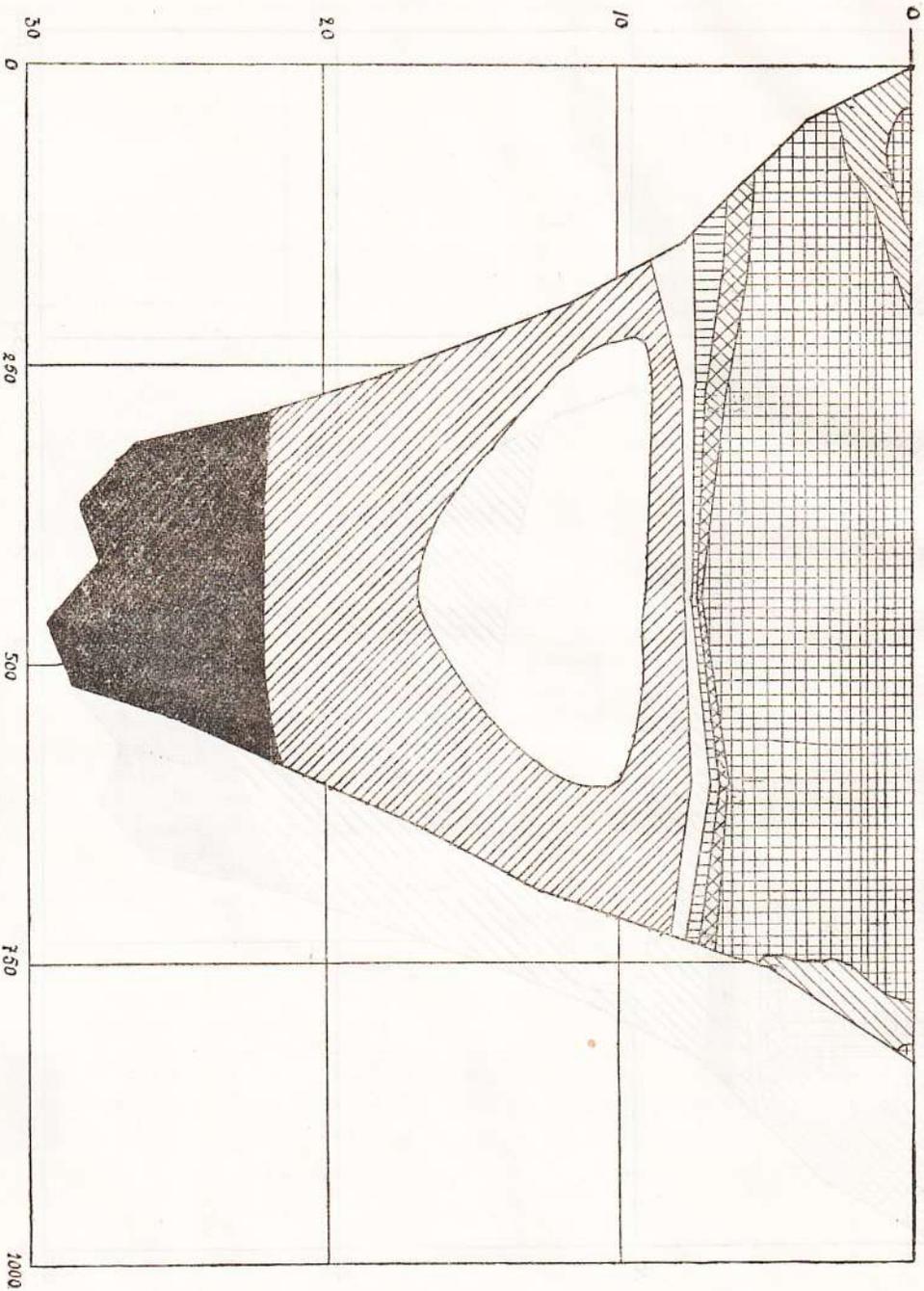


Диаграмма III. Распределение кислорода в Губоккожском Озере 4/IX—28.
Diagramm III. Verteilung des Sauerstoffes im See Gubokoje 4/IX—28.

нении кислорода в гипolimнионе в течение лета, нам здесь необходимо будет рассмотреть хотя бы анализы от 12/VIII, 2/IX и 4/IX.

Анализ от 12/VIII см. табл. № I и диаграмму I) показывает, что сразу под слоем минимума O_2 начинается слой воды, содержащий от 2 до 3 см.³ кислорода на Lt. Нижняя граница этой изооксигены (2 см.³ на Lt.) в середине озера лежала между 22—23 метрами поднимаясь по западной части ложа до глубины 18—17 мт. Верхняя граница этой изооксигены вследствие волнистости слоя минимума O_2 была не ровной. Эта волнистость еще раз указывает на малое вероятие образования слоя минимума кислорода действием горизонтальных токов. Необходимо отметить, что у восточного берега на глубине 10 — 15 метров находился слой воды, содержавший кислорода более 3 см.³. Этот слой являлся остатком ранее сильно развитого слоя, который занимал такое же, примерно, положение как слой воды с содержанием в 2—3 см.³ O_2 на Lt. при анализе от 12/VIII. При этом, когда в воде был развит слой в 3—4 см.³ O_2 на Lt., у этого же берега на этой же глубине находился слой в 4—5 см.³ O_2 , который являлся опять-таки остатком прежде развитого слоя, проходившего через все озеро. Ниже слоя в 2 см.³ лежал на всей глубине слой с содержанием от 1 до 2 см.³ O_2 на Lt. Верхняя граница этого слоя, понятно, совпадает с нижней изооксигеной предыдущего, т.е. сильно поднимается у восточного берега, опускаясь к середине озера.

107457
Анализ от 2/IX (см. диаграмму II) показывает, что на дне скопилось вода с уменьшенным содержанием кислорода (изооксигена в 1), при чем верхняя граница этого слоя, лежавшая на середине озера, примерно, около глубины 24 метров, у западного берега поднималась до 21—22 метров. Следом за этим слоем шел слой воды с кислородом от 1—2 см.³ на л., т.е. количеством кислорода таким, которого ранее на этой глубине не было. У восточного берега в виде прослойки толщиной в 5 метров на глубине 10—15 метров опять-таки сохранился слой с большим содержанием O_2 (2—3 см.³ на л.), оставшийся от ранее более развитого слоя.

Наконец, беря данные анализа 4/IX, после сильного ветра мы замечаем, что картина ниже 8 метров по сравнению с предыдущим анализом мало изменилась. Прослойка, содержащая кислород, от 2 до 3 см.³ на Lt., была отмыта от восточного берега и как бы сдавлена с боков, вследствие чего она в вертикальном направлении расширилась, став на два метра толще. Верхняя граница слоя от 1—2 см.³ O_2 на Lt шла горизонтально по середине озера на высоте 8—7½ метров, у берегов опускаясь до 9—8½ метров. Изооксигена в 1 см.³ на л. поднялась с 24 метров до 22 м. и сделалась более горизонтальной.

Таковы данные разобранных примеров. Таким образом мы видим, что эти данные также трудно связать с теорией Альстерберга—теорией горизонтальной циркуляции слоев воды. Совершенно противоречащим его данным является присутствие в водной толще у восточного берега слоя воды, более насыщенного O_2 чем вся остальная водная масса, да и характер остальных слоев указывает скорее на непосредственное воздействие дна, чем на горизонтальную циркуляцию вызванную деятельностью ветра.

Как известно, распределение O_2 тесно связано с циркуляцией воды в озере, последнее же может зависеть не только от ветра, но и температуры воды. Мы не можем останавливаться на детальном описании каждого анализа, а отметим, что в летние месяцы выше температурного скачка можно было наблюдать некоторое неравномерное распределение слоев воды одинаковой температуры; начиная

с слоя температурного скачка в глубь все изотермы шли почти горизонтально. Можно сказать, что на основании изучения температуры, очень трудно составить себе какое-либо представление о циркуляции в воде, т. к. температура воды очень быстро выравнивается. В этом отношении показательны два анализа от 2/IX и 4/IX (см. табл. № 1).

2 сентября до глубины 6 метров температура была около 16,2° Ц. и держалась более или менее равномерно на всем пространстве озера. Температурный скачек приходился между 6—7 метрами, где температура падала на 1 метр от 2,1° до 5,8° Ц. (в различных частях озера различно). Слой воды от 7 до 8 метров показывал падение температуры от 1 до 2,9° Ц. и слой воды от 8 до 10 метров дал падение от 2,1° до 3,3° Ц. Слой на глубине 10 метров является слоем нижней границе температурного скачка. Как мы видим, наибольшее падение температуры происходит от 6 до 7 метров, слой же минимум O₂ лежал между 7 и 8 метрами.

Теперь, если мы сопоставим эти данные с данными анализа от 4/IX, произведенного после сильного ветра, то заметим, что в продолжении одного дня верхние слои от поверхности до 7 метров охладились на 1,7° С. и слой скачка опустился, примерно, на 1 метр. Температура на 7 метрах колебалась от 14,6 до 13,9° Ц., на 8 метрах упала до 13,2°—11,9° Ц. Таким образом, разница температур в слое воды толщиной в метр по сравнению с прежним анализом стала вследствие охлаждения эпилимниона и потепления металимниона меньше. Нижняя граница температурного скачка осталась почти без изменения на 10 метрах. Эти данные указывают не только на охлаждение t° воды под влиянием ветра, но и на выравнивание

Таблица II.

Tabelle II.

Температура плов ¹⁾ и придонных слоев воды по данным от 12/VII—28 г. ²⁾.

Temperatur des Schlammes und der Bodenschichten des Wassers nach den Ergebnissen vom 12/VII.

Глубина от поверхности воды в mt. Tiefe in mt. von der Oberfläche an gerechnet.	t° придонного слоя воды t° der Bodenschicht des Wassers	t° пла t° des Schlammes	Разница температур Temperatur unterschied.
5,5 mt.	16,4° C.	14° C.	2,4°
10,5 mt.	6,5° C.	6,2° C.	0,3°
22,5 mt.	5,5° C.	5,3° C.	0,2°
29,5 mt.	5,5° C.	5,3° C.	0,2°
22 mt.	5,6° C.	5,2° C.	0,4°
9,5 mt.	7,1° C.	6,6° C.	0,5°
5 mt.	16,5° C.	14,4° C.	2,°

¹⁾ Температура плов измерялась на глубине 8—10 см. от поверхности пла.

²⁾ Приводимые данные касаются продольного разреза Озера; от S берега к N берегу.

температуры, которое проявляется в виде исчезновения верхнего слоя скачка и повышение температуры бывшей средней части металимниона.

Тут же необходимо отметить, что на одной горизонтали в пределах температурного скачка могут существовать весьма различные температуры, что делает опять-таки мало вероятным гипотезу горизонтальных токов Альстерберга.

Таким образом, изучение температуры макрослоев не разрешает вопроса о причине распределения кислорода. Некоторый свет в этом отношении проливают наши данные изучения придонных микрослоев („Mikroschichtung“) воды и самого ила.

Прежде всего, позволим себе остановиться на рельефе дна Глубокого Озера. Надо отметить, что этот рельеф не совпадает с тем рельефом дна озера, в которых по Альстербергу должен существовать кислородный минимум. Никакого излома в ложе озера здесь не замечается, это хорошо видно по профилю дна озера представленного на диаграммах I, II и III.

Таким образом, наше озеро обладает другим рельефом дна, чем это должно быть по схеме Альстерберга и все же в нем присутствует слой хорошо выраженного кислородного минимума.

Изучая распределение температуры в илах на протяжении всего озера, мы замечаем, что в летние месяцы температура его повсюду несколько ниже придонных слоев воды. Это хорошо видно из прилагающейся таблицы № II.

Из этой же таблицы мы видим, что температура различных илов ¹⁾,

Таблица III ²⁾.

Tabelle III.

Отложения ила в стаканах „Бунзена“ за период времени с 7/VIII по 1/X—28 г.

Schlammablagerung in Bunsengläsern während des Zeitraums vom 7/VIII bis 1/X—28.

Глубина станций Stationstiefe	I измерение	II измерение	III и IV измерение
5 mt.	2,5 см.	0,2 см.	0,3 см.; 1,5 см.
10 mt.	2,5 см.	0,2 см.	0,2 см.; 1,3 см.
20 mt.	1,5 см.	0,9 см.	1,5 см.; 1,4 см.
29 mt. ³⁾	5 mt.	0,3 см.	0,1 см.; 0,1 см.
	8 mt.	1,0 см.	0,1 см.; 0,7 см.; 0,2 см.
	10 mt.	0,8 см.	0,1 см.; 0,2 см.; 0,1 см.
	20 mt.	0,9 см.	0,1 см.; 0,4 см.; 0,1 см.
	29 mt.	1,5 см.	0,6 см.; 1 см.; 0,8 см.
5 mt. (Срок 11 месяцев)	3,6 см.	0,3 см.	1,5 см.; 2,3 см.

¹⁾ Температура илов должна быть еще более низкой, т. к. при взятии пробы ила дочерпачателем неминуемо некоторое повышение его температуры.

²⁾ Условное обозначение граф этой таблицы.

I. измерение—графа указывающая максимальную величину отложений;

II. измерение—минимальную величину отложений;

III и IV. измерение—графа высоты отложений на концах диагонали перпендикулярной предыдущей.

³⁾ Установка по типу лестницы.

находящихся даже на одной глубине, различна. Для нас здесь особый интерес представляет разница температур, которая, как мы видим, больше у северного берега, чем у южного. Эта разница температур ила и воды на наш взгляд может вызвать нисходящие токи воды по руслу ложа, при чем токи будут тем больше, чем больше разница. Поэтому у северного берега токи должны сказываться значительно, чем у южного.

Для проверки этого предположения и предположения Альстерберга о горизонтальных токах нами были расставлены по дну озера и на различных глубинах в самой толще воды на буйках ряд стаканов Бунзена, в которые улавливался детрит, выносимый токами воды. В виде примера приводим данные полученные по установкам поставленным 7/VIII—28 г. просмотренным 1/X—28 г. и одной установки простоявшей 11 месяцев 7/VIII—28 г. до 1/VII—29 г. на глубине 5 mt. Эти данные сведены в таблицу № III.

В виду того, что отложения чаще всего распределялись по дну стаканов не ровным слоем, то измерения величины отложений производились следующим образом. Сперва измерялась, по стенке стакана, высота наибольших отложений, затем диаметрально противоположная сторона оказывавшаяся чаще всего минимальная по количеству отложений; затем измерялись высоты отложений в двух точках стакана, находящихся на концах диагонали перпендикулярной предыдущей.

Из этой таблицы видно, что накопление отложений в стаканах, стоящих на дне и в самой толще воды, идет только с одной стороны.

Таким образом мы можем сказать, сравнивая придонные отложения определенных глубин (5 mt.; 10 mt.; 20 mt.) с теми же глубинами лестничной установки, что токи более значительные идут по дну озера, обуславливая собой более мощные, односторонние отложения в стаканах. Очень важно было бы для учета характера озерных токов выяснить направление по отношению берегов, в котором происходит отло-

Таблица IV.

Количество $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на Lt в микрослоях.
 O_2 Menge im cm^3 pro Lt in Mikroschichten.

Глубина станций от O берега к W берегу Stationstiefe vom O Ufer bis zum W-Ufer.	Количество O_2 в слое воды соприкос. с илом O_2 —Menge in der mit dem Schlamm grenzenden Wasserschicht	Количество O_2 в слое воды в 5—6 см. от поверхности ила O_2 — Menge der 5—6 cm. von der Oberfläche der Schlamme entfernten Wasserschicht
6 mt.	5,09	5,5
8 mt.	2,36	2,5
18 mt.	1,79	2
30 mt.	0,51	0,78
25 mt.	0,86	1,24
18 mt.	1,6	1,9
9 mt.	1,75	2,01
5 mt.	5,17	5,56

жение, но в это лето нами не была выработана соответствующая методика ¹⁾).

Если мы теперь обратимся к изучению содержания кислорода в придонных слоях воды, то, как это хорошо видно из прилагающейся таблицы (№ IV), илы действительно поглощают O₂, и придонный слой воды в 2—3 см. над илом всегда обладает меньшим содержанием O₂.

С присутствием определенного количества кислорода в воде очень хорошо связывается rH илов. На наш взгляд, высказанный уже ранее ²⁾, одним из моментов способствующих выяснению причины образования минимума кислорода является изучение окислительного потенциала.

Подробно на этом вопросе в настоящем предварительном сообщении останавливаться мы не можем и укажем, что методика определения окислительного восстановительного потенциала и значение его в биологии можно найти в статье Некрасова ³⁾. Отметим лишь,

Т а б л и ц а V ⁴⁾.

Результаты анализа илов 30/IX—28 г. на окислительно-восстановительный потенциал.

Resultate der Oxydations-Reduktions—Potenzialanalyse des Schlammes vom 30/IX 1928.

№№ станций Stations	Глубина Tiefe	Высота взятия пробы от поверхн. пла Tiefe der Probenentnahme von der Schlammoberfläche	pH	Eh	rH
I	1,5 mt.	0,0— 0,5 см.	5,78	0,204	16,9
		4 см.—5 см.	6,5	0,157	18,5
II	10 mt.	0,0— 0,5 см.	6,3	0,168	19,5
		4 — 5 см.	6,18	0,036	13,6
III	24 mt.	0,0— 0,5 см.	6,4	—0,011	11,2
IV	30 mt.	0,0— 0,5 см.	6,4	—0,046	11,2
		4 — 5 см.	6,14	—0,090	9,2
		19,5—20,5 см.	5,96	—0,049	10,2
V	24 mt.	0,0— 0,5 см.	6,4	—0,099	9,3
VI	10 mt.	0,0— 0,5 см.	6,64	0,090	16,4
VII Залив	4 mt.	0,0— 0,5 см.	6,6	0,220	20,9
		4 — 5 см.	6,6	0,018	13,8

1) Методика установки стаканов, представляет большой интерес и для решения вопроса об озерных отложениях.

2) Кузнецов С. И. „Результат бакт. последов. в Глубоком. Озере“.

3) Некрасов Н. И. „Физико-химические основы определения окислительно-восстановительного потенциала и его значение в биологии“. Усп. Эксп. Биологии том VI 1927 г., вып. 3—4.

4) Станции в этой таблице расположены в порядке от восточного берега Озера к западному. Станции VII—середина залива,

что окислительный потенциал обычно выражается в вольтах и указывает то напряжение, с которым в данной среде могут идти реакции окисления или восстановления. Методика электрометрического определения окислительного потенциала очень проста. Мы опускали в болтушку ила, куда было добавлено до 0,00005 мол. метиленовой сини, три платиновых проволочных электрода, соединяли при помощи сифончика с агаром на насыщенном хлористом калии нашу болтушку с каломелевым полуэлементом и определяли разницу потенциалов между каломелевым полуэлементом и нашими электродами, рН мы определяли попутно хингидронным методом, гН мы высчитывали по формуле Нернста.

Из приводимой таблицы V анализа от 30/IX видно, что всюду ил обладает сильно восстановительными свойствами (нейтральным пунктом в смысле окисления, восстановления при равновесии в водном растворе с воздухом считается гН=28, цифра ниже указывает на восстановительные свойства). В тех случаях, где ил был взят выше температурного скачка, т.е. там, где прилегающая вода содержала значительное количество кислорода, поверхностный слой ила обладает более окисленными свойствами гН=16—20. Если мы берем пробу с глубины 5 сант. под поверхностью ила, то окислительный потенциал сразу падает до гН — 10—12.

В глубинных слоях — ниже температурного скачка уже поверхностные слои ила обладают такой же восстановительной реакцией. Таким образом, измерение окислительного потенциала этих глубинных слоев указывает, что реакция восстановления на поверхности ила идет тем более энергично, чем ниже спускается ил по отношению температурного скачка. Илы западной стороны озера обладают более восстановительными свойствами, чем восточной стороны. Здесь не лишнее вспомнить, что слои с меньшим содержанием кислорода всегда выше поднимаются по западному берегу.

У нас имеется еще довольно значительный материал по изучению окислительного потенциала илов, к сожалению, на нем за отсутствием необходимого места в этой статье остановившись мы не можем. Отметим лишь одну методическую черту из определения. Необходимо для получения действительных цифр окислительного

Т а б л и ц а VI.

Количество бактерий в 1 см³ ила в миллионах. По анализу 7/XI—28 г.

Bakterienmenge in 1 cm³ Schlamm in Millionen Laut Analyse 7/XI—28.

Восточный
берег
Ostliches Ufer

Западный
берег
Westliches Ufer

	5 mt.	10 mt.	15 mt.	20 mt.	30 mt.	20 mt.	12 mt.	5 mt.
Кокки	69,0	43,7	75,8	71,05	137,0	62,45	56,9	75,0
Бациллы	113,3	73,4	94,1	79,75	153,4	65,0	82,3	84,8
Нити	1,8	1,1	2,0	1,2	6,45	1,4	1,1	1,3
Дрожжи	14,8	19,95	8,7	4,25	5,7	3,75	4,45	4,1
Сумма	198,9	138,15	180,6	156,25	302,55	132,6	144,75	165,2

восстановительного потенциала опускать электроды непосредственно в самый осадок ила в отстоявшиеся болтушке или может быть при производстве определения непосредственно опускать электроды в самый ил. Методика этих определений разрабатывается нами в настоящее время.

Не безинтересно будет привести здесь хотя бы в виде одного примера результат учета абсолютного количества бактерий в различных илах. Здесь мы приводим табличку, в которой показано количество бактерий в одном см.³ ила в слое от 0—0,5 см. от поверхности по анализу 7/XI.

В таблице № VI даны лишь средние цифры, полученные от подсчета нескольких стекол. Метод количественного учета в основном сводится к методу, предложенному Виноградским с некоторыми нашими видоизменениями. Взятие монолитных проб ила производилось при помощи „профильного“ лота, описанного Lunqvist с некоторыми нашими изменениями ¹⁾.

Определенный объем ила с определенной высоты срезался особым прибором.

Как мы видим из таблицы наибольшего количества бактерий достигают в илах на 30-ти метровой глубине. Количество бактерий в разные времена года в илах очень сильно меняется, так в начале лета (9/VI) количество бактерий в одном грамме ила на 30-ти метровой глубине, взятое с поверхности монолита (0—0,5 см.) достигало цифры в 1368,82 миллионов ²⁾. Проба на той же глубине, взятая 6/VI, дала 777,4 милл. и, как мы видели, осенние цифры дали значительно меньшее количество. Понятно, что и способность илов кислород поглощать в зависимости от этого должна меняться.

Представляет значительный интерес наша попытка владеть количественный учет более крупных микроорганизмов. Нам представлялось, что методика этого учета должна была отвечать следующим требованиям: 1) взятию проб с определенного слоя ила определенной площади, 2) давать возможность отличать живые формы от мертвых, 3) позволять брать пробы по всему озеру более или менее одновременно, т.е. провести продольные и поперечные разрезы в два или три дня. Это были основные требования, которые мы ставили при осуществлении этой задачи. Надо отметить, что осуществление первого и третьего пункта мы более или менее достигли. Относительно второго пункта намечались возможности учета большинства организмов с отличием живых форм от мертвых. Размеры статьи не позволяют останавливаться на описании методики взятия проб, отметим лишь, что нами для отличия живых организмов от мертвых был применен метод фиксации с последующей окраской белковых структур, благодаря чему выявлялось присутствие в организмах плазмы—критерий, по которому мы отличали живое от мертвого.

У нас сейчас собранся обширнейший материал, по количественному учету микронаселения, который еще далеко не обработан. В качестве же некоторых результатов позволим привести следующую таблицу.

¹⁾ Этот прибор нам рекомендовал Л. Л. Россолимо, за что мы выражаем ему свою признательность.

²⁾ При этом количество бактерий убывает с глубиной, так, в этом случае на глубине 15 сант. от поверхности его на 1 грамм приходилось уже 310,77 милл., а на глубине 30 сант. от поверхности монолита было только 197,6 милл.

Т а б л и ц а VII.

Количество живых микроорганизмов ¹⁾ в 1 см³ некоторых илов Глубокого Озера по пробам от 7/XI—28 г.

Menge lebender Mikroorganismen in 1 cm³ einiger Schlamme des See Glubokoje laut Proben vom 7/XI 28.

Глубина станций Tiefe der Stationen	30 mt.	20 mt.	12 mt. W бeгeр
	Количество экземпляров Menge der Exemplare.		
Название организмов Bezeichnung der Organismen			
Нитчатые четкообразные бактерии	70.320	19.690	6.880
Beggiatoa sp.	880	4.400	3.720
Колонии Gomphosphaeria	480	800	880
Protococcales	2.040	1.480	1.120
Surirella sp. sp.	240	8.520	10.320
Asterionella	?	2.200	2.520
Остальные Diatomacea	1.600	1.840	2.173
Flagellata	40	80	360
Diffugia sp. sp.	—	80	200
Rhizopoda nuda	320	—	240
Infusoria	2.130	3400	2240
Споры и цисты	51.920	47.720	25.320
Яйца	1.000	600	2.240
Всего без Asterionella Im Ganzen ohne Asterionella	130.970	88.610	55.693
Очень мелкие цисты Sehr kleine Cysten	21.000.000	20.300.000	23.5000.00

Мы видим, что илы глубинные дают наибольшую плотность населения. Интересно отметить, что осенью живые диатомеи встречаются на самых больших глубинах, правда их количество с глубиной падает. Одной из довольно многочисленных живых форм, встречающихся не только в мертвом или полумертвом состоянии (с присутствием хроматофора, но без плазмы), является планктонная диатомея *Asterionella gracilima*.

Таким образом, и с точки зрения микробентоса, как и бактериального населения, способность глубинных илов поглощать кислород должна быть больше, чем илов с незначительных глубин.

Мы не будем останавливаться на результатах учета макрокопи-

¹⁾ В этой табличке указаны главным образом те организмы, которые могут быть учтены при 7 объективе и 3 окуляре, исключенные представляют очень мелкие цисты, которые просчитывались с пинетей.

ческого населения, а позволим себе сразу перейти к результатам, полученным от учета абсолютного количества бактерий в воде.

Так как из всего изложенного на наш взгляд довольно ясно обрисовывается невозможность объяснения причин образования слоя минимума O_2 в Глубоком Озере схемой Альстерберга—вывод, к которому мы пришли к концу лета,—то нам казалось необходимым заново рассмотреть теорию Воронкова относительно задержки в слое температурного скачка отмирающих организмов. Как уже указывалось выше, одним из авторов этой статьи ¹⁾ ранее была произведена попытка количественного учета бактерий в этом слое, давшая отрицательный результат. Нам было ясно, что если культурами на агаровых и желатиновых пластинках вопрос не разрешается, то остается последнее средство произвести количественный учет всего бактериального населения толщи воды прямым методом. Единственно существовавшая методика абсорбирования бактерий гидратам окиси алюминия нам казалась неудовлетворительной, других же методов учета до этого лета не было и нам пришлось выработать свою методику. Вкратце она сводится к следующему: берется проба воды определенного объема, фиксируется формалином, затем упаривается в вакууме в колбе Юрца до определенного объема (50 см.³ воды мы выпаривали чаще всего до 5 см.³), из оставшейся воды мерной пипеткой берется определенный объем на предметное стекло, из этой капли делается мазок, микроорганизмы на стекле укрепляются пол-процентным стерильным агаром. Мазок красится эритрозином и просчитывается под микроскопом с сетчатым окулярным микрометром. Этой зимой вышла работа Холодного ²⁾, в которой также описывается методика определения общего количества бактерий, но в противоположность нашей она сводится к фильтрации воды через мембран-фильтр, описанный Колквицом. Мы имели возможность сравнить наш метод с предложенным Холодным, и пришли к выводу, что наш дает несколько

Таблица VIII.

Количество бактерий в воде Глубокого Озера по пробам от 1/X—29 г.

Menge der Bakterien im Wasser See Glubokoje laut Proben vom 1/X 1929.

Глубина Tiefe	Количество в 1 см ³ Menge im 1 cm ³	O ₂ cm. на Lt	t°
0 mt.	3.037.000	5,8	11°
5 mt.	3.018.000	5,8	11°
9 mt.	3.770.000	5,9	11°
10 mt.	5.173.000	5,6	11°
12 mt.	6.002.000	2,5	6°
15 mt.	4.712.000	1,6	5,7°

¹⁾ Кузнецов С. И. „Результаты бактериологических исследований воды Глубокого Озера. Том VI, вып. 2—3.

²⁾ Cholodny N. Zur Methodik der quantitativen Erforschung des bakteriellen Planktons. Centbl. f. Bact. Abt. II, т. 77, стр. 197, 1929.

большие цифры. Но метод Холодного имеет преимущество в том отношении, что он более портативен.

Первый вертикальный разрез на абсолютный учет бактерий был произведен нами 1/Х. Здесь мы приводим таблицу (№ VIII) результатов этого учета с указанием температуры и кислорода. Мы видим, что в слое температурного скачка количество бактерий будет наибольшее. В это время уже началась осенняя циркуляция воды, весь слой ее от 0 до 10 метров был более или менее равномерно насыщен кислородом, некоторый, правда очень тонкий, слой минимума (0,9) был выражен на глубине 11 метров, т.е. вблизи пробы с наибольшим содержанием бактерий ¹⁾.

Таким образом, уже этот пример показывает, что вопрос о минимуме кислорода при таком неожиданном обилии бактерий в воде может решаться с этой точки зрения.

После рассмотрения в самых беглых чертах части того фактического материала, которым мы обладаем, мы можем сделать предварительные выводы.

В ы в о д ы.

Распределение кислорода в эпилимнионе Глубокого Озера зависит главным образом от деятельности ветра. Однородный продолжительный но не сильный ветер вызывает в эпилимнионе круговую циркуляцию воды, не захватывая металимниона. В случае переменного ветра наблюдается лишь сгон воды то в ту, то в другую сторону, при этом содержание O_2 в эпилимнионе дает пеструю картину. Если дует сильный ветер, то его влияние сказывается и на металимнионе, в некоторых случаях уничтожая слой минимума O_2 .

Происхождение слоя минимума O_2 в Глубоком Озере надо рассматривать отдельно от придонных слоев воды с уменьшенным содержанием кислорода. Причина образования этого слоя в металимнионе Глубокого Озера не может быть объяснима теорией Альстерберга. Намечается связь количества бактерий в воде с слоем температурного скачка и кислородным минимумом. Слой кислородного минимума вероятно объясняется жизнедеятельностью бактерий.

Накопление воды с уменьшенным содержанием O_2 в глубинной части озера объясняется: 1) существованием различия температур между придонной водой и илом; 2) способностью ила поглощать кислород.

Прежде всего, вода, обладая летом более высокой температурой, чем ил, приходя в соприкосновение с ними, понижает свою температуру, вследствие чего она делается более плотной и опускается по ложу озера вниз, отдавая в это же самое время свой кислород.

Вода охлаждаясь будет падать вниз, по склону озерного ложа до тех пор, пока не встретится слой воды одинаковый с ней по температуре (а это будет происходить на наибольших глубинах, где различие температур ила и воды наименьшее), тогда опускающаяся вода должна будет смешиваться, растекаться в основном слое воды. Такой ток воды должен быть очень слабым и толщина потока должна быть незначительной. Как мы видели из таблицы № V, более восстановительными свойствами обладали илы западного берега, а отсюда

¹⁾ Такое количество бактерий в воде, как нам кажется, требует пересмотреть вопрос о детритопожирателях, в том смысле, что детритопожиратели весьма вероятно окажутся на деле бактериофагами.

вода, стекающая по этой части ложа, неминуемо должна была скорее отдавать свой кислород, чем вода, стекающая по восточной части ложа. На наш взгляд этим и обуславливается присутствие некоторого под'ема изооксиген с пониженным содержанием O_2 по западному склону. Сток воды по этому склону должен идти больший, вследствие большего различия температуры воды с илом, чем это наблюдается на восточном склоне. В случае же сильного западного ветра (напр. 4/IX), когда должен происходить нагон поверхностной более теплой воды к восточному берегу, повышается разница температур илов и воды у этого берега, и поэтому сток по этой части ложа должен усилиться. Это ведет к тому, что происходит „отмыв“ от восточного берега слоя воды гипolimниона с большим содержанием O_2 и выравниванию верхней границы нижнего слоя (сравн. диагр. II с III).

Так как кроме этого ветер вызывает общее усиление потоков по всем склонам, то верхняя граница нижней изооксигены должна повышаться, это опять хорошо видно из сравнения диагр. II с III.

Таким образом нам представляется, что вода наиболее глубокой части озера будет все время пополняться водою, стекающей по склону озера и чем меньше кислорода содержала эта вода к моменту стока тем более обедненность кислородом она попадает на дно.

Дальнейшие наблюдения над химизмом воды зарослей Глубокого Озера.

А. М. Рубинштейн.

Ряд работ по изучению химизма воды Глубокого озера (Воронков, Кузнецов и Дуплаков, Щербаков) не коснулся вопроса о суточных изменениях в воде зарослей. Поэтому наблюдения над газовым обменом в воде зарослей является дополнением сведений о химизме воды Глубокого озера; кроме того, недавно вышедшая работа Г. С. Карзинкина¹⁾ показала неоднородность зарослей по наростам на растениях, находящихся в разных участках зарослей: таким образом оказалось желательным выяснить путем наблюдений структуру зарослей по химизму воды.

При постановке опытов я исходил из предположения, что заросли неоднородны по химизму воды и что аналогия с биогеографической зональностью²⁾ весьма вероятна: уже при единичном определении С. И. Кузнецовым было обнаружено различие между зонами³⁾, однако нужно сказать, что эти различия далеко не всегда так резки: они в большой степени зависят от того, в какие часы взяты пробы— в целом ряде случаев по отдельным определениям нельзя вывести заключение о спектре зарослей по химизму воды. Наблюдения над суточным химизмом воды должно дать материал для решения этого вопроса, тем более, что оно устраняет возможность чисто случайных совпадений, являющихся результатом различных скоростей процессов в разных зонах.

Такие наблюдения были проведены мною со середины июля до начала сентября 1927 г.

Расположение и состав зарослей Глубокого озера описаны и иллюстрированы картой в работе Н. В. Воронкова и В. В. Троицкого⁴⁾, а состав зарослей подробно приведен в работе Ю. Филиппова⁵⁾.

Со времени опубликования этих работ в составе зарослей произошли некоторые изменения. Поэтому я в соответствующих местах укажу составы зарослей, определением которых я обязан Г. С. Карзинкину, которому приношу мою благодарность.

1) Г. С. Карзинкин. „Попытка практического разрешения понятия биоценоз“, Русский Зоологич. Журн. Т. VI, вып. IV, стр. 97 (1926), VII.1 стр. 3—33, VII.2 стр. 34—76 (1927).

2) Ibid.

3) Ibid. Т. VI, вып. 4, стр. 103 (1926).

4) „Съемка Глубокого озера“, Труды Гидробиол. ст. на Глубоком озере, т. II, 1906 г.

5) „Очерк растительности Глубокого озера“, Труды т. III, 1907 г.

Дважды проведенное предварительное обследование зарослей на активную реакцию воды (РН)—18 июля по 9-и зарослям, 23-го июля по 4-м—показало, что больших различий между зарослями нет и что результаты, полученные для опытных зарослей в основном могут быть экстраполированы на другие. В таблице I приведены результаты обследования 23/VII—27 12—2 час. дня.

Таблица I. Реакция воды в зарослях 23/VII—27.

Tabelle I. Die Wasserreaktion des Gestrüpps am 23/VII—27.

Ufer Берег	Bestand des Gestrüpps Состав заросли	Береговая зона Ufer-Zone		Центральная зона Zentral-Zone			Озерная зона Seerand-Zone						
		t°C	РН	поверхность Oberfläche		дно Boden	поверхность Oberfläche		дно Boden				
				t°C	РН		Глубина Tiefe mtr	РН	t°C	РН	Глубина Tiefe mtr	РН	
O (у станции)	<i>Equisetum limosum</i>	22,2°	8,5										
	(У берега немного <i>Sagittaria sagittifolia</i>			22,6°	8,5	0,5	8,3						
	В озерной зоне немного <i>Sparganium natans</i>)							23,0°	8,5	0,7	8,6		
NNO (в заливе)	У берега: <i>Naumburgia ther-siflora</i> , <i>Menianthes trifoliata</i> , <i>Nuphar luteum</i> , <i>Phragmites com.</i> , <i>Carex Sp.</i>	22,8°	8,4										
	Центр. зона—то же и <i>Polygonum amphibium</i>			23,0°	8,3	1,0	8,4						
	Озерн. зона: <i>Nymphaea candida</i> , <i>Nuphar lut.</i> , <i>Potamogeton nat.</i>							22,8°	8,5	1,5	8,74		
SW (у ка-навы)	<i>Nuphar luteum</i>	23,0°	8,4										
	<i>Nymphaea candida</i>			23,2°	8,2	1,0	8,6						
	<i>Equisetum limosum</i>							23,0°	8,72	1,5	8,7		
SSO (у пельковца)	<i>Equisetum limosum</i>	23,2°	8,74										
	<i>Myriophyllum spicatum</i>			23,2°	8,6	0,6	8,7						
	<i>Nuphar luteum</i>							23,0°	8,3	0,8	8,5		

Результаты обследования 18 VII 27 по 9-и зарослям вполне согласуются с вышеприведенными данными.

Для наблюдений я выбрал две заросли, расположенные у сухого восточного берега озера: в дальнейшем я буду обозначать заросль, расположенную около станции (O) № 1-м, расположенную около „Дачи“ (OON)—№ 2. Обе заросли удобны для наблюдений благодаря своему расположению у сухого берега; возможность случайных изменений,

неизбежных у болотистых берегов или канав, здесь почти отпадает. Кроме того эти заросли различны по составу, что дает возможность судить о влиянии состава заросли на химизм воды; заросль № 1-й состоит из *Equisetum limosum*, к которому только у самого берега примешана в очень малом количестве *Sagittaria sagittifolia*, да в озерной зоне, у самого края заросли, немного *Sparganium natans*: практически эту заросль по составу можно считать однородной. Заросль № 2—смешанная—состоит из *Equisetum lim.*, *Potamogeton praelong.*, *Nuphar lut.*, *Phragmites comm.*, *Nymphaea cand.*, *Polygonum amph.*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna minor*; преобладают, однако, *Equisetum* и *Phragmites*.

В обоих зарослях сильно развиты витчатые водоросли, а на дне в заросли № 1 много *Gloeocarpa*, отсутствующих во 2-й заросли—Г. С. Карзинкин ¹⁾ приводит следующие данные, относящиеся к заросли № 1: наибольшая густота заросли—в середине, меньше у берега и еще меньше у озерного края заросли (в среднем 250, 200, 175 хвощинок на квадратный метр).

Глубины в зарослях № 1 и 2 соответственно одинаковые: у берега 10—15 см., в середине 40—50 см. и у озерного края 70—80 см. Большая часть заросли—„центральная зона“: озерная и береговая зоны значительно уже, так что центральная занимает приблизительно $\frac{2}{3}$ заросли по ширине.

В каждой заросли я отбирал в трех пунктах (обозначены в табл. и кривых—„зоны“) по пяти проб: одну у берега и по две в центре и у озерного края заросли—у поверхности и у дна (на расстоянии приблизительно 10 см.).

Суточные определения (в обоих зарослях) t , R_n , свободной и фиксированной CO_2 и O_2 я провел по 4 раза. Кроме того, один раз было проведено параллельное определение изменений содержания кислорода и изменений окисляемости, которую по техническим условиям пришлось определить отдельно от остального. Ввиду громоздкости цифрового материала я приведу для характеристики суточных изменений кривые, а для доказательства зональности зарослей по химизму воды буду пользоваться при разборе отдельных компонент газового обмена максимумами, минимумами и амплитудами колебаний, разумея под амплитудами не отклонения от средних суточных величин, а разность между максимумами и минимумами.

Отбор проб производился с помощью простого стеклянного батометра ²⁾ (вместимостью около 0,8L). Пробы брались каждые 6 часов: в 10 часов утра, 4 ч. дня, 10 ч. вечера, 4 ч. ночи и снова в 10 ч. утра.

Несмотря на некоторую неоднородность метеорологических условий, по всем определениям получились по характеру вполне согласные данные. Сильно выделяется только определение 7—8 VIII 27, когда озерные зоны обоих зарослей показали минимальные R_n 8,2 и полное отсутствие свободной CO_2 за целые сутки: обычно и R_n значительно меньше и свободная CO_2 содержится в больших или меньших количествах. Такое отклонение от обычных изменений объясняется „цветением“ фитопланктона, сопровождающимся по наблюдениям С. И. Кузнецова и С. Н. Дуплакова ³⁾ щелочной реакцией воды по поверхности озера и отсутствием свободной углекислоты: при этом

¹⁾ Оп. cit. т. VI вып. 4, стр. 103 (1926 г.)

²⁾ Волжин. „Анализ воды“, стр. 28, Екатеринбург. 1912.

³⁾ „Физико-химические исследования Глубокого озера и вертикальное распределение планктона в нем“. Русский Гидробиологич. Журн., т. II, вып. 8—10 (1923 г.) стр. 156.

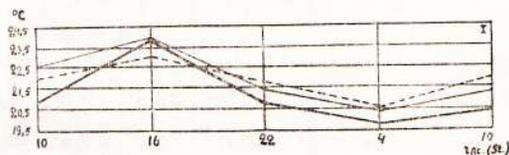
количество индивидуумов возрастает вдвое. То, что цветение отражается только на озерной зоне уже может служить доказательством существования зон.

В остальных случаях общий характер суточных изменений приблизительно одинаков, т.е. кривые, вычерченные для отдельных компонент имеют подобный вид, отличаясь только величинами, характеризующими опытным путем найденные точки.

В определении положений максимумов и минимумов во времени возможна неточность, а в связи с этим возможны небольшие погрешности и в величине их. А. П. Щербаков ¹⁾ указывает для Рн максимум около 3-х часов дня, минимумы около 3-х ч. ночи. Однако следует считаться с тем, что между физическими и метеорологическими условиями и положением максимумов и минимумов во времени есть некоторая зависимость (укажу, напр., на инсоляцию, как один из факторов, влияющих на величину и положение максимума): в связи с этим возможны перемещения максимумов и минимумов. В случае таких перемещений кривые, не меняя своего характера в основном, должны соответственно сдвигаться параллельно оси абсцисс.

Изменения температуры. Измерение температуры производилось на расстоянии 4—5 см. от поверхности.

Кривая I показывает ход изменений температур по зонам: максимальные температуры во всех зонах—около 4-х часов дня, минимальные—около 4-х часов ночи. Приведенная кривая, являющаяся характерной для изменений температуры, показывает, что скорости нагревания—охлаждения воды очень близки, а иногда даже равны (ср. кривую для береговой зоны).



I Суточные колебания температуры воды по зонам зарослей.

Tägliche (24 St.) Schwankungen der Temperatur des Wassers in den Zonen der Gestrüppen.

В таблице 2-й приведены максимальные, минимальные и средние суточные температуры и амплитуды колебаний для заросли № 1, показывающие различие зон. Незначительная разница в средних суточных температурах центральной и озерной зон свидетельствует о близости их теплового баланса, однако амплитуды колебаний, всегда меньше в озерной зоне, характеризуют ее как отдельную.

Наименьшие колебания происходят в озерной зоне с одной стороны благодаря лучшему, чем в центральной зоне, перемешиванию с озерной водой, с другой—благодаря большей глубине; наибольшие

¹⁾ „О концентрации водородных ионов в Глубоком озере“. Труды Гидробиол. ст. на Глубоком озере т. VI, вып. 4, стр. 48—49, 1928 г.

Там же А. П. Щербаков отмечает, что суточные колебания в воде пелагической части озера весьма незначительны.

Таблица II. Максимальные, минимальные и средние суточные температуры и амплитуды колебаний по зонам в °С.

Tabelle II. Die maximale Temperatur, die minimale Temperatur, die Durchschnitts temperatur und die Schwankungsamplituden in den Zonen in °C.

Z O N E З О Н А		Тägliche Durchschnitts-temperatur der Zone Средняя суточная t° по зоне	Maxim. t° Максим. t°	Minim. t° Миним. t°	Schwankungs- amplitude Амплитуда	Tägliche Durchschnitts-temperatur des Gestrüpp Средняя суточная t° по заросли
29—30 VII 27	Береговая (Ufer-z) . . .	21,6°C	24,0°	19,7°	4,3°	} 21,93°
	Центральная (Zentrale-z).	22,04°	23,8°	20,2°	3,6°	
	Озерная (Seerad-z) . . .	22,18°	23,8°	20,4°	3,4°	
7—8 VIII 27	Береговая	22,0°	23,4°	20,2°	3,2°	} 22,43°
	Центральная	22,64°	23,8°	20,9°	2,9°	
	Озерная	22,66°	23,6°	21,3°	2,3°	
17—18 VIII 27	Береговая	21,10°	23,8°	19,6°	4,2°	} 21,61°
	Центральная	21,84°	23,8°	20,2°	3,6°	
	Озерная	21,88°	23,2°	20,5°	2,7°	
29—30 VIII 27	Береговая	20,36°	23,0°	18,4°	4,6°	} 21,2°
	Центральная	21,4°	22,4°	19,6°	2,8°	
	Озерная	21,85°	23,0°	20,4°	2,6°	

колебания в береговой зоне—вследствие малой глубины и благодаря защитному влиянию заросли от перемешивания. Центральная зона в отношении прогрева воды в худшем положении, чем другие зоны, т. к. густота заросли в ней наибольшая.

Концентрация водородных ионов определялась колориметрическим методом с помощью электрометрически установленных буферных фосфатных смесей Соренсена и щелочно-фосфатных смесей Рингера (для Рн 8,2) с индикаторами Brom-thymol-blau и Neutralrot до Рн=8,2 и фенолфталеин и Br-thymol-blau для Рн > 8,2.

В колебаниях Рн в береговых зонах не удалось обнаружить правильностей в расположении максимумов и минимумов.

Для центральной и озерной зон максимумы найдены около 4-х час. дня, минимумы около 4-х час. ночи: такой характер изменений для этих зон типичен и кривые II и III вполне иллюстрируют процесс изменений Рн в них, а также показывают влияние присутствия сине-зеленых водорослей у дна в заросли № 1, выражающемся в более сильных колебаниях Рн, чем у дна в заросли № 2.

Таблица III. Максимумы, минимумы и амплитуды колебаний R_н.
Tabelle III. Das maximale und minimale R_n Schwankungsamplituden.

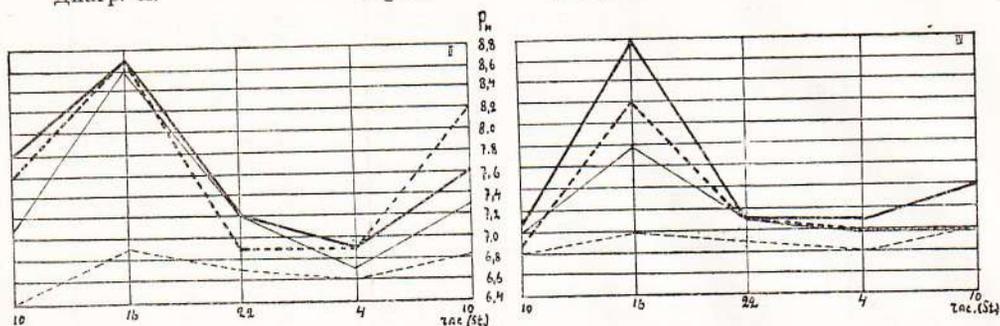
	Z O N E З О Н А	Заросль № 1 Gestrüpp № 1						Заросль № 2 Gestrüpp № 2					
		У поверхности an der Oberfläche			У дна am Boden			У поверхности an der Oberfläche			У дна am Boden		
		Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.
29—30 VII	Ufer-z Zentrale-z Seerand-z	7,7 8,0 7,9	6,9 6,8 7,1	0,8 1,2 0,8	— 7,5 7,6	— 0,8 0,4	7,3 8,7 7,4	6,7 6,8 6,8	0,6 1,9 0,6	— 7,0 7,2	— 6,7 6,7	— 0,3 0,5	
7—8 VIII	Береговая Центральная Озерная	8,6 8,9 8,75	7,4 7,6 8,3	1,2 1,3 0,45	— 8,75 8,75	— 7,2 8,2	8,5 8,75 8,75	6,6 6,6 8,4	1,9 2,15 0,35	— 8,4 8,7	— 6,4 8,2	— 2,0 0,5	
17—18 VIII	Береговая Центральная Озерная	7,9 8,5 8,0	6,6 6,6 6,7	1,3 1,9 1,3	— 8,2 6,9	— 6,6 6,6	6,8 7,0 7,4	6,3 6,5 6,7	0,5 0,5 0,7	— 6,7 6,8	— 6,4 6,6	— 0,3 0,2	
29—30 VIII	Береговая Центральная Озерная	7,4 8,75 8,6	6,7 6,9 7,1	0,7 1,85 1,5	— 8,6 7,8	— 6,7 7,0	8,6 8,8 8,2	6,6 6,9 6,9	2,0 1,9 1,3	— 6,9 7,0	— 6,6 6,8	— 0,3 0,2	

Диагр. II.

Fig. II.

Диагр. III.

Fig. III.



Заросль № 1 { ————— у поверхности (Oberflächlich)
 Gestrüpp № 1 { ————— у дна (am Boden) } Заросль № 2
 — — — — — } Gestrüpp № 2

II—III Суточные изменения Pn в центральных (II) и озерных (III) зонах.

Tägliche Veränderungen des Pn in den Zentral-Zonen (II) und in den Seerand-Zonen (III) der genannten Gestrüppen.

Несмотря на часто значительные различия в амплитудах колебаний минимумы Pn во всех зонах различаются между собой очень незначительно (большой частью ок. 0,2 Pn). Максимумы же сильно варьируют. Скорости возрастания Pn от минимума в озерных зонах меньше чем в центральных (ср. соответствующие участки кривых). Изменения в придонных слоях обеих зарослей меньше, чем у поверхности: сравнительно небольшие различия стоят, по всей вероятности, в связи с малыми глубинами.

Еще раз укажу на реакцию воды в озерных зонах, наблюдавшуюся 7—8 VIII, не падавшую ниже 8.2 (в минимумах). В центральной зоне заросли № 1 в это определение минимумы несколько больше чем в других определениях, а в заросли № 2 — даже обычного порядка. Следовательно, влияние цветения фитопланктона на Pn в них сравнительно очень мало.

Отмечу кстати неустойчивые различия между зарослями № 1 и № 2 по амплитудам колебаний (у поверхности) большим то в первой, то во второй заросли.

В заросли № 2 Pn большей частью несколько меньше, чем в заросли № 1.

Содержание свободной углекислоты (в млгр. на литр) определялось по методу Trillich'a, титрованием отмеренного объема воды щелочью с индикатором фенол-фталейном.

Этот метод, уступающий другим в смысле точности, единственный удобный для быстрых массовых определений был применен мною для того, чтобы можно было проводить все определения непосредственно после отбора проб.

В таблице IV приведены цифры, ясно показывающие индивидуальность зон. Влияние цветения фитопланктона на содержание свободной CO₂ в озерной зоне (7—8 VIII) выразилось, в соответствии с реакцией воды, полным отсутствием свободной CO₂ в течении суток. Центральные зоны с наибольшими амплитудами колебаний, почти не испытывают влияния цветения: достаточно указать на то, что минимумы = 0 оказались и в ряде других определений (ср. табл.). Поэтому в определении 7—8 VIII для центральной зоны их нельзя отвести за счет „цветения“, а, скорее, можно объяснить условиями инсоляции.

Ход суточных изменений в центральных и озерных зонах

Таблицы IV. Максимумы, минимумы и амплитуды колебаний содержания свободной CO₂.
 Tabelle IV. Maximaler und minimaler Gehalt an freiem CO₂ und seine Schwankungsamplituden.

	Z O N E З О Н А	Заросль № 1 Gestrüpp № 1						Заросль № 2 Gestrüpp № 2					
		у поверхности an der Oberfläche			у дна am Boden			у поверхности an der Oberfläche			у дна am Boden		
		Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.
29—30 VII	Уfer-z Zentrale-z Seerand-z	6,52 7,24 6,52	3,98 2,90 3,62	2,54 4,34 2,9	— 7,62 6,58	— 3,98 2,12	— 3,64 4,76	5,08 6,52 5,44	3,62 0 3,26	1,46 6,52 2,18	— 5,80 5,44	— 4,34 3,98	— 1,46 1,46
7—8 VIII	Береговая Центральная Озерная	2,54 2,18 0	0 0 0	2,54 2,18 0	— 2,54 0	— 0 0	— 2,54 0	5,44 5,44 0	0 0 0	5,44 5,44 0	— 6,52 0	— 0 0	— 6,52 0
17—18 VIII	Береговая Центральная Озерная	3,62 3,62 3,26	2,9 0 0	0,72 3,62 3,26	— 3,62 3,98	— 0 2,90	— 3,62 1,08	6,70 5,16 4,34	3,62 2,34 2,18	3,08 2,82 2,16	— 6,70 4,34	— 3,08 2,90	— 3,62 1,44
29—30 VIII	Береговая Центральная Озерная	4,34 3,62 2,54	2,18 0 0	2,16 3,62 2,54	— 3,62 3,80	— 0 1,82	— 3,62 1,98	5,42 4,34 3,62	0 0 0	5,42 4,34 3,62	— 7,24 3,98	— 3,62 2,18	— 3,62 1,80

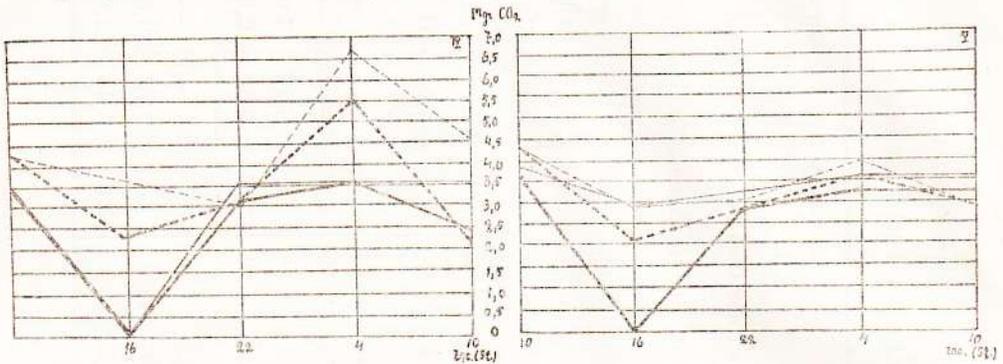
изображают кривые IV и V, показывающие, что максимальные содержания свободной углекислоты наблюдаются около 4-х часов ночи, минимумы около 4 часов дня.

Диагр. IV.

Fig. IV.

Диагр. V.

Fig. V.



Заросль № 1 { ————— у поверхности (Oberflächlich) — — — — } Заросль № 2
 Gestrüpp № 1 { ————— у дна (am Boden) — — — — } Gestrüpp № 2

IV—V Суточные изменения свободной углекислоты в центральных (IV) и озерных (V) зонах.

Tägliche (24 St) Veränderungen der freien Kohlensäure in den Zentral—(IV) und Seerand—(V) Zonen der Gestrüppen.

Отличием центральной зоны от озерной является большая скорость падения содержания свободной CO_2 от максимума (в обеих зарослях), а также большие колебания в придонном слое центральных зон.

Смешанная заросль (№ 2) показывает несколько большее содержание свободной CO_2 , чем несмешанная (№ 1).

Для береговых зон получены результаты, аналогичные данным для Рн.

Фиксированная CO_2 определялась (кб. см. в литре) титрованием отмеренных объемов воды НСl с индикатором метилоранжем.

В суточных колебаниях фиксированной углекислоты главную роль, конечно, играет изменение содержания полусвязанной: однако при большом количестве определений невозможно было определить ее точно (метод Зейлера), а колебания реакции воды показывают, что соотношение между связанной и полусвязанной CO_2 меняется и количества их нельзя считать равными. Поэтому пришлось ограничиться определением общего баланса фиксированной углекислоты.

Для береговой зоны и в случае фиксированной углекислоты не удалось обнаружить постоянный характер изменений.

Как показывает кривая VI максимумы содержания фиксированной CO_2 наблюдаются около 4-х часов ночи, минимумы около 4-х час. дня, в соответствии с условиями равновесия между свободной и полусвязанной углекислотой. В тех случаях, когда $\text{pH} < 7,7$, $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{--}$; когда $\text{pH} > 8$, $\text{HCO}_3^- < \text{CO}_3^{--}$, а содержание свободной CO_2 может быть = 0.

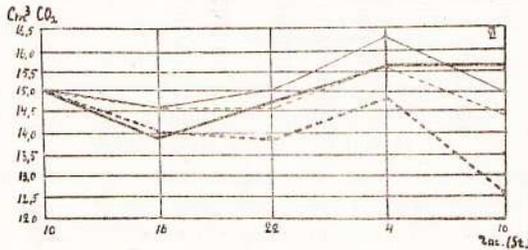
Минимумы и максимумы иногда бывают растянутыми, но, во всяком случае, выражены ясно.

Цифровой материал для изменений фиксированной CO_2 не дал ясной картины в отношении зональной структуры зарослей—амплитуды колебаний, максимумы и минимумы по зонам различаются сравнительно немного; я его опускаю. Некоторое представление

о различиях зон дает кривая VI; весьма вероятно, что причина небольшой дифференциации зон заключается в очень малой жесткости воды Глубокого озера, ставящей предел для накопления полусвязанной CO_2 в больших количествах.

Диагр. VI.

Fig. VI.



Центральная зона { ————— у поверхности (Oberflächlich) - - - - - } Озерная зона
 Die Zentral-Zone { ————— у дна (am Boden) - - - - - } Die Seerand-Zone

VI Суточные изменения фиксированной углекислоты.

Tägliche (24 St.) Veränderung der fixierten Kohlensäure.

Кислород, растворенный в воде, определялся по методу Винклера, окисляемость—по методу Куббеля.

Заросли № 1 и 2 в отношении колебаний содержания кислорода дали очень согласные результаты: поэтому на кривых VII и VIII я поместил изменения кислорода только в заросли № 1, а вместо изменений O_2 в заросли № 2—кривые изменений окисляемости воды.

Максимальные содержания кислорода—в 4 часа дня, минимальные—в 4 час. ночи. Даже в береговых зонах максимумы и минимумы по времени совпадают с приведенным.

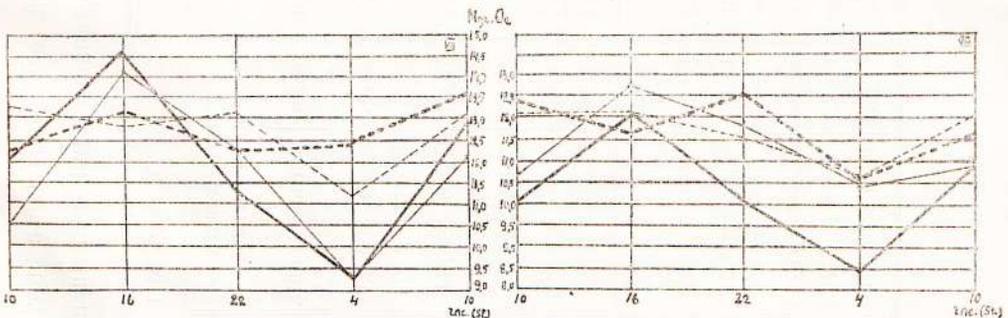
Амплитуды колебаний содержания O_2 в озерных зонах значительно меньше, чем в центральных; в береговых зонах амплитуды колебаний иногда очень малы, иногда приближаются к амплитудам колебаний центральной зоны. Соответствующие данные приведены в таблице V.

Диагр. VII.

Fig. VII.

Диагр. VIII.

Fig. VIII.



Кислород { ————— у поверхности (Oberflächlich) - - - - - } Окисляемость
 Sauerstoff { ————— у дна (am Boden) - - - - - } Oxydierbarkeit

VII—VIII Суточные изменения кислорода и окисляемости в центральной (VII) и озерной (VIII) зонах заросли № 1.

Tägliche (24 St.) Veränderungen des O_2 -Gehaltes und der Oxydierbarkeit in der Zentral-(VII) und der Seerand-(VIII) Zonen des Gestrüpps № 1.

Окисляемость (см. пунктирные линии на кривых VII и VIII) определялась в нефилтрованной воде: окисляемость воды, отфиль-

Таблица V. Максимумы, минимумы и амплитуды колебаний содержания O_2 в мг/л.
 Tabelle V. Maximaler und minimaler Sauerstoffgehalt und die Schwankungsamplituden in mg/l.

	Z O N E З О Н А	Заросль № 2 Гестрипп № 2						Заросль № 1 Гестрипп № 1					
		у поверхности ан der Oberfläche			у дна am Boden			у поверхности ан der Oberfläche			у дна am Boden		
		Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.	Maxim.	Minim.	Amplit.
29—30 VII	Ufer-z Zentrale-z Seegand-z	11,63 11,29 11,20	9,97 9,21 9,34	1,66 2,08 1,86	— 11,78 11,28	— 9,56 9,74	— 2,22 1,54	10,05 12,70 11,44	9,49 9,91 9,80	0,56 2,79 1,64	— 15,18 13,10	— 9,86 9,40	— 5,32 3,70
7—8 VIII	Береговая Центральная Озерная	12,33 13,98 13,62	11,14 12,04 12,17	1,19 1,94 1,45	— 13,22 13,68	— 10,20 12,05	— 3,02 1,63	12,06 13,65 13,23	5,31 6,87 12,19	6,75 6,78 1,04	— 12,58 15,85	— 7,20 11,68	— 5,38 4,17
17—18 VIII	Береговая Центральная Озерная	10,69 13,44 12,30	7,64 7,98 9,03	3,05 5,46 3,27	— 12,81 10,68	— 8,04 8,65	— 4,77 2,03	9,68 11,60 11,05	2,75 5,78 7,81	6,93 5,82 3,24	— 9,64 10,48	— 5,25 8,58	— 4,39 1,9
29—30 VIII	Береговая Центральная Озерная	12,03 14,79 13,35	7,64 7,35 9,95	4,39 7,44 3,40	— 14,81 12,72	— 8,41 10,17	— 6,40 2,55	14,93 14,73 11,26	7,42 8,03 10,0	7,51 6,70 1,26	— 10,87 11,44	— 7,57 8,58	— 3,30 2,86

трованной через Schleicher'овский фильтр № 590 изменяется не сильно— в пределах 4 — 5‰: напр., окисляемость нефльтрованной воды 12,64 mgr O₂ и для той же пробы фильтрованной—12,16 mgr O₂.

Как показывают кривые и окисляемость воды непостоянна, подвержена суточным колебаниям, однако меньшим, чем колебания кислорода; максимумы и минимумы расположены неопределенно.

Все вышеизложенное позволяет прийти к следующим заключениям:

1. Химизм воды зарослей показывает весьма значительные суточные колебания. Максимумы и минимумы в этих колебаниях для поверхностных и придонных слоев воды (исключая прибрежную полосу, для которой не найдено, за исключением температуры, правильностей в расположении максимумов и минимумов) наблюдаются приблизительно в следующие часы:

Таблица VI.

Tabelle VI.

	Максимум Maximam	Минимум Minimam
t°C.	Uhr. Nachmittags 4 часа дня	Uhr. Nachts 4 часа ночи
Rn.	4 „ „	4 „ „
Своб. CO ₂ (freie)	Nachts 4 „ ночи	Nachmittags 4 „ дня
Фикс. CO ₂ (fixierte) . . .	4 „ „	4 „ „
O ₂	Nachmittags 4 „ дня	Nachts 4 „ ночи

2. Изменение окисляемости не находится в прямой зависимости от колебаний содержания кислорода.

3. По вертикали, несмотря на малую глубину, наблюдается различие между поверхностной и придонной (ок. 8—10 см. от дна) водой: последняя кислее и колебания в ней меньше, чем в первой.

4. Колебания в придонном слое заросли № 1 значительно больше, чем в заросли № 2: так как глубины обеих зарослей одинаковы, это объясняется только присутствием сине-зеленых водорослей, увеличивающих концентрацию хлорофилла на дне заросли № 1.

Различие между этими зарослями — смешанной и чистой— по химизму воды у поверхности невелики: весьма вероятно, что помимо концентрации хлорофилла (Ruttner ¹⁾ в газовом обмене играет роль и дисперсное состояние его, ибо иначе в испытуемых зарослях обнаружились бы большие различия.

В отношении характера суточных колебаний различий между смешанной и чистой зарослями не обнаружено.

5. Предположение об аналогии химического и биоценологического зонального спектра зарослей вполне подтвердилось. По химизму воды заросли разделяются на три зоны: 1) Береговая зона—узкая прибреж-

¹⁾ „Über den Gaswechsel von Elodeasprossen verschiedener Tiefenstandorte unter den Lichtbedingungen grösserer Seetiefen“. Planta (Archiv f. Wissenschaftl. Botanik), 1926 II, 4—5, 598.

ная полоса, характеризующаяся неправильными изменениями. Подводная часть растений очень коротка и газовый обмен идет преимущественно в надводной части, мало отражаясь в химизме воды. 2) Центральная зона, занимающая большую часть заросли (наиболее густая ее часть), отличается большими амплитудами колебаний, правильным характером изменений, мало подвержена влиянию пелагической части озера, чем и отличается от 3) озерной зоны, в значительной мере отображающей химизм пелагической части озера (ср. влияние „цветения“ фитопланктона); амплитуды колебаний озерной зоны меньше, чем центральной.

6. Вероятно, что биоценотическая зональность есть следствие химической, так как концентрация хлорофилла в наростовых организмах мала и влияние их на химизм воды должно быть невелико.

Некоторые моменты из истории развития Глубокого Озера.

Б. С. Г р е з е.

В моем распоряжении был небольшой материал, позволяющий несколько осветить недавнее прошлое Глубокого Озера, вернее историю его постепенного заболачивания. Хотя эта история имеющимися у меня документами открывается лишь с 1770 года, но все же, взяв с другого конца 1906 год—год последней инструментальной с'емки озера, получаем промежуток времени в 136 лет, на протяжении которого имели место довольно сильные и закономерные изменения размеров и конфигурации водоема. Полагаю поэтому, что приводимые ниже сведения будут иметь значение для дальнейших работ на Глубоком Озере, и наряду с этим, не лишены интереса и для лимнологии вообще.

Документы, которые послужили мне для составления этого очерка, следующие: 1) карта озера 1770 года, она вычерчена в масштабе 213 м. в 1 англ. дюйме на основании инструментальной с'емки (астролябия) озера, произведенной методом обхода 29 мая 1770 года „первоклассным землемером“ капитаном Языковым. Оригинал карты озаглавлен: „Геометрический специальный план Рузского уезда бортного стана Тростенского-Глубокого озера“,—с этого оригинала мной была заснята фотографическим путем копия в натуральную величину, 2) описание с'емки озера—также астролябией и методом обхода, произведенной 21 октября—4 ноября 1802 года Рузским уездным землемером Кесарино.

На основании этого описания, являющегося рабочей книжкой с'емки, мной вычерчена карта в масштабе 213 м. в 1 дюйме; оригинала этой карты я не видел, возможно, что его и не существует. При вычерчивании карты приняты во внимание указания землемера относительно границы южного, „горелого“ болота, а также нанесены, согласно приведенных дат, две дороги, подходящие к озеру (в с'емке 1802 года озеро именуется также „Тростянским-Глубоким“).

Все материалы по картографии и с'емкам за 1770 и 1802 годы я получил в свое время из Архива Саввинского Подворья, которое до революции было владельцем озера. 3) Картой озера 1906, вычерченной на основании с'емки Н. В. Воронкову и В. В. Троицкого и приложенной к их статье ¹⁾. Эту карту, для целей сравнения, я должен был уменьшить фотографическим путем и привести точно к масштабу 213 м. в 1 дюйме. Замечу, что с'емка 1906 года производилась также астролябией путем обхода вокруг озера.

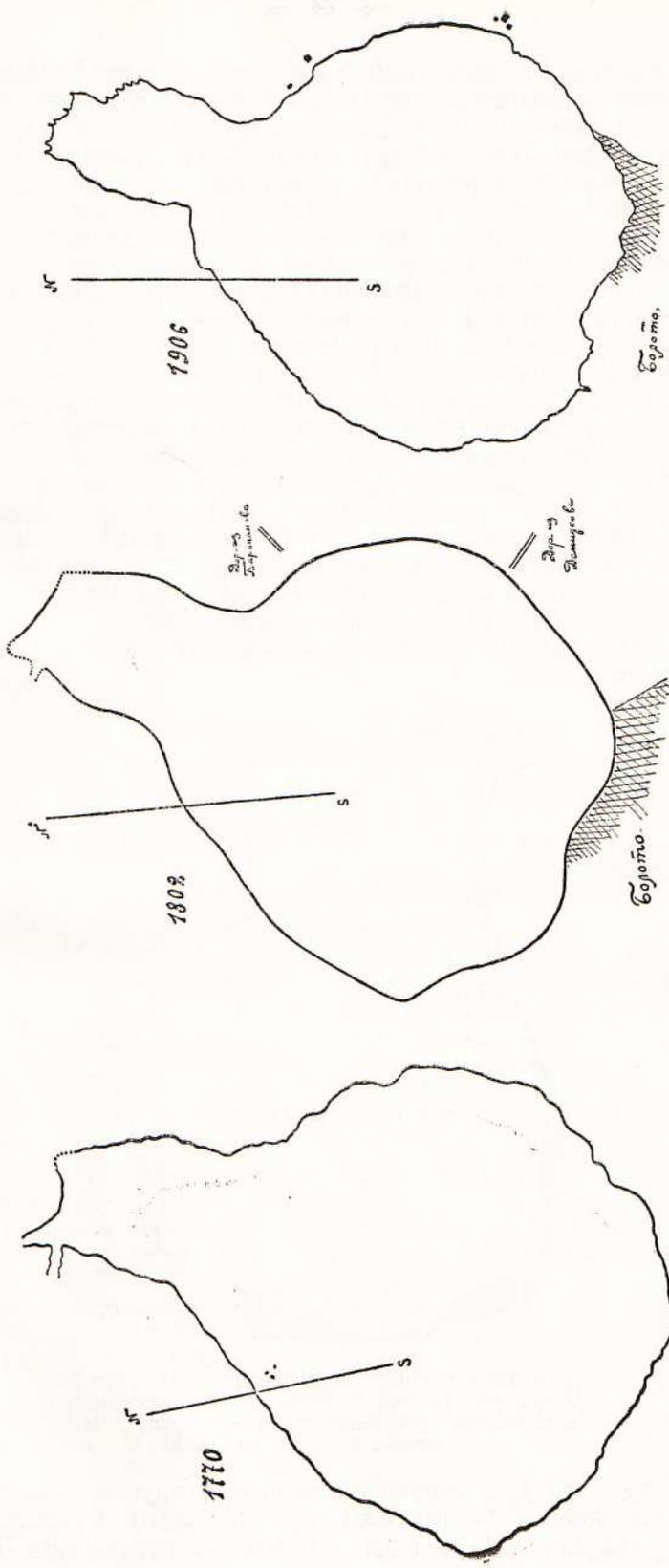
¹⁾ Н. Воронков и В. Троицкий. С'емка Глубокого Озера. Труды Гидробиол. Ст. на Глуб. Оз., т. II, 1907.

Ниже я привожу все эти три карты порознь взятые и сверх того одну сложную карту, где отдельные карты 1770, 1802 и 1906 годов совмещены друг с другом для того, чтобы ясно можно было судить о деталях изменения площади и конфигурации озера за 136 лет. Скажу сначала два слова о степени достоверности и сравнимости приводимых материалов. Мной уже указано выше, что все три с'емки производились одинаковыми инструментами (астролябией) и совершенно одинаковым способом — способом обхода вокруг озера; этот пункт не может вызвать критических возражений. Что касается степени точности с'емок, то, конечно, нужно сказать, что старые с'емки 1770 и 1802 г.г. менее детальны, чем с'емка 1906 г., они носят характер обычных землемерных с'емок, где тонкие детали конфигурации берега не имеют значения; на карте 1770 года мелкая волнистость берега нарисована повидимому на глаз, — а возможно, что и просто возникла как результат известного приема при черчении самой карты; на карте 1802 года, вычерченной мной по данным описания с'емки, береговая линия лишена всех мелких извилин за отсутствием соответствующих дат. Все эти мелкие детали, однако, не имеют никакого значения для поставленной задачи выяснения крупных изменений в конфигурации озера: последние — рисуются достаточно ясно независимо от этих деталей, проработанных на картах различно. Я должен прибавить, что при с'емках 1770 и 1802 г.г. бралось одинаковое число магистралей, перпендикуляров к берегу, пеленгов и т. д., словом, с'емка в обоих случаях шла идентично. Если же при совмещении этих двух карт друг с другом, получается характерное отличие в крупных чертах — это, конечно, указывает на нечто совершенно закономерное, не могущее быть отнесенным на счет ошибок с'емки.

При совмещении карт 1770 и 1802 г.г., их магнитные меридианы совпадают. Что касается карты 1906 года, то при наложении ее на две предыдущие я встретил одно затруднение, которое необходимо оговорить. Карта 1906 года в том виде, в каком она уложена на прилагаемом сложном чертеже, совмещена с картами 1770 и 1802 г.г. с некоторым нарушением параллельности магнитных меридианов: если поставить контур озера 1906 г. так, чтобы его меридиан N—S вполне совпадал с меридианами старых карт — получается совершенно невероятная картина резкого сдвига малого плёса озера (с прилегающим к нему истоком реки Истры) далеко на запад — на территорию уже занятую берегом в 1770 и 1802 г.г., не говоря уже о том, что и в других частях получаются совершенно невозможные перестановки. Единственно возможным — и наиболее вероятным положением контура озера 1906 г. внутри других является то, которое дано мной на комбинированной карте. Я думаю, что наиболее вероятной причиной несовпадения меридианов является один дефект с'емки 1906 года — о котором говорят и сами авторы с'емки: „астролябия, бывшая в распоряжении работавших не отличалась значительной точностью“¹⁾, в других же отношениях с'емка 1906 года отличалась значительной детальностью — перпендикуляры брались через каждые 21,30 м.

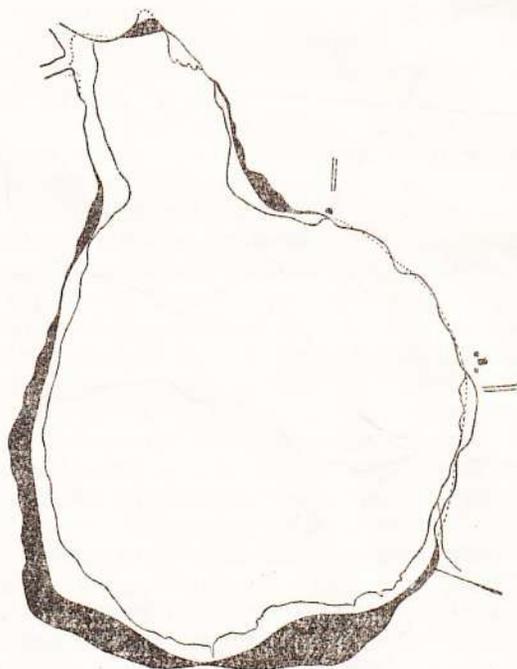
Ввиду того, что способ совмещения нескольких карт друг на друге — даже при полном совпадении меридианов — может носить несколько произвольный характер, считаю необходимым объяснить, почему я сделал это совмещение именно так, как изображено на комбинированной карте, и какой я взял для этого критерий.

¹⁾ Воронков и Троицкий I, с.



Карты вычерченные на основании съемок 1770 г., 1802 г., и 1906 г. и приведенные к одному масштабу 213 м. в одном дюйме.

Дело в том, что восточный берег озера, начиная от Монастырской Дачи (ныне не существующей) на севере (см. карту 1906 г.) и до крайнего юго-восточного угла — твердый; местами он образует значительные возвышения с крутыми обрывами. Это безусловно коренной берег водоема, состоящий из моренного материала; если здесь и имело место изменение конфигурации — то очень небольшое; под влиянием волнения, вызываемого господствующими западными ветрами здесь происходил размыв, в настоящее время почти оставившийся, свидетелями чему являются уже довольно широкие волноприбойные террасы, почти вышедшие из воды и расположенные у подножья сглаженных крутых берегов (такая картина наблюдалась например в 1908 году у той возвышенности, на которой расположена Биологическая Станция, и в некоторых других местах). В то же самое время все другие берега — за исключением возвышенного пункта на западном берегу — так называемого острова — низкие и заболоченные, при таких условиях совершенно естественно принять восточный высокий берег за относительно постоянную и неподвижную линию и именно по ней производить совмещение контуров. Это мной и сделано на прилагаемой карте. После этих замечаний приду к оценке полученных результатов. На комбинированной карте ради большей наглядности промежуток между очертаниями озера 1770 и 1802 г.г. зашит тушью; промежуток между контурами 1802 и 1906 г.г. незатушеван.



Изменения площади и конфигурации Глубокого Озера за 136 лет. Сложная карта полученная наложением трех выше приведенных карт. Масштаб 213 м. в 1 дюйме.

Все три контура, совмещенные друг с другом согласно описанного выше приема, оказываются прежде всего вписанными друг в друга; очертания 1770 года занимают охватывающее положение

по отношению к 1802 г. — последние в свою очередь охватывают контур 1906 г. Все вместе взятое иллюстрирует очень ясно постепенное уменьшение площади озера за 136 лет. Во вторых, эта карта показывает ход процесса заболачивания, его темп и направление. Мы видим, что вся западная половина озера, начиная с границы т. н. пеньковница и кончая истоком Истры охвачена полосой прироста берега. Такое направление заболачивания полностью подтверждает так называемый закон Клинге: оно гармонирует с направлением господствующих ветров ¹⁾. Перехожу теперь к некоторым важнейшим деталям. Судя по карте темп заболачивания особенно быстрый с 1770 по 1802 г. в центральном плёсе озера; с 1802 по 1906 г. он значительно замедляется. Особенно энергично идет рост берегов в южной части озера и далее в крайнем западном углу, который в 1906 г. почти сводится на нет. Интересно выразить темп заболачивания в цифрах; для этой цели мне пришлось измерить площади озера за все три сравниваемых момента.

Измерение по имеющимся картам производилось мной точно выверенным планиметром фирмы Coradi. Я получил при этом довольно значительное отклонение от цифр уже установленных для 1770 года — где в „Специальном геометрическом плане Тростенского-Глубокого озера“ указана цифра площади в 69 га 2243,5 кв. м., а с другой стороны от даты, приведенной для площади озера в 1906 г. Воронковым и Троицким — 59 га 3591,66 кв. м. Полученные мной цифры следующие:

Площадь озера в 1770 году	— 66 га 1290,25 кв. м.
” ” 1802 ”	— 60 га 4043,25 кв. м.
” ” 1906 ”	— 53 га 9258 кв. м.

Я не настаиваю вовсе на абсолютной правильности этих цифр, так как измерение площадей производилось мной по картам мелкого масштаба; гораздо больший интерес представляют отношения этих величин друг к другу; очевидно, что даже при неточности абсолютных цифр, разность между ними будет некоторой реальной величиной, так как размер ошибки, получаемой при измерении карт одинакового масштаба, будет приблизительно одинаков. Вычислив эти разности, характеризующие площадь озера, исчезнувшую в процессе заболачивания за известный период, получаем: для периода 1770—1802 — 5 га 7247 кв. м. для периода 1802—1906 — 6 га 4725,25 кв. м. Если принять условно, что интенсивность заболачивания не меняется в продолжении каждого периода, получим среднее нарастание берега за 1 год — для периода 1770—1802 — 1788,29 кв. м., для периода 1802—1906 — 622,72 кв. м. Следовательно темп заболачивания Глубокого Озера в первые 32 года почти втрое быстрее, чем в последующие 104 года. При сохранении темпа заболачивания последнего столетия и в дальнейшем озеро должно исчезнуть приблизительно в 2750 году.

Останавливаясь пока на изменениях центрального, главного плёса озера, следует отметить, что граница между южным болотом и началом сухого восточного берега (у так называемого пеньковница) — почти неизменна с 1802 г. (это передано на картах соответствующими линиями и штриховкой). Начиная отсюда, и, переходя на южный берег озера, — мы имеем здесь в настоящее время типичную сплаvinу, нависающую над водой; перед ней в озере заросли макрофитов развиты слабо; сплавина эта является краем громадного болота, отчасти

¹⁾ Данные о распределении ветров в течение лета приведены в статье Филипова: Очерк растительности Глубокого Озера. Труды Глуб. Оз. III, 1910.

имеющего характер осокового, сменяемого переходным, а в некоторых участках сфагнового с мелкими деревьями и кустарниками; раньше здесь был лес, уничтоженный пожаром ¹⁾. Очевидно, что заторфовывание озера в этом участке идет способом „нарастания“ ²⁾ — и таковой способ имел место и в недавнем прошлом. Что касается юго западного и западного берегов, то здесь мы имеем довольно густой и высокоствольный лес на болоте — начиная от канавы (карта 1906) и далее до „острова“; встречаются небольшие участки сфагнового и осокового болота иногда также подходят к воде в виде сплаваны; под защитой леса развиваются однако пышные заросли разнообразных водных макрофитов, обнаруживающих явственную зональность в своем горизонтальном распределении. Заторфовывание этого участка озера основано и на нарастании — и по всей вероятности в большей степени на „заростании“. Если взять два участка, наиболее быстро заболачивающихся, — южный несколько восточнее канавы, и западный — образующий явственный угол в озере, исчезнувший, как указано к 1906 году, — то темп роста их выразится в следующих линейных мерах: для южной сплавины — 119,50 метров за весь период с 1770 г., для западного угла 121,60 метров среднее нарастание на год составит примерно 0,85 метра.

Обращаемся теперь к малому плёсу озера, из которого вытекает река Истра. Главная масса заболоченного пространства приходится на западный берег и на исток Истры; при этом характерно, что это явление — позднейшего происхождения, начавшееся лишь в прошлом столетии: с 1770 по 1802 год здесь изменений нет. В горле, соединяющем малый плёс с большим — картина несколько иная; его заболачивание идет непрерывно с 1770 года и к концу наблюдаемого периода вызвало резкое изменение конфигурации озера: с запада и с востока два направленные друг к другу клина явственно переплывают это горло, чего не было вовсе вначале. Вдоль всего западного берега малого плёса, начиная от острова, идет зыбкое сфагново болото, подходящее к озеру в виде сплавины, другим своим краем оно подходит к самой реке Истре.

Нарастание этой сплавины на озеро является совершенно естественным событием, которое можно было предвидеть и а priori; водная растительность вдоль этой сплавины довольно богата лишь участками и не может играть большой роли в заторфовывании. Отсюда же возможны самые широкие колебания в положении истока Истры, что действительно имело место, как показывает карта: исток реки все больше передвигается на юго-восток вглубь малого плёса; наряду с этим, бросается в глаза и его постепенное зарастание: открытого протока, вроде изображенного на картах 1770 и 1802 в настоящее время нет. Северный берег — несмотря на пышное развитие водных растений в прибрежной зоне — оказывается довольно устойчивым — и лишь северо-восточный угол подвергался значительному заростанию; здесь характерно образование довольно глубокого выступа — почти прямоугольной формы — при том довольно недавнее, появляющееся лишь на карте 1906 г. Этот участок малого плёса изображен

1) Описания болот и водной растительности приведены в цитированных статьях Воронкова и Троицкого, Филиппова, и сверх того в статье Кузнецова и Щербакова: „К вопросу о распределении болотных микроорганизмов в зависимости от физико-химических свойств болотной воды. Труды Гидроб. Ст. на Гл. Озере. Т. VI вып 2—3, 1925.

2) Я употребляю термины „нарастание“ и „зарастание“ в смысле Сукачева — Болота, их образование, развитие и свойства. 1926.

на рисунке VI, табл. III в работе Воронкова и Троицкого (фотография); в образовании этого выступа, по всей вероятности, приняли участие густые заросли мелководных макрофитов, образующих здесь в настоящее время на мелководье обширные пояса (главным образом, из *Equisetum* и *Lysimachia*) — а с другой стороны и небольшое сфагнивое болотце, расположенное на берегу. Наконец, последний заболоченный за рассматриваемый период участок находится на восточном берегу, севернее той возвышенности, где была Монастырская Дача. В том месте, где в озеро выступает мыс, в настоящее время находятся густые заросли хвощей, а перед ними небольшие луговины переходящие сзади в заболоченный и тонкий лес; эта заболоченная тонкая полоса примыкает к более возвышенному месту, покрытому высокоствольным лесом; эта возвышенность, повидному, и является коренным берегом этого участка соответствующей береговой линии 1770 года.

Любопытно отметить, что, как показала батиметрическая карта озера 1906 года, как раз между двумя противолежащими и заболачивающимися мысами, постепенно суживающими горло озера, расположен подводный бар, правда невысокий, но все же отделяющий котловину центрального плёса от залива Истры. Этот бар безусловно облегчает процесс зарастания горла с восточной стороны, где, как было упомянуто, надвигаются сомкнутым строем макрофиты; это же обстоятельство, по всей вероятности и в прошлые времена, определяло направление движения двух заболачивающихся мысов, танущихся друг к другу. Следствием этого должно явиться смыкание обоих мысов — и обособление малого плёса в самостоятельный водоем если заболачивание по всему западному берегу будет отставать и весь малый плёс не будет закрыт одновременно целиком. Расчет — линейного прироста этих двух мысов дает цифру 60 метров с каждой стороны за весь период 1770—1906; если отнести размер прироста с обоих берегов за тот же период к поперечнику горла 1906 года, получается отношение 5 : 8. При сохранении существующих условий, зарастание горла — есть факт недалекого будущего.

Приведенный мной на основании анализа и сравнения картографического материала, очерк изменений озера за 136 лет позволяет, таким образом, наметить некоторые этапы его развития и его возможную судьбу. Хронологически наиболее древними изменениями — в пределах названного срока — является заболачивание центрального плёса; хотя этот процесс продолжается и сейчас, но главная работа имела место в позапрошлом столетии. Изменения малого плёса наоборот, — более позднего происхождения; здесь резкие изменения площади и очертаний — дело более близкого к нам прошлого.

Очевидно, для того, чтобы продолжить историю озера, нужно, с одной стороны, получить более новые данные. 23 года, прошедшие со времени последней с'емки, дадут нам очень интересный материал для дальнейшей эволюции озера и для проверки приведенной мной схемы. Безусловно необходима новая инструментальная с'емка. А, с другой стороны, детальное изучение болот, окружающих озеро, их бурение, изучение генезиса и вертикальной стратификации донных отложений в самом озере продолжат эту историю вглубь времени и охватят ее в масштабе всего послеледникового периода.

К изучению обрастания прудов.

С. Н. Душляков.

В литературе, вообще очень бедной исследованиями касающимися обрастаний, нет ни одной работы, посвященной изучению обрастаний в прудах.

Поэтому, мне кажется, могут иметь некоторый интерес результаты предварительной обработки наблюдений, произведенных мною летом 1928 года над обрастаниями прудов окрестностей Глубокого Озера.

Приступая к работе, я не имел в виду углубляться в детали изучения обрастания каждого отдельного водоема. В этом случае, в силу сложной методики, мне пришлось бы ограничить наблюдения 2—3 прудами. Так как обрастания в прудах совершенно не изучены, то мне казалось, что сначала более важным является исследование, хотя бы ориентировочное, возможно большего количества водоемов. Задача такого исследования — выяснение различий в характере обрастаний прудов разных типов.

14 прудов, которые я включил в круг наблюдений, конечно, не исчерпывают всего существующего разнообразия этих водоемов. Однако, ими хорошо представлен определенный тип их, именно небольшие копаные деревенские пруды, находящиеся в различных стадиях зарастания и в различной степени загрязненные.

Нужно указать, что пруды окрестностей Глубокого Озера уже ранее подвергались изучению. Воронков, Новиков и Удальцов¹⁾ (1907) дали общий очерк их и, кроме того, проследили эволюцию фауны (главным образом планктона) небольшого копаного пруда по мере постепенного его зарастания. Любичанковский²⁾ (1910) дает подробную картину летней жизни одного пруда и попутно затрагивает вопрос о влиянии загрязнения на биологию прудов. Более полно фактор загрязнения был учтен мною при наблюдениях над прудами в 1916—17 г.г.³⁾ Эти наблюдения позволили по степени и характеру загрязнения разбить пруды на 4 группы. Если придерживаться этой классификации, то выбранные для изучения обрастаний водоемы будут характеризоваться следующими признаками:

I группа. Небольшие копаные деревенские пруды, сильно и постоянно загрязняемые, благодаря пользованию ими для нужд хозяйства, обычно лишены зарослей, или с слабо развитой растительностью. По Колквигу и Марсану эти пруды должны быть отнесены к β -мезосапробному типу.

¹⁾ „Очерк прудов окрестностей Глубокого Озера“—Труды Гидролог. Станции на Глубоком Озере т. II, 1907.

²⁾ „К биологии прудов“—Там же, т. III, 1910.

³⁾ „К биологии загрязненных прудов“—Русск. Гидрол. журнал, т. I, 1922 г.

II группа. Те же деревенские пруды, но слабо загрязненные человеком, β —мезосапробного типа. Возможно значительное развитие зарослей.

III группа. Пруды чистые, влиянию человека неподверженные и при этом слабо заросшие; олигосапробного типа.

IV группа. Небольшие копаные пруды, заброшенные, сильно заросшие. Загрязнение человеком отсутствует, но заметно естественное загрязнение растительного характера. Водоемы β мезосапробные.

Методика исследования.

Обрастания изучались количественным методом. В воду опускались предметные стекла, укрепленные при помощи кнопок на гладко выструганных дощечках. Дощечки, прибитые к колышкам, которые втыкались в дно, фиксировались во всех прудах приблизительно на одном уровне (15 см. от поверхности воды и 30—40 см. от дна). Плоскость дощечек (и стекол) была перпендикулярна к поверхности воды. Установки, как правило, ставились на участках пруда, лишенных зарослей. Это условие естественно, не могло быть соблюдено для сплошь заросших водоемов. В течение лета для каждого пруда было взято не менее 4-х проб обрастаний разных возрастов, начиная от 4-дневных и до месячных. Для большинства прудов число проб равнялось 6 или 7.

Снятые с дощечек стекла, с соблюдением возможной осторожности, доставлялись в лабораторию в биологических пробирках и исследовались под лупой и микроскопом, всегда в свежем виде ¹).

Отметим еще, что для каждого пруда 3 раза (июнь, июль и август) произведен химический анализ воды ²), взяты качественные и количественные („осадочные“) пробы планктона и пробы верхнего слоя ила для качественного изучения его микроскопического населения.

Результаты наблюдений.

I. Пруды первой группы.

Наиболее типичным для прудов первой группы можно считать Нижний Горбовский пруд. Это небольшой, всего около 800 кв. м. копаный водоем, находящийся в центре села. Вода мутная, желтоватая. Заросли совершенно отсутствуют. Наблюдения над планктоном 1916—17 г.г. и 1928 г. дают одинаковую картину. Как и во всех подобных прудах, планктонная сеть постоянно приносит в больших количествах *Daphne pulex*, иногда *Moina rectirostris*. Видную роль играют различные *Copepoda*. Из коловраток типичны *Brachionus urceolaris*, *Rotifer neptunius*; временами появляются *Brachionus angularis*, *Triarthra longisetata*, *Pompholix sulcata*. Из растительных организмов отмечен только *Trachelomonas*, причем все лето в массе („цветение“).

Химический анализ воды (таб. I) позволяет отметить прежде всего высокие цифры для окисляемости. Далее нужно указать на значительное содержание железа и солей. Характерно присутствие аммиака.

¹) Способ подсчета организмов на стекле описан в моей работе „Исследование процесса обрастания в Глубоком озере“ (Труды Гидроб. Станции на Глубоком озере. Т. VI, 1925 г.).

²) Большая часть химич. анализов на месте и в лаборатории произведена З. И. Кузнецовой, за что я и приношу ей мою глубокую благодарность.

Следствием сильного развития *Trachelomonas* является отсутствие свободной углекислоты ¹⁾ и значительная щелочность.

Таблица I.

Tabelle I.

Пруд первой группы. I группа. Нижний Горбовский пруд. Анализ воды 1928.
Teich erster Gruppe. Der untere Dorfteich in Gorbowo. Analyse des Wassers 1928.

Дата Datum	t°	Ph	Своб. CO ₂ Fr. CO ₂ mg на L	Связ. CO ₂ Fixierte CO ₂	Полув. CO ₂ Halbgeb. CO ₂	O ₂ L	Общая Oxydierbar- keit mg %/00	NO ₂ H	NH ₃	Общее кол. железа Die Gesam- menge des Eisens mg %/00	CaO mg %/00	MgO mg %/00	Удельн. эле- ктро-проводн. Spezifische elektrische Leitfähigkeit
1. VII	23,9	8,4	нет fehlt	29,02	18,58	5,85	37,67	нет fehlt	нет fehlt	5,0	26,0	—	
23. VII	20,0	8,3	нет fehlt	34,49	28,41	8,27	30,16	нет fehlt	следы Etwas	> 5,0	38,6	11,52	0,2422.10 ⁻³
23. VIII	20,2	8,4	нет fehlt	37,34	31,39	6,24	25,91	нет fehlt	следы Etwas	5,5	31,19	5,31	

Обратимся теперь к рассмотрению обрастаний этого пруда.

Наблюдения 1916—17 г.г. ²⁾ показали, что обрастания всех прудов I группы, в том числе и Нижнего Горбовского, характеризуются чрезвычайно сильным развитием синезеленых водорослей, именно видов *Oscillatoria*. Руководящая роль всегда принадлежала *Oscillatoria tenuis*; кроме нее постоянны были *O. brevis*, *O. chalybea*, *O. amphibia*, и *Spirulina*. Между нитями этих водорослей в огромных количествах находились подвижные инфузории, главным образом: *Amphileptus clarepedi*, *Chilodon*, *Stentor coerulesus*, *Paramecium caudatum*. Кроме того многочисленны были: *Nematodes*, *Rotifer vulgaris* и *R. neptunius*. Нужно подчеркнуть, что почти отсутствовали прикрепленные Protozoa и Rotatoria. Совершенно отсутствовали зеленые водоросли.

В 1928 г., как это видно из рассмотрения таблицы № 2, обрастания дают иную картину. Прежде всего совершенно отсутствуют синезеленые водоросли, и потому обрастания носят исключительно животный характер.

Это наблюдалось не только в Нижнем Горбовском пруду, а во всех прудах первой группы (пруд у деревни Ерзовка, Крест, пруд в Тереховке, пруд в Горбове позади Чайной). Далее, вероятно, в связи с отсутствием нитчатых водорослей, при обилии взвешенных в воде частиц, получили возможность развиваться прикрепленные Protozoa (особенно Ciliata) и Rotatoria ³⁾; им и принадлежит руководящая роль в обрастаниях всех прудов I-й группы. Наоборот, для подвижных форм (подвижные—Ciliata, Rotatoria и Nematodes) отсутствие нитчаток является фактором отрицательного значения, потому что препятствует их механическому укреплению на субстрате.

Отсюда понятно, что роль этих форм в обрастаниях прудов I-й группы в 1928 г. незначительна.

¹⁾ Все химич. анализы для всех прудов производились днем. Вода бралась у поверхности.

²⁾ С. Н. Дуплаков 1922 г. Наблюдения производились без применения счетного метода.

³⁾ См. С. Н. Дуплаков. „Некоторые наблюдения над вертикальным распределением обрастаний в Глубоком озере“. (Труды ст. на Глубоком озере, т. VI, в. 4, 1928 г.).

Таблица II.

Tabelle II.

I группа Нижний Горбовский пруд. Обрастания 1928 г. (на 100 кв. см. субстрата) ¹⁾
 I Gruppe, Der untere Dorfteich in Gorbowo. Bewuchs im Jahre 1928 (für 100 cm² des Substrats angegeben).

	4 суток 4 Tage 19—23/VI	4 суток 4 Tage 19—27/VI	8 суток 8 Tage 19—23/VII	12 суток 12 Tage 19—31/VII	23 суток 23 Tage 19/VII— 11/VIII	Месяц 31 Tage 19/VIII— 20/VIII
<i>Antophysa vegetans</i>	—	25	137	50	—	562
Summe		25	137	50		562
<i>Vorticella convallaria</i>	—	—	25	17	1200	19312
" " <i>putrinum</i>	—	—	—	50	—	1937
" " <i>sp.</i>	21	725	62	13700	13.250	125.000
<i>Carchesium sp.</i>	—	—	—	—	—	375
<i>Opercularia coarctata</i> (?)	—	—	—	—	—	15.687
<i>Podophrya fixa</i>	—	975	400	499	250	62
<i>Acineta sp.</i>	—	50	—	—	—	—
<i>Sphaerophrya magna</i>	—	—	12	149	150	62
<i>Stentor Baretti</i>	—	—	—	—	—	125
<i>Nassula elegans</i>	—	225	—	—	—	62
<i>Lionotus sp.</i>	—	—	37	83	—	—
<i>Floscularia cornuta</i>	—	—	200	420	—	562
<i>Oecistes crystallinus</i> }	71	200	62	283	750	2187
<i>intermedius</i> }				217		
<i>Brachionus bakeri</i>	—	—	—	—	—	125
" <i>urceolaris</i>	21	25	75	—	—	250
<i>Rotifer vulgaris</i>	—	—	—	17	50	—
Лич. Chironomidae	—	—	—	40	—	—
(Larwen)						
Summe	113	2200	1873	15475	15650	165746

Наблюдения 1916—17 г., как отмечено выше, не обнаружили в обрастаниях прудов первой группы зеленых водорослей.

Исследования 1928 г. также позволяют говорить с уверенностью, что в этих водоемах зеленые водоросли ужиться не могут.

В Нижнем Горбовском пруду, как это видно из таблицы, они совершенно отсутствуют; в других прудах иногда появляются, но только на короткое время и, не закончив цикла, гибнут. Так в пруду у деревни Ерзовка ²⁾ в 1928 г. в обрастаниях на стеклах были отмечены нити *Oedogonium*. В 4-х суточном обрастании за июнь

¹⁾ Во всех таблицах обрастаний цифры показывают число организмов на 100 кв. см. поверхности субстрата.

²⁾ Площадь около 60 кв. мт. Водная растительность почти отсутствует; только во второй половине лета появляется в небольшом количестве ряска.

(19—23 VI) они насчитывались в количестве 5319 экземплярах на 100 кв. см. поверхности субстрата; нити были короткие и состояли не более как из 6 клеток. Через 4 дня, следовательно в 8 суточной пробе (19—27/VI) число нитей было уже меньше — 3962 экз., причем длина их не увеличилась. Нужно еще отметить, что все нити во второй пробе были сплошь залеплены буровато-черными частичками триптона, явно железистого характера. В следующей пробе, 12-ти суточной Oedogonium уже совершенно отсутствовал. Сходную картину дают июльские пробы. В четырехсуточном обрастании (19—23/VII) мы насчитываем 7500 экз. на 100 кв. см. поверхности стекла; в 12-ти дневном обрастании (19—31/VII) нет ни одной нити.

Кроме Oedogonium в Ерзовском пруду из зеленых водорослей отмечены еще пластинки вероятно одного из видов Stigeoclonium. Они появились в первой же пробе за июнь (четырёхсуточн. 19—23/VI) в огромном количестве, более 60.000 экз. на 100 кв. см. Размеры пластинок были незначительны, в среднем 0,05—0,06 мм. в диаметре. В дальнейшем пластинки начали разрастаться, и в 8-ми дневной пробе (19—27/VI) диаметр их достигал уже 0,15—0,2 мм. и больше; на некоторых можно было видеть небольшие поднимающиеся кверху стволы; количество же пластинок в 8-ми дневной пробе было вдвое меньше чем в 4-х дневной, очевидно, что, разрастаясь, одни пластинки заглушали другие.

В пробе за месяц стекло сплошь было покрыто тонкой, местами отваливающейся пленкой грязно-зеленого цвета. При анализе под микроскопом оказалось, что пленка эта состояла из тесно соприкасающихся, местами до полной утраты границ, пластинок Stigeoclonium. Стволов ни на одной пластинке не обнаружено. Пластинки были частью зеленого цвета, в большинстве же желтые, буроватые или бесцветные; местами их густо покрывали частички триптона.

Укажем еще на „пруд в Горбове позади Чайной“. Площадь его очень невелика; заросли, как и в предыдущих прудах, отсутствуют. За лето в этом водоеме взято 4 пробы, которые дают очень интересную картину для зеленых водорослей.

Таблица III.

Тabelle III.

Пруд в Горбове позади Чайной. Пруд I-й группы.

Der Dorfteich in Gorbowo hinter dem Wirthshaus. Erste Gruppe.

	4 суток 4 Tage 19—23/VI	12 суток 12 Tage 19—31/VI	11 суток 11 Tage 31/VI—11/VII	20 суток 20 Tage 31/VI—20/VII
Closterium sp. . .	50	25	125	25
Oedogonium sp. . (мертвый) (Abgestorbene)	—	24.250	—	—

В незначительных количествах постоянно присутствует Closterium. В одной пробе, кроме того, отмечены в огромном числе нити Oedogonium. Эта находка требует, однако, пояснения. Как видно из таблички (№ 3) в четырехсуточной пробе (19—23/VII) Oedogonium совершенно отсутствует; подчеркнем, что на стекле не было обнаружено ни одного простека этой нитчатки. Я не нашел Oedogonium и на различных

подводных предметах, которые были в пруду (палки воткнутые в дно, плавающие доски и проч.).

Совершенно неожиданную картину дала следующая 12-ти суточная проба (19—31/VII): стекло было покрыто очень густой бурого цвета щеткой *Oedogonium*. Щетка была так густа, что подсчет нитей был весьма затруднителен. Цифра 24.250 экз. *Oedogonium*¹⁾ на 100 кв. см. субстрата приблизительно. Причем ее нужно считать ниже действительной. Нити достигали длины 1,5—2 см.; и поразительно, что все без исключения были мертвыми, целиком пожелтевшими, или побуревшими. Таким образом, в течение короткого срока, не более 8 суток на стекле произошли замечательные процессы. Из осевших спор, источник которых нам остался неизвестным, с быстротой, какую мне не приходилось наблюдать ни в одном водоеме, выросли нити до 2-х см. длиной, сейчас же начали отмирать, не закончив цикла и к моменту взятия пробы все успели целиком пожелтеть, или побуреть.

Тщательный осмотр различных подводных предметов пруда, произведенный в день выемки стекла с мертвым обрастанием (31/VII) обнаружил на одной из палок, воткнутых в дно, примерно, ту же картину, что и на стекле, именно щеточку мертвых нитей *Oedogonium* только еще несколько более длинных, до 2,5 см.

Установка со стеклами, с которой была взята описанная проба, к сожалению, погибла. На ее месте 31/VII была поставлена другая. Как видно из таблички (№ 3) *Oedogonium* до конца наблюдений на ней не появлялся. Живые нити не были найдены также и на подводных предметах.

Изложенные факты достаточно ясно показывают, что в прудах первой группы зеленые водоросли ужиться не могут. Однако, кратковременные всплески их развития и роста, при том очень интенсивные, не исключаются. Полное отсутствие зеленых водорослей в Нижнем Горбовском пруду, вероятно, может быть увязано с постоянным высоким содержанием железа в этом водоеме²⁾ (табл. I).

То обстоятельство, что некоторые зеленые водоросли на короткий срок появляются в Ерзовском пруду и в пруду в Горбове у Чайной может быть можно было бы объяснить иным режимом железа в этих водоемах. Число химических анализов, которыми мы располагаем, недостаточно, чтобы говорить об этом с уверенностью. Однако, все-же укажу, что в то время как в Нижнем Горбовском пруду количество железа постоянно и не было меньше 5,0 мг. на литр, в Ерзовском пруду оно колеблется и временами бывает значительно меньше, так в июле мы имеем цифру 2,2 мг. при одинаковой, с Нижним Горбовским прудом, окисляемости 26 мг. O₂ на литр. Отметим, что Ерзовский пруд находится в поле за деревней, а пруд в Горбове позади Чайной огорожен и пользование им ограничено. Таким образом возможно, что загрязнение этих прудов, в общем несомненно сильное, не носит такого постоянного характера как загрязнение находящегося среди деревни Нижнего Горбовского пруда.

По сравнению с зелеными водорослями, диатомовые выдерживают большие концентрации железа³⁾. Однако 5 мг. на литр (при окисляемости около 30 мг. O₂ на литр) цифра для них слишком высокая,

¹⁾ Все нити стерильные.

²⁾ Е. Е. Успенский — Железо, как фактор распределения водорослей. (Труды Ботан. Ин-та Ассоциация Н.-И. Институтов I МГУ—1925 г.).

³⁾ Успенский.

и в Нижнем Горбовском пруду они совершенно отсутствуют. В других прудах I-й группы диатомей были отмечены, но только в качестве малочисленных и непостоянных бионтов. В Горбовском пруду у Чайной на стеклах их не было ни разу, но изредка они попадались в обрастаниях на воткнутых в дно палках. В Ерзовском пруду мелкие формы появлялись и исчезали вместе с короткими нитями *Oedogonium*, которые они покрывали.

Чтобы покончить с прудами I-й группы, остается отметить еще особенности самого процесса обрастания. Известно, что планктон мелких водоемов обычно характеризуется неустойчивостью своего качественного и количественного состава. Отдельные виды внезапно появляются, часто дают интенсивные „вспышки“ развития и могут быстро исчезать. В известной мере то же самое характерно очевидно и для обрастаний прудов. Мы уже видели пример этому на *Oedogonium* (Горбовский пруд у чайной). „Вспышки“ развития животных форм можно видеть на таблице № 2 для Нижнего Горбовского пруда. Так *Vorticella* sp в 12-ти дневном обрастании дает цифру 13 700 экз. на 100 кв. см. поверхности субстрата; это число почти не изменяется в 23-х дневной пробе (13 250), но зато в месячном обрастании оно сразу дает резкий скачек до 125.000. *Opercularia coarctata* (?) совершенно отсутствовавшая в 23-х дневном обрастании в месячной пробе сразу дает огромную цифру 15.687 экз. на 100 кв. см.

Отмеченные факты показывают, что при изучении обрастаний мелких водоемов нужны более или менее систематичные наблюдения. Одиночные, отрывочные анализы часто могут только запутать вопрос.

Пруды II-й группы.

Как отмечено выше, сюда мы относим водоемы, подверженные влиянию человека в меньшей степени, чем предыдущая группа (β —мизосапробного типа). Я исследовал два таких пруда. Из них наиболее типичным является Горбовский пруд у церкви. Меньшая степень загрязнения его по сравнению с другими прудами в селе Горбове (Нижний Горбовский, пруд в Горбове у Чайной) объясняется прежде всего его значительными размерами. Его площадь и глубина, по крайней мере в два раза больше чем для Нижнего Горбовского пруда. Кроме того, этот водоем находится на краю села.

Таблица IV.

Tabelle IV.

Горбовский пруд у церкви (II группа). Анализ воды 1928 г.

Der Dorfteich in Gorbowo neben der Kirche (II Gruppe). Analyse des Wassers 1928.

Дата Datum	t°	Ph	Своб. CO ₂ Fr. CO ₂ mg 0/00	Связ. CO ₂ Fixierte CO ₂	Получ. CO ₂ Halbgeb. CO ₂	O ₂ L	Окисляемость Oxydierbar- keit mg. 0/00	NO ₂ H	NH ₃	Общее кол. железа Gesamte menge des Eisens mg. 0/00	CaO mg. 0/00	MgO mg. 0/00	Удельн. эде- тро-проводн. Spezifische elektrische Leitfähigkeit
1. VII	23,6	8,1	нет fehlt	30,94	24,06	6,39	26,95	нет fehlt	нет fehlt	2,2	35,0	—	
23. VII	19,9	8,0	1,31	31,32	31,32	7,08	19,89	нет fehlt	нет fehlt	2,1	46,0	10,08	0,2345.10 ⁻³
20. VIII	19,9	8,4	нет fehlt	36,36	28,43	8,76	16,89	нет fehlt	нет fehlt	2,0	35,42	4,72	

Как видно из таблицы, окисляемость в Горбовском пруду у церкви значительно ниже чем в прудах I группы. Количество

железа также меньше чем в предыдущих водоемах. Аммиак и азотистая кислота отсутствует в течение всего лета.

Планктон отличается от прудов I-й группы отсутствием *Daphne pulex* и малочисленностью *Brachionus urceolaris*. Необходимо отметить также значительное количество зеленых водорослей, которых вовсе не было в планктоне прудов I-й группы.

В Горбовском пруду у церкви обычны: *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum*, *P. tetras*, *P. duplex*, *Ankistrodesmus polymorphus*, *Closterium* sp.

Группа жгутиковых (именно *Euglenaceae*) богата и в количественном и в качественном отношении. Кроме обычного для прудов I-й группы *Trachelomonas volvocina* здесь мы находим в больших количествах *Euglena oxyuris*, *E. acus*, *E. intermedia*, *Phacus pleuronectes*, *P. triquetet*.

Обращаясь к рассмотрению таблицы № 5, мы видим, что обрастания Горбовского пруда у церкви значительно отличаются от прудов I группы. Бросается в глаза видная роль зеленых водорослей, хотя видовой состав их еще очень беден. Прежде всего нужно отметить появление и постоянное присутствие *Coleochaete* (особенно *C. soluta*), очевидно, что 2 мг. железа на литр, при окисляемости около 20 мг. O_2 не являются для этих форм ядовитыми. Рост *Coleochaete* идет нормально и пластинки достигают обычных размеров. Несколько иначе обстоит дело с нитчатыми зелеными водорослями. В первых двух пробах продукция *Oedogonium* огромна, но достигнув длины всего 0,5—1 м/м. нити начинают отмирать. Как видно из таблицы уже в 12-ти дневной пробе количество мертвых нитей около 18%. В дальнейшем отмирание и отпадение от субстрата идет очевидно очень быстрым темпом. В трехнедельной пробе и живых и мертвых нитей уже очень мало. Почти столько же их в месячном обрастании. Достигают нормальных размеров и заканчивают цикл вероятно только отдельные экземпляры. Поэтому, на различных подводных предметах обнаружить налеты *Oedogonium* простым глазом почти не удается.

Диатомовые, как видно из таблицы, подобно прудам первой группы, не играют заметной роли и представлены только одной *Gomphonema*. Что касается жгутиковых, то их развитие стоит в связи с развитием в планктоне.

Животная часть обрастаний мало отличается от таковой прудов I группы. Несколько богаче представлены *Rotatoria*, но руководящими формами являются те же *Oecistes crystallinus* (?) *Floscularia cornuta*. Среди простейших на первом месте также прикрепленные формы (*Vorticella*, и *Opecularia*). Количественная продукция подвижных *Ciliata* ниже.

Пруды III группы.

Сюда отнесены водоемы слабо заросшие и почти или совершенно не подверженные загрязнению человеком. В нашем материале имеется два таких пруда.—Верхн. Курьковский и Таракановский. Первый пруд копаный, второй—образован запрудой ручья.

Остановимся на рассмотрении Курьковского пруда.

Как показывает таблица № 6, окисляемость в чистых прудах значительно ниже, чем в прудах второй группы. Сильно падает также содержание железа и солей ¹⁾. По характеру планктона рассматриваемые пруды напоминают небольшие мелкие озера.

¹⁾ Количество железа и солей близко к тому, которое наблюдается в Глубоком озере.

Таблица V.

Tabelle V.

Горбовский пруд у церкви. Обрастания 1928 г. на 100 кв. см. (пруд II группы).

Dorfteiche in Gorbowo neben der Kirche. Bewuchs im Jahre 1928 (für 100 cm³ des Substrats).

	4 суток 4 Tage 19/VII— 23/VII	12 суток 12 Tage 19/VII— 31/VII	23 суток 23 Tage 19/VII— 11/VIII	Месяц 31 Tage 19/VII— 20/VIII
Проростки Oedogonium (Sprösslinge)	12.883	1250	—	83
Живые нити Oedogonium spp.	46.917	57.750	750	1250
(Lebende faden)				
Мертв. нити " "	—	13.750	2 866	1975
(Abgestorbene faden)				
Stigeoclonium sp.	—	—	500	83
Проростки Coleochaete	250	125	200	90
(Sprösslinge)				
Coleochaete soluta	—	1375	1250	2023
" scutata	—	125	83	—
Scenedesmus quadricauda	—	125	—	—
Cosmarium sp.	—	—	83	—
Euglenaceae	2166	6625	—	—
Безцв. Flagellata	334	—	416	250
(Farblose Flagellata)				
Oscillaria tenuis	83	125	—	—
Gomphonema	—	—	—	2020
Всего растений (Summe)	62.633	67.500	3.282	5.799
Vorticella sp.	583	8.000	83	917
Vorticella sp.	—	625	—	2750
Opercularia coarctata(?)	750	—	1250	—
Nassula elegans	250	—	—	—
Coleps hirtus	334	—	—	—
Stentor Baretti	—	—	—	167
Другие Infusoria	—	—	—	167
(Andere Infusoria)				
Suctorina	4417	2875	—	—
Oecistes crystallinus(?)	167	4875	4749	12.499
Floscularia cornuta	—	—	416	500
Rotifer vulgaris	—	250	83	250
Brachionus urceolaris	—	—	—	333
Diaschiza lacinulata	167	—	—	—
Distyla flexilis	83	—	—	—
Colurella compressa	167	—	83	167
Monostyla sp.	—	125	250	250
Chaetogaster diastrophus	—	—	10	5
" langi	—	—	5	—
Chironomidae	—	—	—	15
Всего животных (Gesamtzahl aller Thiere)	6.918	16.750	6.929	18.020

Таблица VI.

Tabelle VI.

III группа. Верхний Курьковский пруд 1928 г. Анализы воды.

III Gruppe. Der obere Teich in der Meierei Kurkowo 1928. Analyse des Wassers.

Dara Datum	t°	Ph	Своб. CO ₂ Fr. CO ₂ mlg. ‰	Связ. CO ₂ Fixierte CO ₂	Полув. CO ₂ Halbbeb. CO ₂	O ₂ cm ³ L	Окислитель- ность Оxydierbar- keit mlg. ‰	NO ₂ H	NH ₃	Общее кол. железа Gesante menge des Eisens mlg. ‰	CaO mlg ‰	MgO mlg ‰	Удельн. элек- тро-проводн. Spezifische elektrische Leitfähigkeit
29. VI	21,4	8,3	нет fehlt	4,95	2,63	7,48	16,2	нет fehlt	нет fehlt	0,3	6,0		
25. VII	20,6	6,5	3,82	8,06	8,06	6,03	14,85	нет fehlt	нет fehlt	1,0	7,6		— 4 0,3494.10
28. VIII	24,8	6,9	2,66	5,80	5,80	6,54	11,78	нет fehlt	нет fehlt	0,3	6,58	2,48	— 4 0,2693.10

В Курьковском пруду обычны *Bosmina cornuta*, *Rattulus cylindricus*, *Diaphanosoma* ¹⁾). В зарослях встречается *Sida* и ряд других чувствительных к загрязнению форм. *Daphne pulex* и *Brachionus urceolaris* отсутствуют. В состав фитопланктона входят *Clathrocystis*, *Anabaena f. a.*, которые обуславливают летом цветение и значительное количество зеленых водорослей. Диатомовые развиты слабо.

Рассматривая таблицу № 7, мы видим, что обрастания Курьковского пруда отличаются от обрастаний прудов II группы прежде всего богатством качественного состава. В то время как для Горбовского пруда у церкви число видов, отмеченных за все время наблюдений, не превышает 30, здесь оно более 70. *Oedogonium*, который в прудах II группы, как мы видели, не находит еще вполне благоприятных для существования условий, здесь среди нитчаток является руководящей формой и дает постоянную высокую продукцию.

Далее нужно отметить появление *Vulbochaete*. Хотя и в небольшом количестве—она присутствует во всех пробах. *Coleochaete* дает гораздо более высокую продукцию чем в Горбовском пруду у церкви. То же можно сказать относительно *Scenedesmus quadricauda*. Наконец, в Курьковском пруду мы отмечаем не менее 15 видов зеленых водорослей, вовсе отсутствующих в прудах II группы. Таким образом, переход от второй группы прудов к третьей идет в направлении развития зеленых водорослей в качественном и в количественном отношении. Что касается других групп растительных организмов, то, как видно из таблицы, их роль в обрастаниях прудов III группы незначительна. Можно указать только на несколько большее развитие диатомей в качественном отношении по сравнению с водоемами II группы.

Относительно животной части обрастаний Курьковского пруда можно отметить следующее:

Продукция прикрепленных *Ciliata* — невелика, во всяком случае по сравнению с прудами II и особенно I группы. Это стоит возможно в связи с сильным развитием нитчаток.

Совершенно незначительна роль подвижных инфузорий.

Прикрепленные *Rotatoria* представлены хорошо, как в качественном так и в количественном отношении. Они играют наряду с *Suctorina* руководящую роль среди животных. Мы видели, что и в прудах

¹⁾ В Таракановском пруду, кроме того, *Notholca longispina*, *Triarthra longiseta* у. *limnetica*.

Т а б л и ц а VII.

T a b e l l e VII.

III группа. Курьковский пруд. Обрастания 1928 г. на 100 см².

III Gruppe. Der Teich in der Meierei Kurkowo. Bewuchs im, J. 1928 (für 100 cm² des Substr).

	4 суток 4 Tage 17—21/VI	8 суток 8 Tage 17—25/VI	Месяц 1 Monat. 17/VI—17/VII	4 суток 4 Tage 17/VII—21/VII	12 суток 12 Tage 17/VII—29/VII	23 суток 23 Tage 17/VII—9/VIII	Месяц 1 Monat. 17/VII—18/VIII
Проп. Oedogonium	35	1000	2875	1899	1277	958	4999
(Sprösslinge)							
Oedogonium sp.	—	87	6375	533	1989	12.009	12.916
Spirogyra sp.	21	—	33	16	—	—	—
Проп. Bulbochaete	—	125	—	183	167	83	83
(Sprösslinge)							
Bulbochaete.	—	—	500	—	167	333	417
Stigeoclonium	—	—	250	—	—	—	—
Проп. Coleochaete	121	5350	—	2066	4082	583	—
(Sprösslinge)							
Coleochaete soluta	—	—	9000	—	7054	1833	667
Coleochaete scutata	—	—	50	—	—	83	249
Scenedesmus quadricauda .	1688	4650	1875	1016	417	1083	167
Pediastrum boryanum	101	100	125	133	—	—	—
Ped. duplex.	7	—	—	—	28	83	—
Ped. duplex reticulatum	63	—	250	33	—	—	—
Cosmarium. spp.	57	626	1750	—	222	—	—
Closterium spp.	7	25	575	16	—	—	83
Xanthidium.	7	—	—	—	—	—	—
Staurastrum spp.	21	50	16	217	111	167	—
Actinastrum.	86	50	—	150	83	167	83
Apiocystis Braun.	—	75	16	—	28	—	333
Chlorobotrys (?)	—	650	4750	33	556	749	999
Gomphonema	—	—	250	—	—	—	—
Tabellaria flocculosa.	7	12	250	—	—	—	—
Synedra acus	36	750	125	—	—	83	—
Navicula spp.	79	—	—	67	—	—	—
Другие Diatomaceae.	—	37	—	—	—	—	—
(Andere)							
Cyanophyceae	14	137	625	33	56	83	83
Rhipidodendron	—	12	—	—	—	—	—
Peranema	—	25	125	—	—	—	—
Euglena spp.	28	—	—	—	—	—	—
Всего растений	2371	13761	29815	6395	16237	18297	21079
(S u m m e)							
Vorticella sp.	14	26	—	50	111	250	—
Vorticella sp.	21	100	125	16	—	1833	—
Cothurnia	—	25	—	—	—	—	—
Colpidium colpoda	7	—	—	—	—	—	—
Oxytricha	—	—	125	—	—	—	—
Stylonychia mytilus	—	—	16	—	—	—	—

Продолжение табл. VII.

	4 суток 4 Tage 17—21/VІ	8 суток 8 Tage 17—25/VІ	Месяц 1 Monat. 17/VІ—17/VІІ	4 суток 4 Tage 17/VІІ—17/VІІІ	12 суток 12 Tage 17/VІІ—29/VІІ	23 суток 23 Tage 17/VІІ—9/VІІІ	Месяц 1 Monat. 17/VІІ—18/VІІІ
<i>Aspidisca costata</i>	—	—	—	16	—	—	—
<i>Nassula</i>	—	—	—	—	167	—	83
<i>Dileptus anser</i>	—	—	—	—	—	83	—
<i>Lacrymaria olor</i>	—	—	—	—	—	—	83
<i>Stentor Baretii</i>	—	—	—	—	—	—	10
<i>Floscularia ornata</i>	7	12	—	150	—	—	—
" <i>cornuta</i>	—	—	1750	67	83	250	667
" <i>longicaudata</i>	—	—	—	—	—	250	83
" <i>regalis</i>	—	—	—	—	—	—	249
<i>Oecistes longicornis</i>	—	—	625	33	—	1417	} 3083
" <i>melicerta</i>	—	—	1625	—	—	167	
" <i>sp.</i>	—	—	—	—	—	—	
<i>Rotifer vulgaris</i>	7	12	16	—	—	167	583
" <i>tardigradus</i>	14	—	—	—	28	—	—
<i>Diaschiza lacinulata</i>	14	—	—	133	28	—	83
<i>Philodina megalotrocha</i>	—	25	—	—	—	—	417
<i>Colurella compressa</i>	—	12	16	—	—	—	—
<i>Notommata sp.</i>	—	—	16	—	—	—	—
<i>Colurella obtusa</i>	—	—	—	16	—	167	83
<i>Dinocharis</i>	—	—	—	16	—	—	—
<i>Monostyla</i>	—	—	—	16	—	—	—
<i>Callidina sp.</i>	—	—	—	—	—	—	249
<i>Diaschiza gibba</i>	—	—	—	—	—	—	83
<i>Metopidia acuminata</i>	—	—	—	—	—	—	249
<i>Tokophrya quadripart</i>	—	—	83	1799	2554	4833	83
<i>Podophrya fixa</i>	—	—	125	16	—	—	—
<i>Acineta grandis</i>	—	—	—	16	—	—	83
<i>Metacineta mistacina</i>	—	—	—	—	28	83	500
<i>Gastrotricha</i>	—	—	16	—	28	83	—
Лич. Chironomidae	—	—	10	—	—	25	10
<i>Turbellaria</i>	—	—	—	—	—	—	10
<i>Chaetogaster Langi</i>	—	—	—	—	—	—	10
<i>Ripistes parasita</i>	—	—	—	—	15	20	21
<i>Chaetogaster diastrophus</i>	—	—	—	—	—	5	—
<i>Nematodes</i>	—	—	16	—	—	5	—
Всего животных (S u m m e)	84	212	4564	2344	3042	9638	6722

I и II группы прикрепленным коловраткам принадлежит видное место. Необходимо, однако, отметить, что качественный состав этих животных в прудах III группы совершенно иной. За исключением *Floscularia cornuta*, все остальные виды здесь новые. Подвижные *Rotatoria*, довольно разнообразные по качественному составу, в количественном отношении представлены слабо. Хорошо представлены *Suctorina*. Отметим, что

наиболее многочисленная по количеству особей *Tokophrya quadripartita* в прудах I и II группы—не встречалась.

Пруды IV группы.

Сюда отнесены пруды, не подверженные влиянию человека, но в большей или меньшей степени заросшие, заболоченные, дистрофного характера. Мною исследовано 5 таких прудов. Все они представляют собою небольшие копаные водоемы, большинство которых, а может быть и все 5, прежде были типичными загрязненными деревенскими прудами. За недостатком места — я не буду останавливаться на рассмотрении всех исследованных прудов этой группы, а разберу только два из них: Андреев прудик и пруд—болотце под Тереховкой. Первый находится в стадии, еще не утратившей признаков пруда, хотя зарастание здесь в общем весьма значительно. Второй — сплошь зарос, обмелел и скорее напоминает болото.

Рассмотрим Андреев пруд. Его размеры невелики, не более 250 кв. метров. С трех сторон берега — высокие, сухие, с одной стороны заметно заболачивание; глубина около 1½ метра. Дно—илистое, вязкое, обильно поросшее погруженной растительностью. Поверхность воды в течение всего лета сплошь затянута покровом ряски.

Т а б л и ц а VIII.

Tabelle VIII.

Андреев прудик 1928 года.

Das Teichen „Andreew“ 1928.

Дата Datum	t°	Ph	Своб. CO ₂ Fr. CO ₂ mlg. ‰	Связ. CO ₂ Fixierte CO ₂	Получ. CO ₂ Halbgeb. CO ₂	O ₂ cm ³ L	Окисляемость Oxydierbar- keit mlg. ‰	NO ₂ H	NH ₃	Общее кол. железа Gesamt- menge des Eisens mlg. ‰	CaO mlg. ‰	MgO mlg. ‰	Удельн. элек- тропроводн. Spezifische elektrische Leitfähigkeit
8. VII	19,3	5,2				0,81				1,75			
22. VII	17,2	5,9	42,4			1,52	19,52	нет fehlt	нет fehlt	3,5	7,0	3,26	
19. VIII	18,9	4,8	42,5	3,3	3,3	0,47	14,51	нет fehlt	нет fehlt	0,5	4,55	3,07	0,3413.10 ⁻⁴

К особенностям химизма воды нужно отнести ничтожное, по сравнению с другими прудами, содержание кислорода. Это объясняется возможно тем, что покров ряски препятствует насыщению воды кислородом воздуха и, кроме того, затеняя поверхность, понижает интенсивность фотосинтеза.

Отметив далее низкое содержание солей, характерное для всех прудов IV группы. Содержание железа вероятно колеблется. Эти колебания не могли уловить наши немногочисленные анализы. Последние позволяют предполагать только, что количество железа чаще всего невелико.

Планктон Андреева прудика, как и вообще планктон заболачивающихся прудов, имеет целый ряд характерных признаков¹⁾. Я укажу на важнейшие. Среди водорослей господствующее положение занимают десмидиевые. Обильны жгутиковые (типично присутствие *Ceratium cornutum*, *Peridinium*, *Glenodinium* и многочисленных видов *Trachelomonas*). Отсутствуют большинство форм присущих первым трем груп-

¹⁾ Дулаков 1922 года.

Таблица IX.

Tabelle IX.

IV группа. Андреев прудик. Обрастания 1928 года.

IV Gruppe. Teichchen „Andreev“. Bewuchs 1928 auf 100 cm².

	4 суток 4 Tage 18—22/VI	8 суток 8 Tage 18—26/VI	4 суток 4 Tage 18—22/VII	12 суток 12 Tage 18—30/VII	23 суток 23 Tage 18/VII—10/VIII	Месяц Monat 18/VII—19/VIII
Проп. Oedogonium spp. (Sprösslinge)	94	75	100	600	—	150
Oedogonium spp.	156	125	33	1325	11.500	2535
Проп. Bulbochaete (Sprösslinge)	—	—	50	100	—	100
Bulbochaete sp.	—	—	—	—	—	178
Cladophora m. fracta.	—	—	—	150	100	350
Spirogyra sp.	—	—	—	—	100	50
Stigeoclonium sp.	—	—	—	—	25	999
Desmidiium Swartzii	—	—	—	—	50	—
Microsterias	—	—	—	—	25	—
Closterium sppppp.	234	925	50	300	500	900
Cosmarium sppppp.	16	25	100	125	50	1050
Xanthidium facelusa.	31	25	—	—	—	—
Staurastrum spp.	47	125	—	—	25	—
Arthrodesmus.	78	—	—	—	—	—
Apiocystis Braun.	—	50	—	—	—	—
Penium	—	—	50	50	175	50
Pleurotaenium spp.	—	—	17	175	500	250
Actinastrum eichorni.	—	—	—	100	25	—
Cosmocladium	—	—	—	—	25	—
Sciadium arbuscula	—	—	—	6868	33.375	24.000
Проп. Coleochaete. (Sprösslinge)	—	—	1283	850	—	—
Coleochaete scutata	—	—	—	25	—	—
Ophiocytium majus.	—	—	—	—	—	750
Rhipidodendron Huxleyi	391	—	1099	1770	7125	23.750
Dendromonas virgaria	6250	250	—	50	50	150
Др. прикрепл. бесцв Flagellata. (Andere festsitz farblose Flagellata)	9750	27.625	—	—	—	—
Peranema	16	—	—	—	—	—
Euglena spirogyra.	—	25	—	—	—	—
„ oxyuris.	16	350	—	—	225	—
„ spppp.	359	200	—	—	25	—
Phacus longicauda	547	150	—	—	50	—
„ sp.	234	1800	—	—	—	50
„ triqueter.	—	—	33	25	—	—
Trachelomonas euchlora.	47	25	—	—	100	—
„ hispida.	844	—	—	375	—	—
„ volvoc.	—	50	—	—	—	—
Tabellaria fenestrata.	—	—	17	—	—	—
„ flocculosa	31	75	33	30	—	550

Продолжение табл. IX.

	4 суток 4 Tage 18—22/VI	8 суток 8 Tage 18—26/VI	4 суток 4 Tage 18—22/VII	12 суток 12 Tage 18—30/VII	23 суток 23 Tage 18/VII—10/VIII	Месяц Monat 18/VII—19/VIII
<i>Synedra acus</i>	—	25	—	—	—	—
<i>Gomphonema</i> sp.	—	150	—	50	—	—
Другие Diatomaceae (Andere)	—	50	33	—	—	—
<i>Anabaena</i> spp.	62	525	—	—	—	—
<i>Oscillaria</i> sp.	16	—	17	—	—	—
Всего растений (S u m m e)	19219	32650	2020	12968	54050	55862
<i>Vorticella</i> sp.	109	50	37	25	75	50
<i>Vorticella</i> sp.	3689	1050	11227	100	—	50
<i>Epistylis</i>	406	125	—	1525	1725	—
<i>Carchesium</i>	—	75	—	—	—	—
<i>Opercularia</i>	—	—	—	300	—	800
<i>Ophridium versatile</i>	—	—	—	100	25	100
<i>Stylonychia mytilus</i>	31	—	33	—	—	—
<i>Paramaecium bursaria</i>	62	225	—	—	—	—
<i>Aspidisca costata</i>	16	—	100	125	—	—
<i>Uroleptus piscis</i>	31	25	—	—	—	—
<i>Trachelius ovum</i>	15	—	—	—	—	—
<i>Oxytricha pellionella</i>	15	—	—	—	—	—
<i>Stentor igneus</i>	62	—	—	—	—	—
<i>Nassula lateritia</i>	—	75	—	25	—	—
<i>Stentor Baretti</i>	—	150	—	—	—	—
<i>Lionotus folium</i>	—	25	33	—	—	—
<i>Lionotus</i> sp.	—	—	17	—	—	—
<i>Dileptus anser</i>	—	—	138	—	—	—
<i>Euplotes charon</i>	—	—	—	—	125	—
<i>Lacrymaria elegans</i>	—	—	—	—	25	—
<i>Stichotricha secunda</i>	—	—	—	—	—	100
<i>Actinosphaerium eichhorni</i>	—	—	17	—	—	—
<i>Suctorina</i>	—	25	—	—	—	—
<i>Floscularia</i> sp.	—	125	—	—	—	—
<i>Monostyla bulla</i>	47	25	33	50	—	—
<i>Diaschiza exigua</i>	94	—	—	—	—	—
<i>Monnomata longiseta</i>	31	—	—	—	—	—
Rotifer (citrinus ?)	15	—	—	—	—	—
<i>Scardium longicauda</i>	—	—	17	—	—	—
<i>Oligochaeta</i>	—	—	—	—	—	5
<i>Gastrotricha</i>	15	—	15	—	50	100
Nematodes	—	50	17	—	—	—
<i>Turbellaria</i>	—	125	—	—	—	—
Chironomidae	—	—	17	—	10	15
Всего ЖИВОТНЫХ (S u m m e)	4633	2150	11701	2250	2035	1220

пам прудов (*Triarthra*, *Brachionus angularis*, *B. urceolaris*, *Pompholyx*, *Bosmina*, *Sida*, *Diaphanosoma*, *Rattulus cylindricus*). На смену им появляются многочисленные виды болотных *Rotatoria* (напр. *Monostyla quadridentata* и *Noteus militaris* и др.) и *Cladocera*.

Рассмотрение обрастаний Андреева прудика (табл. № 9) удобнее вести в сравнении с обрастаниями прудов III группы (Курьковский пруд табл. № 7). Прежде всего мы должны отметить большее богатство качественного состава обрастаний для Андреева прудика. За время наблюдения здесь зарегистрировано не менее 100 видов.

Далее мы отмечаем несколько меньшее количественное значение группы зеленых нитчаток, по сравнению с Курьковским прудом.

Качественный состав этой группы остается почти без изменения.

Остальные зеленые водоросли в количественном отношении представлены в Андреевом прудике богаче, чем в Курьковском. Следует отметить появление и огромную продукцию *Sciadium*, водоросли очень характерной для прудов IV группы¹⁾. С другой стороны, типичные для II и III группы *Scenedesmus quadricauda* и *Coleochaetae* в водоемах IV группы или развиты очень слабо, или вовсе отсутствуют.

Очень сильного развития достигают в Андреевом прудике жгутиковые. Особенно это относится к бесцветным прикрепленным формам *Rhipidodendron* и *Dendromonas*²⁾. Наряду со *Sciadium* им и принадлежит руководящая роль в обрастаниях. Остается указать еще, что диатомовые и синезеленые, как и в Курьковском пруду, в Андреевом прудике видной роли не играют.

Что касается животной части обрастаний, то при сравнении с прудами III группы, мы должны отметить здесь следующее. Группа прикрепленных *Ciliata* в количественном отношении представлена сильнее. Это можно поставить в связь с более слабым развитием нитчаток.

Подвижные инфузории, довольно разнообразные по видовому составу, подобно всем остальным группам прудов, дают незначительную количественную продукцию.

Хорошо представленные качественно и количественно в прудах III группы *Suctorina* и коловратки, (как прикрепленные так и подвижные) в Андреевом прудике почти отсутствуют. Отметим, что отсутствие прикрепленных *Rotatoria* и слабое развитие подвижных коловраток и *Suctorina* — явление общее для всех исследованных нами прудов IV группы.

Из всего сказанного об Андреевом прудике можно видеть, как влияет на обрастания пруда процесс зарастания. Главнейшие моменты этого влияния выражаются в следующем: ослабевает количественно группа зеленых нитчаток; наоборот, усиливается группа остальных зеленых водорослей; начинают развиваться огромную количественную продукцию ранее отсутствовавшие, прикрепленные, бесцветные *Flagellata* (*Rhipidodendron* и *Dendromonas*). Сильно падает продукция *Suctorina* и коловраток.

Выше мы отмечали, что Андреев прудик³⁾ находится на стадии зарастания еще далекой от полного превращения его в болото.

Направление изменений в характере обрастаний, которые вызывает дальнейшее развитие процесса заболачивания можно усмотреть

¹⁾ *Sciadium* найден во всех исследованных прудах IV группы.

²⁾ Подобно *Sciadium* найдены во всех прудах IV группы.

³⁾ Такую же картину обрастаний, как в Андреевом прудике мы наблюдаем в „Заросшем пруду в роще за Горбовым“.

Таблица X.

Tabelle X.

IV группа. Пруд-болотце под Тереховкой. Обрастанья на 100 м² 1928 г.

IV Gruppe. Teich-Tümpel neben dem Dorfe Terechowka. Bewuchs 100 gen. 1928 г.

	4 суток 4 Tage 20—24/VII	12 суток 12 Tage 20/VII—1/VIII	23 суток 23 Tage 20/VII—12/VIII	31 сутки 31 Tage 20/VII—20/VIII
Проростки <i>Oedogonium</i>	33	—	—	—
(Sprösslinge)				
Проростки других нитчаток	83	—	—	—
(Sprösslinge von anderen Fadenalgen)				
Проростки <i>Coleochaete</i>	167	—	—	—
(Sprösslinge)				
<i>Coleochaete scutata</i>	—	25	—	—
„ <i>soluta</i>	—	—	—	25
<i>Staurastrum</i> sp.	17	—	—	—
<i>Closterium</i> (4 вида) (4 Arten)	117	50	225	350
<i>Cocmarium</i> (3 вида) (3 Arten)	66	100	25	—
<i>Actinastrum</i> sp.	33	—	—	—
<i>Sciadium Arbuscula</i>	—	325	25	750
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	—	—	—	125
<i>Ophiocytium</i>	—	—	—	50
<i>Rivularia</i>	—	—	20	—
Diatomacea (гл. обр. <i>Epithemia turgida</i> . <i>E. Zebra</i>)	—	—	1250	250.000
<i>Rhipidodendron Huxleyi</i>	83	525	125	50
<i>Dendromonas virgaria</i>	—	300	200	—
<i>Anthophysa</i>	—	25	—	—
<i>Euglena spirogyra</i>	33	—	—	—
<i>Phacus pleuronectes</i>	33	—	—	—
„ <i>triqueter</i>	133	—	—	—
Всего растений.	798	1350	1870	251.350
(Summe)				
<i>Vorticella</i> sp.	—	600	25	—
<i>Nassula</i>	—	25	175	—
<i>Stylonychia mytilus</i>	—	25	225	—
<i>Paramaecium bursaria</i>	—	50	—	—
<i>Aspidisca costata</i>	—	—	125	200
<i>Stentor polymorphus</i>	—	—	100	25
<i>Monostyla bulla</i>	17	25	—	—
<i>Diaschiza</i>	33	25	—	—
<i>Anuraea serrulata</i>	—	25	—	—
<i>Colurella obtusa</i>	—	25	—	—
„ <i>lepta</i>	—	25	—	—
<i>Notommata</i> sp.	—	—	300	600
<i>Chaetogaster diastrophus</i>	—	—	5	—
Всего животных	50	825	955	825
(Summe)				

Т а б л и ц а X I.

T a b e l l e X I.

Количественная продукция обрастаний 1928 г.

Quantitative Production des Bewuchs 1928.

	Нижний Горбовский пруд (I группа) Der Untere Dorfteich in Gorbowo (I Gruppe)	Горбовский пруд у церкви (II группа) Der Dorfteich in Gorbowo neben der Kirche (II Gruppe)	Верхний Курьковский пруд (III группа) Der obere Teich in der Meierei Kurkowo (III Gruppe)	Андреев прудик (IV группа) Der Teich en „Andreew“ (IV Gruppe)	Пруд-болотце под Тереховк. (IV группа) Teich — Tümpel neben dem Dorfe Terechowka (IV Gruppe)
Нитчатые зеленые водоросли . (Grüne Fadenalgen)	—	около 30	397	248	—
Другие зеленые водоросли . . . (Andere grüne Algen)	—	72	240	994	35
Diatomaceae	—	29	2	10	3589
Суанопхусеae	—	3	4	0,2	0,3
Окрашенн. Flagellata (Gefärbte Flagellata)	—	125	—	13	3
Бесцветн. Flagellata. (Farblose Flagellata)	11	14	—	483	17
Всего растений. (Summe)	11	273	643	1748,2	3644,3
Прикреплен. Ciliata. (Festzitzende Ciliata)	2723	214	32	227	9
Подвижные Ciliata (Freibewegliche Ciliata)	4	13	6	10	13
Suctorina	23	104	143	0,2	—
Другие Protozoa (Andere Protozoa)	—	—	—	0,2	—
Прикрепл. Rotatoria. (Freibewegliche Rotatoria)	67	331	93	—	—
Подвижные Rotatoria (Festzitzende Rotatoria)	7	31	33	1,5	16
Gastrotricha	—	—	1,5	2	—
Nematodes	—	—	—	0,2	—
Oligochaeta.	—	0,3	1	—	0,1
Chironomidae	0,5	0,2	0,5	—	—
Всего животн. (Summe)	2833,5	693,5	310	241,1	38,1

при изучении „Пруда-болотца под Тереховкой“ ¹⁾. Этот маленький прудик сплошь зарос, обмелел и скорее напоминает настоящее болото, чем пруд.

Рассматривая табл. № 10, мы отмечаем прежде всего сильное обеднение качественного состава обрастаний, по сравнению с Андреевым прудиком. Вместо 100 видов, отмеченных для последнего здесь мы видим не более 40.

¹⁾ Одинаковую картину дает Локошинский пруд.

Зеленые нитчатки, начавшие ослабевать в предыдущем пруду, здесь исчезают почти совершенно.

Очень сильно падает продукция остальных зеленых водорослей. Бесцветные *Flagellata*., сохраняя качественный состав, дают чрезвычайно резкое падение в количественном отношении. Совершенно особое место занимают диатомовые. Слабо представленные во всех остальных прудах, здесь, напротив, они дают огромные цифры. Что касается животной части обрастаний, то здесь мы наблюдаем резкое обеднение.

На одном уровне с другими прудами остаются только подвижные *Ciliata* и подвижные *Rotatoria*, т.е. те группы, которые вообще в обрастаниях прудов представлены слабо. Прикрепленные *Ciliata* дают незначительную продукцию. Все остальные группы отсутствуют.

На этом мы заканчиваем описание фактического материала. Нам остается еще остановиться только на вопросе о сравнительной количественной продукции обрастаний в прудах различных типов. Частично мы этот вопрос затрагивали выше. Более полно он может быть представлен в сводной таблице № 11. Нужно отметить, что пока не существует общеустановленных способов сравнения количественной продукции обрастаний различных водоемов. Те цифры которые даем мы, нужно считать грубо относительными и иметь в виду, каким образом они получены. Как видно из таблицы, организмы разбиты по группам. Для каждого пруда взяты 4 пробы периода июль—август (4-х дневная проба, 12-ти дневная, 23-х дневная и 31-дневная). Числа организмов (особей) каждой группы, найденные в этих пробах, складывались вместе, и сумма приводилась к 100 кв. см. поверхности субстрата (стекла). Делением этой суммы на 70, т.е. на число дней пребывания субстрата в воде ($4 + 12 + 23 + 31 = 70$) мы получаем среднюю цифру продукции за одни сутки на 100 кв. см. в период июль—август.

Рассматривая таблицу, мы можем видеть количественные соотношения между отдельными группами организмов для каждого пруда. Кроме того, таблица дает представление об общей, суммарной продукции растений и животных в прудах различных типов, как средней за известный период.

Таблица показывает, что незначительная в сильно загрязненных деревенских прудах I группы продукция водорослей ¹⁾ усиливается по мере очищения пруда (II и III группы) за счет группы зеленых. Процесс зарастания (IV группа) еще более увеличивает количество водорослей, и это увеличение может идти вплоть до превращения пруда в болото. Необходимо, однако, отметить, что в начале процесса зарастания усиление продукции идет за счет зеленых водорослей и бесцветных *Flagellata*, а в конце за счет диатомовых.

Что касается животных в обрастаниях, то максимальное количество их дают пруды I группы. Очищение пруда, а затем зарастание и превращение его в болото сопровождается постепенным падением продукции животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Из всего вышеизложенного вытекают следующие положения:

1. Обрастания в прудах различных типов значительно разнятся друг от друга по своему качественному и количественному составу.
2. В некоторых прудах обрастания могут быть неодинаковы

¹⁾ Наблюдения 1928 года. По наблюдениям 1916—17 г. в этих прудах сильного развития достигают синезеленые.

в различные годы. Такое явление можно видеть для сильно загрязненных деревенских прудов I группы (β - α — мезосапробного типа) при сравнении наблюдений 1916 г. и 1928 г. Необходимо отметить при этом, что планктон этих водоемов в 1916 и 1928 г. был совершенно одинаков.

3. В небольших прудах, особенно загрязненных, очевидно, в силу известной неустойчивости их режима, в обрастаниях могут наблюдаться на протяжении короткого времени (иногда несколько дней) резкие изменения качественного и количественного характера. Отсюда вытекает необходимость при изучении обрастаний небольших водоемов вести более или менее систематические наблюдения. Одиночные, отрывочные анализы иногда могут только запутать вопрос.

4. Рассмотренные нами выше 4 группы прудов нельзя считать резко обособленными. Эти группы можно рассматривать как стадии на протяжении жизни одного и того же пруда ¹⁾. Принимая это положение, мы можем на основании изложенных выше наблюдений построить картину эволюции обрастаний грязного деревенского пруда в случае, если этот пруд постепенно очищается от органических веществ животного характера, а затем начинает зарастать и, наконец, превращается в болото.

а) Обрастания сильно загрязненных деревенских прудов I группы (β - α — мезосапробного типа) характеризуются следующими признаками.

По наблюдениям 1916—17 г. Сильным развитием синезеленых водорослей, главным образом видов *Oscillaria* (*O. tenuis*, *O. brevis*, *O. chaulybea*, *O. amphibia*) и *Spirulina major*; присутствием между нитями *Oscillaria* большого количества подвижных инфузорий (*Paramecium caudatum*, *Amphileptus clapedi*, *Stentor coeruleus* и др.), *Nematodes* и коловраток *Rotifer vulgaris*, *R. neptunius*; почти полным отсутствием прикрепленных *Protozoa* и *Rotatoria*; отсутствием зеленых водорослей и диатомовых.

Наблюдения 1928 г. дают иную картину. Совершенно отсутствуют синезеленые водоросли, и обрастания носят исключительно животный характер. В связи с отсутствием нитчатых водорослей, при обилии взвешенных в воде пищевых частиц, получили возможность развиваться прикрепленные *Protozoa* (главным образом *Ciliata Vorticella* и *Opercularia*) и прикрепленные *Rotatoria* (*Oecistes crystallinus* (?) и *Floccularia cornuta*); им и принадлежит руководящая роль в обрастаниях. Наоборот, роль подвижных форм (подвижных *Ciliata*, *Rotatoria*, *Nematodes*) незначительна. Это объясняется, вероятно, тем, что укрепление их на субстрате затруднено отсутствием нитчаток ²⁾. Зеленые водоросли или отсутствуют совершенно (Нижний Горбовский пруд), или же появляются на короткий срок и быстро гибнут, не закончив цикла (*Oedogonium* в Горбовском пруду позади Чайной и в Ерзовском пруду). Диатомовые также никакой роли в обрастаниях не играют.

Количество видов, входящих в состав обрастаний прудов I группы, невелико. Наибольшим оно было для Нижнего Горбовского пруда и равнялось за все время наблюдений 19 или 20 (см. табл. № 2).

б) Если приток органических загрязнений ослабевает, то пруд I группы приобретает признаки прудов II группы. Значительно падает окисляемость и содержание железа (с 5 мг. до 2 мг. на литр). В обрастаниях исчезают, если они были, синезеленые водоросли, и на смену им появляются отсутствовавшие ранее зеленые. По нашим

¹⁾ С. Н. Дуплаков 1922 г. (loc. cit.).

²⁾ На дне в верхнем слое пла подвижные *Ciliata* найдены в изобилии.

наблюдениям, наиболее быстро укрепляются виды *Coleochaete* (*C. soluta* и *C. scutata*). Начиная встречаться также *Scenedesmus quadricauda*. Из нитчаток первыми появляются виды *Oedogonium*. Нужно думать, что укрепление *Oedogonium* идет медленно. В прудах II группы (β —мезосапробного типа), наряду с иногда огромной продукцией простоктов, мы наблюдаем массовую гибель их, когда они достигнут длины всего 0,5—1 мм. Заканчивают цикл в этих водоемах, очевидно, только редкие экземпляры. Животный состав обрастаний при переходе пруда из I группы во II также претерпевает ряд изменений. Несколько увеличивается количество *Rotatoria* и падает продукция прикрепленных *Protozoa*. Общее число видов, составляющих обрастания прудов II группы, увеличивается до 30.

с) Дальнейшее очищение пруда вызывает в обрастаниях еще большее усиление зеленых водорослей и в качественном и в количественном отношении. Окончательно укрепляется и дает высокую продукцию группа зеленых нитчаток. Руководящую роль сохраняет появившийся первым *Oedogonium*. *Vulbochaete*, появляющаяся позднее, занимает подчиненное положение. В небольшом количестве может присутствовать *Spirogyra*.

Группа остальных зеленых водорослей также усиливается и в качественном и в количественном отношении.

Увеличивается продукция *Coleochaete* и *Scenedesmus*. Появляется целый ряд новых форм.

Среди животных можно отметить следующие изменения:

Некоторое падение (по сравнению с прудами II группы) количества прикрепленных *Ciliata* и *Rotatoria*, и изменение качественного состава последней группы.

а) Заращение пруда вызывает сначала дальнейшее общее увеличение продукции растительных форм в обрастаниях. Появляется *Sciadium Arbuscula*, дающий обычно огромные цифры и играющий среди зеленых руководящую роль; усиливаются также и другие зеленые водоросли, в том числе десмидиевые. Только группа нитчаток в количественном отношении несколько ослабевает. Начинают развивать огромную количественную продукцию ранее отсутствовавшие прикрепленные бесцветные *Flagellata*, именно *Rhipidodendron* и *Dendromonas*. Среди животной части обрастаний наблюдаются следующие изменения. В связи с падением количества нитчаток может усилиться группа прикрепленных *Ciliata*. Напротив, количество коловраток и *Suctorina* падает. Среди первых сохраняются только подвижные формы. Прикрепленные, как правило, отсутствуют.

Общее количество видов, входящих в состав обрастаний на описанной стадии жизни пруда, обычно очень велико. Если для чистых прудов (III группа), по нашим наблюдениям, оно равно, примерно, 70, то здесь число видов не менее 100.

Как долго сохраняют обрастания пруда описанный характер при дальнейшем развитии процесса заболачивания, сказать трудно. Однако, наши наблюдения показывают, что, когда пруд почти превратился в болото, его обрастания носят уже иные признаки.

Сильно уменьшается качественный состав. Зеленые нитчатки исчезают почти совершенно. Резко падает продукция остальных зеленых водорослей ¹⁾. Бесцветные *Flagellata*, сохраняя руководящие формы (*Rhipidodendron* и *Dendromonas*) сильно падают в количественном отно-

¹⁾ *Sciadium* сохраняется в небольших количествах.

нении. Напротив, диатомовые, немногочисленные в остальных прудах, здесь дают огромные цифры. Среди них главное место в исследованных нами водоемах (пруд-болотце под Тереховкой, Локошинский) занимает *Epithemia turgida* и *E. zebra*. Что касается животной части обрастаний, то здесь мы наблюдаем резкое обеднение. На одном уровне с другими прудами остаются только подвижные *Ciliata* и подвижные *Rotatoria*, т.-е. те группы, которые вообще в обрастаниях исследованных прудов представлены слабо. Прикрепленные *Ciliata* дают чаще всего незначительную продукцию. Остальные группы животных отсутствуют.

5. Общая средняя количественная продукция растительных организмов за период июль—август наименьшая в прудах I группы (табл. № 11). При переходе ко II и далее III группе—продукция усиливается за счет группы зеленых форм. Процесс зарастания (переход к IV группе) еще более увеличивает количество водорослей, и это увеличение может идти вплоть до превращения пруда в болото. Необходимо только отметить, что в начале процесса зарастания усиление продукции идет за счет зеленых водорослей и бесцветных *Flagellata*, а в конце за счет диатомовых.

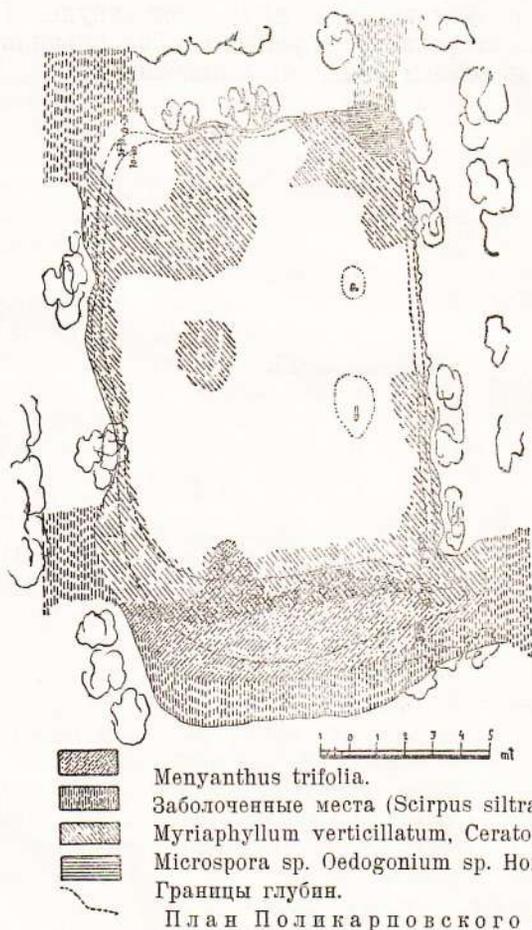
Максимальную продукцию животных дают пруды I группы. Очищение пруда, а затем развитие процесса заболачивания сопровождается постепенным падением продукции животных.

К изучению обростаний Поликарповского пруда.

(Предварительное сообщение).

В. С. Ивлев.

Настоящая работа является кратким изложением результатов полученных мною при изучении обростаний в Поликарповском пруду летом 1928 г. Поликарповский пруд представляет из себя небольшой копанный водоем (см. прилож. план), заболачивающийся с



ярко выраженной дистрофией. Он небольшими заросшими канавами соединен с прилегающим болотом, которое в значительной степени влияет на его химизм и население.

Результаты физико-химических наблюдений сведены на табл. № I и № II. Как видно из них температура на поверхности колеблется несколько сильнее чем у дна несмотря на незначительную глубину пруда, что легко объясняется совершенным отсутствием волнения (пруд окружен деревьями) т.-е. отсутствием самого слабого перемешивания воды. Колебания температуры за исследуемый период дали следующие амплитуды.

Поверхность 11,1° (22,2°—11,1°)

Дно 6,4° (17,3°—10,9°)

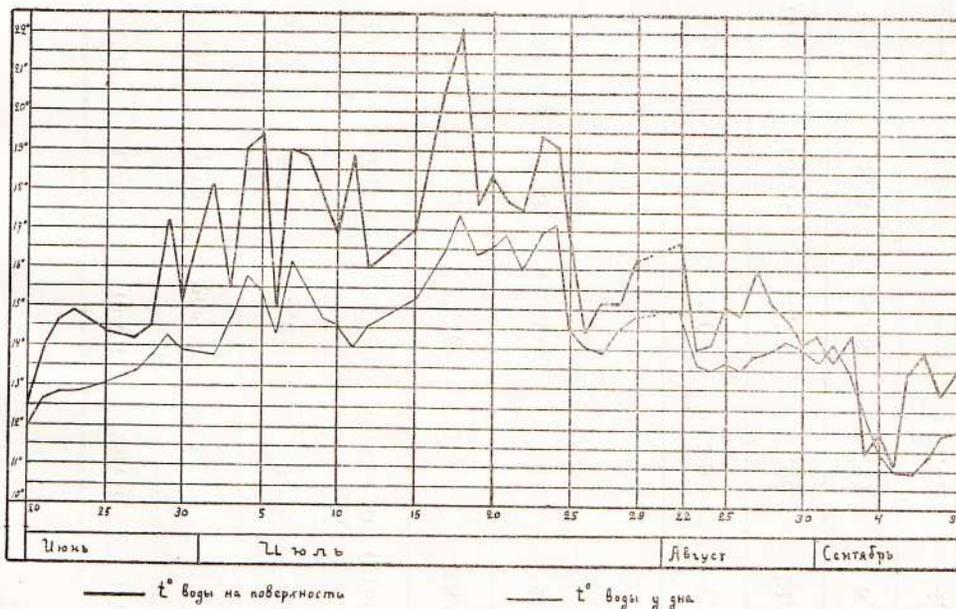
Примером суточного колебания температуры могут служить цифры относящиеся к 31 августа.

	Поверхность	Дно
5 час.	11,5°	13,1°
10 "	14,4°	13,8°
15 "	17,2°	14,7°
20 "	14,2°	14,6°

Максимум температуры летом 1928 г. падает на 18 июля. Химические анализы, результаты которых сведены на табл. № III позволяют заключить, что Поликарповский пруд принадлежит к водоемам с весьма

Таблица I.

Tabelle I.



кислой реакцией и малым содержанием солей (слабая электропроводность). Отличительным признаком химизма пруда служит его весьма значительная устойчивость, необычная для столь малого водоема. Как пример можно взять рН, колебания которого не выходили за предел одной единицы в продолжении всего лета ¹⁾.

Такая устойчивость химизма вытекает, повидимому, из следующих причин:

¹⁾ Для сравнения данные для Гигеревского пруда. Так за три месяца (1925 г.) рН изменилось с 9, 20 до 6, 77. В 1926 г. с 22 по 30 июня рН увеличилось с 8,9 до 10,1 (Олифан. Биология планктона и физико-химический режим Гигеревского пруда. Тр. Звенигород. Гидрофизиолог. Ст. т. I, 1928).

Таблица II.

Tabelle II.

	21/VI	29/VI	6/VII	13/VII	18/VII	25/VII	1/VIII	18/VIII	1/IX
t°	14°	17,4°	14,9°	18,9°	20°	17,3°	17,7°	19,8°	14,4°
pH	6,2	5,7	5,4	5,6	5,2	5,3	5,6	5,8	5,8
Электропровод. Кгс. 10 ⁻⁴	—	—	0,1498.10 ⁻⁴	0,1571.10 ⁻⁴	0,1571.10 ⁻⁴	0,1685.10 ⁻⁴	0,1696.10 ⁻⁴	0,2963.10 ⁻⁴	0,3425.10 ⁻⁴
Окисляемость Оxidationsver. см ³ /L	—	16,23	13,62	19,29	17,76	21,70	18,28	16,31	14,12
Кислород O ₂ см ³ /L	3,44	3,98	3,27	3,58	4,92	4,01	4,28	4,75	3,09
Железо Fe мгр/L.	—	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0
Кальций Ca мгр/L	—	8,0	6,0	6,0	5,0	7,8	7,7	7,59	8,44
CO ₂ ^{свободн.} freie in мгр.	—	9,80	17,21	15,76	15,76	11,00	14,22	11,48	16,62
CO ₂ ^{Связанн.} geb in мгр.	—	6,08	1,59	4,83	4,83	6,21	5,91	5,80	6,70
Маргний Mg мгр/L.	—	—	—	—	—	4,39	4,41	6,23	2,59

1. Пруд лежит на возвышенном месте, так что в него не стекают дождевые воды с большого пространства.

2. Полное отсутствие загрязнения воды отбросам животного происхождения.

3. Отсутствие периодов цветения в фитопланктоне. Качественные реакции на HNO_3 , H_2S и NH_3 дали отрицательный результат.

Вертикального разреза химизма не производилось за исключением распределения рН. Эти разрезы с полной очевидностью показывают, что вода у дна всегда несколько кислее. Например, разрез 24 августа дал следующие результаты:

Глубина поверхности	10	20	30	40	50	60	70	80 ст.
рН	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2

Безусловно, микроразнообразие химизма так тщательно прослеженная Олифан ¹⁾ в Гигеревском пруду и здесь имеет свое место, но уловить ее много труднее в силу не так ярко выраженной химической жизни пруда.

Размеры этого сообщения к сожалению не позволяют останавливаться сколько-нибудь подробно на рассмотрении планктона и бентоса. На основании качественных и количественных (осадочных) проб планктона можно отметить следующие характерные моменты:

1. Окружающее пруд болото накладывает весьма заметный отпечаток на состав планктона, который не богат количественно, но весьма разнообразен в своем видовом составе. В фитопланктоне характерно сильное развитие десмидиевых, а в зоопланктоне — присутствие таких форм, как *Ploesoma*, *lenticulare*, *Microcodon clavus*, ряда видов *Monostyla* и *Metopidia* и целого ряда других форм характерных для болотистых водоемов.

2. В продолжении лета 1928 г. резких, катастрофических изменений в составе планктона, с выпадением одних видов и неожиданным появлением других, не наблюдалось ²⁾.

Очевидно устойчивое химическое состояние воды Поликарповского пруда и обуславливает более постоянный характер состава его планктона.

Состав бентоса много беднее состава планктона и еще более устойчив. Обитаемый является только самый поверхностный слой ила не превышающий 3—4 см. толщины, который ясно отличим и макроскопически. Здесь находятся некоторые десмидиевые (*Closterium*, *Pleurotaenium*) диатомовые (*Navicula*, *Pinnularia*, *Synedra* и др.) и синезеленые (преимущественно *Oscillatoria* и *Coelosphaerium*). Из зообентоса наиболее богато представлены инфузории, причем доминируют два вида: *Frontonia leucas* и *Loxodes rostrum*. Из *Rotatoria* наиболее постоянными бионтами являются *Rotifer neptunius* и *R. vulgaris*, присутствие же других видов крайне непостоянно: они, повидимому, по причине мелководности пруда легко попадают на поверхность ила из планктона. Черви (*Olygochaetae*, *Turbillaria* и *Nematodes*) и *Hygromiidae* встречались в весьма небольшом количестве.

На глубине 10 см. в илу были обнаружены остатки панцыря *Brachionus urcellaris*, полисопробного организма. Следовательно ранее этот пруд усиленно использовался человеком.

Методика количественного учета обрастаний применялась мной

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Такие изменения отмечены в литературе, напр. Любичинковский. К биологии прудов, II Константиновский пруд. Тр. Гидробиологич. Ст. на Глубоком озере, т. III 1910 г.

приблизительно та же, что применял и Дуплаков¹⁾ при изучении обрастаний Глубокого озера²⁾. Кроме способов изучения обрастаний экспериментального характера, мною несколько раз брались пробы обрастаний с подводных предметов, правда без количественного учета их. Но все же эти пробы могут служить введением в изучение обрастаний Поликарповского пруда, и я позволю себе вкратце остановиться на их анализе.

Даже при самом поверхностном просмотре этих проб бросается в глаза доминирующее положение растений в биоценозах обрастаний. Главная масса обрастаний состоит из земных нитчаток, главным образом двух родов: *Oedogonium* и *Stigeoclonium*, из которых первый, по причине большей величины своих нитей, и занимает господствующее положение среди других организмов. Среди нитчаток постоянно присутствует большее или меньшее количество диатомовых (роды *Synedra*, *Navicula*, *Tabellaria*, меньше *Pinnularia*, *Asterionella*, *Fragillaria*) и десмидиевых (главным образом ряд видов *Closterium* меньше *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Pleurotaenium*). Из других зеленых водорослей в небольшом количестве в обрастаниях попадают *Scenedesmus quadricauda* и виды *Sciadium*. Особое положение занимает *Coleochaete scutata*, в некоторых обрастаниях попадаясь в очень большом количестве, в некоторых же совершенно отсутствует.

Из *Cyanophyceae* характерным биотом обрастаний можно назвать только *Coelosphaerium*. Остальные синезеленые (*Oscillatoria*, *Anabaena*, *Aulosira*, *Nostoc*, *Lingbia*) содержатся в обрастаниях лишь в очень небольшом количестве. *Flagellata* всегда находятся в обрастаниях и обыкновенно их довольно значительное количество. Наиболее характерными из них являются *Rhytidodendron Huxelji*, *Ceratium cornutum* и ряд видов *Euglena* и *Trachelomonas*. Прикрепляющиеся жгутиковые (*Rhytidodendron*, а также *Dendromonas* и *Dynobryon*) встречаются в обрастаниях, где зеленые нитчатки или еще не успели как следует развиться, или наоборот произошло отмирание этих водорослей в силу законченного цикла их развития. Переходя к животному составу обрастаний приходится отметить, что наиболее характерные организмы из этой группы *Vorticella*, тоже следуют примеру прикрепляющихся жгутиковых, но еще в более сильной степени. *Vorticella* попадает или в самых молодых обрастаниях, где встречаются лишь проростки нитчаток, или в обрастаниях с совершенно отмершими нитчатками (в последних всегда в небольшом количестве). Из других зообинтов обрастаний наиболее постоянными являются *Rotifer macrurus Chydorus sphaericus* и *Oligochaeta*. В обрастаниях, кроме того, всегда находится еще ряд *Rotatoria*, но состав их чрезвычайно непостоянен. Также всегда имеется некоторое количество инфузорий, преимущественно *Nassula ambigua*, *Frontonia leucas* и *Stichotricha secunda*. В небольшом количестве попадают *Nematodes*, *Turbellaria* и *Chironomidae*.

Экспериментальное изучение обрастаний в Поликарповском пруду делилось на четыре части:

¹⁾ Дуплаков. Исследование процесса обрастания в Глубоком озере. Тр. Гидроб. Ст. на глубоком оз. т. VI, вып. 2—3 1925 г.

²⁾ Для количественного учета обрастаний производились наблюдения над обрастаниями на предметных стеклах. Стекло переносилось от пруда до лаборатории в широкой пробирке. Для проверки, не спадают ли организмы со стекла во время переноски, я несколько раз центрифугировал воду, в которой переносились стекла. Оказалось, что случаи спадения очень редки, да и они весьма сомнительны так как организмы обнаруженные после центрифугирования могли быть зачерпнутыми с водой.

1. Изучение молодых обростаний в течении всего периода работы.
2. Изучение горизонтального распределения обростаний.
3. Изучение вертикального распределения обростаний.
4. Изучение процесса обростания.

Молодые обростания.

Для изучения молодых обростаний в продолжении всего лета ставились стекла сроком на 5 и 10 дней. При снятии одних стекол сейчас же ставились другие, так что в результате мы имеем серии пяти и десятидневных обростаний, на основании которых можно судить об изменениях жизни обростаний в связи с изменением физико-химических и биологических условий.

Весь цифровой материал по этим опытам приведен на таблицах №№ III, IV. Группы Protozoa, Flagellata и „прочих водорослей“ разбиты на две подгруппы: 1—организмы прикрепляющиеся к субстрату, 2—не прикрепляющиеся ¹⁾.

При анализе данных полученных в результате этих опытов, прежде всего приходится отметить значительный перевес растительных форм, о котором уже было упомянуто при рассмотрении обростаний с подводных предметов. Исключением являются лишь установки, как пяти так и десятидневные, поставленные в сентябре, когда количество растений сокращается в несколько раз. Вследствии уменьшения питчатов в обростаниях развивается большое количество Vorticella и в результате количество животных бионтов превышает количество растений.

Вторым положением, вытекающим из рассмотрения этого материала, является факт более устойчивого состава десятидневных обростаний. Довольно резкие колебания пятидневных идут, главным образом, за счет изменения количества особей и видов неприкрепляющихся организмов. В десятидневных обростаниях удельный вес этих групп значительно понижается и весь состав биоценоза принимает более постоянный характер.

Максимальное развитие, как пяти, так и десятидневных обростаний приходится на июль, но это совпадение лишь поверхностное и по существу имеется большая разница в самом характере наибольшего развития этих обростаний.

Так в пятидневных обростаниях максимум развития падает на установки 7—12 и 22—27 июля, когда сильно развиваются отдельные виды, весь же остальной состав обростания остается без значительных изменений. В обростании от 7—12 июля необычайно сильное развитие получил *Seratum cornutum*, а также значительно увеличилось в числе другие Flagellata. В установке 22—27 июля центри тяжести падает также на Flagellata, но уже на *Trachelomonas* sp. и *Rhytidodendron Huxleji*.

Максимум десятидневных обростаний приходится на установку 20—30 июля, но идет уже не за счет сильного развития отдельных видов, а за счет общего увеличения числа организмов почти всех представленных в обростании групп.

На середину же июля приходится наибольшее развитие планктона, но так как здесь увеличение количества планктонических форм идет за счет увеличения диатомовых (в частности *Synedra*) и других групп, играющих второстепенную роль в обростаниях, то приходится конста-

¹⁾ Эти замечания относительно расположения цифрового материала действительны и для всех остальных таблиц.

Т а б л и ц а III.

Пятидневные обростания.

Tabelle III.

	17/VI—22/VI	22/VI—27/VI	27/VI—2/VII	2/VII—7/VII	7/VII—12/VII	12/VII—17/VII	17/VII—22/VII	22/VII—27/VII	23/VIII—28/VIII	28/VIII—2/IX	2/IX—7/IX
Protozoa I	310	1340	1050	740	1120	870	940	510	—	60	1460
II	600	240	190	280	240	220	1080	410	120	150	100
Rotatoria	70	350	60	50	150	70	80	80	30	30	80
Gastrotricha	—	—	10	10	—	—	—	—	—	—	—
Прочие черви Andere Vermes	30	30	—	—	10	10	—	—	—	—	10
Cladocera	—	—	—	—	—	—	10	10	10	—	—
Chironomidae	—	—	10	10	10	—	—	—	—	—	—
Сумма Summe	1010	1960	1320	1900	1530	1170	2110	1010	160	240	1650
Flagellata I	—	40	110	50	140	380	550	2280	—	10	—
II	1030	490	430	610	16320	490	1040	7670	490	420	170
Суанопхуцеве	390	160	220	180	160	90	250	690	190	200	70
Diatomaceae	4860	2840	1570	3060	3900	1220	370	1440	330	130	140
Desmidiaceae	120	80	290	270	530	330	210	200	260	200	80
Зеленые нитчатки Grüne Fadenalgen	160	100	140	60	40	170	130	200	70	20	—
Проч. зеленые вод. I. Andere grüne Algen II.	20	1690	310	670	50	350	40	50	40	—	—
Сумма Summe	6580	5430	3110	4990	21260	3100	2630	12550	1410	980	460

Т а б л и ц а IV.

Десятидневные обростания.

Tabelle IV.

	20/VI—30/VI	30/VI—10/VII	10/VII—20/VII	20/VII—30/VII	22/VIII—1/IX	1/IX—11/IX
Protozoa I	2540	1410	1480	270	370	1520
II	300	400	480	440	370	320
Rotatoria	490	180	240	170	50	310
Gastrotricha	20	—	—	—	—	—
Прочие черви Andere Vermes	40	30	—	20	10	30
Cladocera	20	70	—	10	—	20
Dhironomidae	30	30	—	10	—	—
Сумма Summe	3440	2120	2200	920	800	2200
Flagellata I	280	50	70	3250	190	90
II	870	1420	4760	3960	3430	160
Суанопхуцеве	120	640	700	330	560	70
Diatomaceae	2320	8050	580	3560	2350	40
Desmidiaceae	70	400	680	790	320	—
Зеленые нитчатки Grüne Fadenalgen	810	490	720	9440	1920	50
Прочие зеленые вод. I. Andere grüne Algen II.	570	1000	460	3590	310	380
Сумма Summe	5100	12130	8190	25640	9100	840

тировать, что прямой связи в совпадении времени наибольшего развития планктона и обрастаний нет. Очевидно не развитие планктона обуславливает увеличение количества бионтов обрастания, а общие физико-химические факторы этого времени создают наиболее благоприятные условия для сильного развития целого ряда форм, как планктонических так и бионтов обрастаний.

В частных же случаях влияние планктона на обрастания проявляется довольно сильно. Так с исчезновением в планктоне *Synura uvella* и *Eudorina elegans* эти виды выпадают из состава обрастаний. Тоже можно сказать о *Chlamidomonas* sp. Максимальное развитие *Tabellaria flocculosa* в обрастаниях приходится на максимальное развитие этой диатомеи в планктоне. Совпадает наибольшее количество десмидиевых. На это же время падает наибольшее количество *Scenedesmus* и ряда других форм.

Несмотря на эту органическую связь планктона и обрастаний все же необходимо отметить, что все выше перечисленные примеры относятся к формам не являющимся характерными для обрастаний.

Сравнительно быстрое колебание количественного и качественного состава планктона очень слабо отражается на составе обрастаний. Состав биоценозов обрастаний в Поликарповском пруду много устойчивее состава планктона, и наибольшим колебаниям подвержены группы неприкрепляющихся организмов, связь которых с планктоном много теснее, чем руководящих форм обрастаний.

Горизонтальное распределение обрастаний.

Для изучения горизонтального распределения обрастаний в Поликарповском пруду было поставлено 3 серии опытов.

I. Пятидневные установки в 4-х пунктах пруда с чистой водой лишенной зарослей.

II. Десятидневные установки в тех же местах.

III. Пятидневные установки в 4-х различных зарослях.

Результаты этих опытов приведены на таблицах: для чистой воды № V, для зарослей № VI. Для первых двух серий установки были поставлены в следующих местах:

№ 1. Северная сторона 1,5 mt. от берега;

№ 2. Северо-западный угол 1 mt. от берега;

№ 3. Юго-западная сторона 3 mt. от берега;

№ 4. Восточный берег 0,5 mt. от берега.

Для третьей серии установки были поставлены в следующих зарослях:

№ 1. Чистое место (Северная сторона) 1,5 mt. от берега;

№ 2. Заросли нитчаток¹⁾ (Северо-восточный угол) 1 mt. от берега;

№ 3. Заросли *Myriophyllum verticillatum* (Западная сторона) 1 mt. от берега.

№ 4. Заросли *Menyanthes trifoliata* (Южная сторона) 3,5 mt. от берега.

Из таблиц видно:

1. Наибольшие колебания в своем составе дали установки по различным зарослям. Это и понятно, если принять во внимание то несходство внешних условий, которые создаются теми или иными зарослями растений.

2. Заметно также разнообразие состава обрастаний I серии так как здесь доминирующее положение занимают формы неприкрепля-

¹⁾ *Microspora*, *Oedogonium*, *Hormidium*.

Таблица V.

Tabelle V.

Горизонтальное распределение обростаний.

	5 дней				10 дней			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Protozoa I	60	70	730	1860	920	1200	2190	1520
II	150	130	70	280	460	270	400	310
Rotatoria	30	30	20	110	160	360	130	290
Прочие черви Andere Vermes	—	—	—	—	10	10	—	30
Cladocera	—	—	—	—	—	10	20	20
Сумма Summe	240	230	820	2250	1550	1850	2740	2170
Flagellata I	10	—	—	10	40	110	30	08
II	420	240	180	400	240	200	240	180
Суанophyceae	200	110	180	250	40	130	50	70
Diatomaceae	130	170	1640	60	50	50	170	40
Desmidiaceae	200	60	120	40	100	90	50	50
Зеленые нитчатки Grüne Fadenalgen	20	20	30	—	190	150	40	90
Прочие зеленые водоросли I.	—	—	10	—	490	460	270	390
Andere grüne Algen II.	—	—	10	—	—	—	—	—
Сумма Summe	980	600	2170	760	1150	1190	850	890

Таблица VI.

Tabelle VI.

Горизонтальное распределение обростаний.

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Protozoa I	—	30	—	60
II	120	240	60	190
Rotatoria	30	10	—	90
Cladocera	10	—	10	—
Сумма Summe	160	280	70	340
Flagellata I	—	40	—	10
II	490	730	260	280
Суанophyceae	190	150	50	20
Diatomaceae	330	380	270	420
Desmidiaceae	260	160	120	100
Зеленые нитчатки Grüne Fadenalgen	70	120	—	—
Прочие зеленые водоросли I.	40	—	10	—
Andere grüne Algen II.	30	—	—	—
Сумма Summe	1410	1580	710	830

ющиеся, т.е. формы не утратившие тесной связи с планктоном. Следовательно эти обрастания более других зависят от планктона и с разнородностью последнего, сами не могут иметь более постоянного качественного и особенно количественного состава.

3. В десятидневных установках (серия П) мы видим уже значительную устойчивость состава, несмотря на то, что эти установки были поставлены в самых различных местах пруда и общим для них являлось только наличие чистой воды. Эти данные лишней раз говорят за то, что обрастания являются весьма устойчивыми биоценозами и сумма всех физико-химических факторов данного водоема, точно определяет качественный состав и количественное соотношение бионтов обрастания.

Вертикальное распределение обрастаний.

Установка для изучения вертикального распределения обрастания представляла из себя ряд досок со стеклами укрепленные на одном шесте. Стекла располагались от самой поверхности ¹⁾ до дна, причем первые 4 стекла отстояли друг от друга на 5 см., а следующие 6 — на десять. Установка была поставлена в августе на 10 дней около северного берега (на расстоянии 1 mt. от него). Глубина в этом месте была равна 75 см.

Уже на верхнем стекле, т.е. на его погруженной в воду части, находящейся в самом верхнем слое воды, (не более 1 см.) наблюдается значительное обрастание, качественно вполне сформированное, но количественно оно не дошло еще до полного развития и максимум лежит несколько глубже, именно, на глубине 10—15 см. До этой же глубины состав обрастаний медленно увеличивается и количественно, и отчасти качественно. С. Н. Дуплаков ²⁾, которому пришлось столкнуться с таким же явлением в Глубоком озере, наиболее вероятное объяснение видит в суточных колебаниях температуры и в механическом влиянии волнения, смывающим часть зародышей обрастаний. Для Поликарповского пруда второе объяснение абсолютно не применимо и нужно думать, что решающим, если не единственным, фактором более бедного состава обрастаний в верхних слоях воды, являются значительные суточные колебания температурных и других физико-химических условий. Эти суточные колебания опять-таки в силу отсутствия волнения, не могут проникнуть глубже самых верхних слоев воды, чем и объясняется наступление максимального развития уже на глубине в 10 см.

После максимального развития обрастания на глубине 10—15 см. начинается постепенное снижение количества бионтов, которое продолжается до глубины 35—40 сантиметров. Здесь происходит в обрастаниях резкий скачок. Совершенно выпадают все прикрепляющиеся организмы, т.е. организмы, определяющие характер обрастания. Значительно уменьшаются в числе и все другие группы. Общее количество бионтов с 6290 (35 см.) падает до 1100 (45 см.). Дальше количество бионтов продолжает падать и на последнем (придонном) стекле было обнаружено: 3 бесцветные Flagellata, 1 Euglena, 6 Synedra и 1 Closterium. Здесь мы видим яркое „отрицательное влияние грунта“

¹⁾ Верхнее стекло было расположено так, что одна его половина приходилась над водой, другая—под водой.

²⁾ Дуплаков. Некоторые наблюдения над вертикальным распределением обрастаний в Глубоком озере. Тр. Гидробиол. Ст. на Глуб. Оз., т. VI, вып. 4 1928 г.

впервые замеченное Карзинкиным ¹⁾ при анализе обрастаний на макрофитах. О нем же упоминает Дуплаков ²⁾, но слой такого влияния ограничивает 1—2 см. Для Поликарповского пруда отрицательное влияние грунта распространяется до 30—35 см. и проявляется очень резко, как было уже указано выше. Сильное загрязнение дна пруда органическими остатками, очевидно накладывает заметный отпечаток на придонные слои воды и изменяет их химизм настолько, что он, в свою очередь, не может не отразиться на составе биоценозов расположенных в зоне его действия. На то, что мы имеем здесь дело с химическими агентами, указывает и то обстоятельство, что место скачка в вертикальном распределении обрастаний совпадает с весьма значительным понижением рН: на 0,2—0,3.

Несовпадение этих данных и данных полученных Дуплаковым для Глубокого озера объясняется несходством самой природы грунта. Здесь дно сильно загрязненное органическими остатками, там почти чистое песчаное.

После этого краткого общего обзора вертикального распределения обрастаний я позволю себе несколько слов сказать о распределении отдельных групп бионтов.

Н и т ч а т к и. Зеленые нитчатки уже достаточно сильно развиты на верхнем стекле. Но как уже было отмечено выше, в более глубоких слоях они получают еще более пышное развитие и максимум их приходится на глубину в 15 см. Глубже они быстро уменьшаются в количестве и ниже 35 см. не заходят. Следует отметить, что если на глубине 15 см. развивается наибольшее количество особей, то на глубине 10 см. находятся самые длинные нити. Очевидно световые условия обуславливают на этой глубине более интенсивный рост водоросли, но причины, о которых упоминалось выше, на глубине 10 см. дают возможность прорости меньшему количеству спор, чем на глубине 15 см.

Прочие зеленые водоросли (кроме десмидиевых). Ту же картину, что и нитчатки дают все остальные зеленые водоросли лишь с небольшими колебаниями. Так максимум развития *Coleochaete scutata* лежит несколько выше максимума остальных *Chlorofyceae*, именно на глубине 10 см. *Scenedesmus* исчезает уже на глубине 25 см. *Sciadium* в верхних слоях воды развит очень слабо, потом, на глубине 10 см. его появляется очень большое количество, а на 35 см. также быстро уменьшается.

Desmidiaceae и *Diatomaceae*. Положение этих групп в вертикальном распределении обрастаний очень близко совпадают, почему я и соединил их здесь вместе. Эти водоросли располагаются много равномернее чем *Chlorofyceae*. Их максимум выражен менее определенно ³⁾. Скачек на глубине 45 см. у них не проявляется так резко, как у других групп. Эти водоросли хотя и сильно уменьшаются но все же отдельные экземпляры доходят до самого дна.

Synofyceae. Распределение синезеленых мало отличается от распределения зеленых водорослей, но оно все как бы сдвинуто

1) Карзинкин. Попытка практического разрешения понятия „биоценоз“. Русск. Зоологич. Журн. т. VII, вып. 1, 2, 3 и 4.

2) *Loc. cit.*

3) У *Diatomaceae* максимум падающий на 10 см. создает только *Tabellaria flosculosa*, получившая необычайно пышное развитие на этой глубине. Для объяснения этого частного случая в моем распоряжении нет достаточного количества данных.

несколько глубже. Максимум лежит на глубине 25 см. и выпадают из обрастаний синезеленые только на 55 см.

Flagellata. Распределение свободно движущихся жгутиковых до 45 см. довольно равномерно. Ясно выраженный максимум отсутствует. Ниже 45 см. они заметно уменьшаются в количестве и до дна доходят лишь единичные экземпляры. Совершенно другой характер носит распределение прикрепленных *Flagellata*. Здесь мы видим сильное их развитие на глубине 10 см; на 15 см. они уменьшаются почти вдвое, но после опять достигают прежнего развития и даже превосходят его. Решающим фактором этого явления безусловно служит отрицательное влияние зеленых нитчаток, сильное развитие которых мешает развиваться прикрепляющимся жгутиковым. С уменьшением нитчаток *Flagellata* опять сильно увеличиваются в числе.

Protozoa. Распределение неприкрепляющихся *Protozoa* весьма хаотично, их количество сильно варьирует на всех глубинах, причем никакой закономерности в этих колебаниях подметить не удастся. Несколько большее количество их лишь констатировано на стекле с наибольшим количеством нитчаток служащих для них своего рода опорой.

Прикрепляющиеся *Protozoa* (т.е. *Vorticella*) ведут себя также как и прикрепляющиеся *Flagellata*, но здесь еще сильнее выражен антогонизм между ними и нитчатками. Об этом антогонизме неоднократно упоминает Дуплаков, но здесь это явление выражено с особенной выпуклостью: на 3-х стеклах с сильно развитыми нитчатками найдено минимальное количество *Vorticella*, а на стекле с максимальным количеством нитчаток (15 см.) не оказалось ни одного экземпляра.

Rotatoria. Все *Rotatoria* Поликарповского пруда являются неприкрепляющимися организмами. Их небольшое количество попадающее в обрастания не позволяет делать определенных выводов о их вертикальном распределении. Но все же довольно ясно увеличение их числа на стеклах с сильно развитыми нитчатками, которые им нужны для более устойчивого положения на стекле и возможно играющими существенную роль в их питании. На 45 см. вместе с выпадением из обрастаний нитчаток, исчезают и коловратки.

Остальные группы животного обрастания (*Gastrotricha*, *Turbellaria*, *Nematodes*, *Oligochaete*, *Cladocera*, *Chironomidae*) представлены в обрастаниях уже совсем в малом количестве, но очевидно, что и для большинства этих групп необходимо развитие нитчаток служащих для питания и опоры, так как стекло не является субстратом, на котором возможно легкое поселение этих форм.

Бросается в глаза сходство распределения обрастаний в Глубоком озере и в Поликарповском пруду. Но в Глубоком озере толщи отдельных зон исчисляются метрами, тогда как здесь толщина отдельных слоев уменьшена соответственно с глубиной пруда.

Процесс обрастания.

Темп процесса обрастания в Поликарповском пруду очень быстр. Уже на первом стекле, снятом по прошествии 12 часов с момента установки, появляется целый ряд организмов, правда, почти исключительно неприкрепляющихся форм. Через одни сутки на стекле закончено качественное формирование обрастания, так что в силу этой скорости заселения не представляется возможным проследить порядок появления в обрастании отдельных групп и видов.

Дальше продолжается лишь количественный рост бионтов обра-

Таблица VII.

Tabelle VII.

Вертикальное распределение обростаний.

	По- верхн.	5 cm.	10 cm.	15 cm.	25 cm.	35 cm.	45 cm.	55 cm.	65 cm.	75 cm.
Protozoa I.	260	440	30	—	50	280	—	—	—	—
II.	260	150	80	620	110	170	120	20	—	—
Rotatoria	20	50	20	140	20	10	—	—	—	—
Gastrotricha	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—
Прочие черви	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
Andere Vermes	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
Cladocera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chironomidae.	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—
Сумма Summe	540	640	140	780	180	460	120	30	—	—
Flagellata I.	—	10	5950	2690	6220	1770	—	—	—	—
II.	1000	9500	1160	790	760	1370	400	170	70	40
Суанопфусеае	420	570	590	280	1300	670	140	—	—	—
Diatomaceae	1100	2970	11250	3260	1660	1520	370	440	200	60
Desmidiaceae	590	660	1100	900	250	360	70	60	10	10
Зелен. нитчатки	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grüne Fadenalgen	390	620	7260	10180	1050	90	—	—	—	—
Проч. зел. вод. I	1620	1950	3970	8020	1710	50	—	—	—	—
And. grüne Alg. II	160	150	290	690	90	—	—	—	—	—
Сумма Summe	5280	8780	31570	35710	13140	5830	980	670	280	110

Таблица VIII.

Tabelle VIII.

Процесс обростания.

	12 часов	1 день	2 дня	3 дня	4 дня	5 дней	10 дней	30 дней
Protozoa I	20	60	90	120	130	510	1480	—
II	30	100	80	150	230	410	440	120
Rotatoria	20	10	20	50	30	80	170	10
Gastrotricha	—	—	—	10	—	—	—	—
Прочие черви	—	—	—	—	—	—	20	70
Andere Vermes	—	—	—	—	—	10	10	—
Cladocera	—	—	—	—	—	—	10	—
Chironomidae.	—	—	—	—	—	—	10	—
Сумма Summe	70	170	190	330	390	1010	2130	200
Flagellata I	—	—	—	130	250	2280	3250	20
II	100	420	820	2210	2380	7670	3990	110
Суанопфусеае	20	240	410	380	730	680	330	60
Diatomaceae	100	200	270	1520	1640	1440	3560	360
Desmidiaceae	—	60	230	300	190	200	790	90
Зеленые нитчатки	—	—	—	—	—	—	—	—
Grüne Fadenalgen	—	10	60	60	90	200	5440	5530
Прочие зеленые водоросли I.	—	10	—	—	10	130	3590	3730
Andere grüne Algen II.	—	—	20	20	20	20	720	—
Сумма Summe	220	940	1810	1810	5310	12620	21670	9810

стания, причем скорость этого роста у различных групп организмов весьма различна. Так *Desmidiaceae*, *Diatomaceae*, *Cyanofyceae* и неприкрепляющиеся *Flagellata* бывают сильно развиты уже на трехдневном обрастании, а нитчатки и другие прикрепляющиеся зеленые водоросли и жгутиковые начинают заметно увеличиваться в количестве на пятидневных; они сильно развиваются не раньше 10 дней. На десятидневные обрастания падает наибольшее количество бионтов, как просто количественно так и число видов. Этот срок служит оптимальным временем для наличия наибольшего разнообразия состава обрастания, так как развивающиеся нитчатки дают опору и питание таким группам как свободноплавающие *Protozoa* и *Rotatoria*, но еще не в состоянии вытеснить прикрепляющихся *Protozoa* и *Flagellata*. Дальше происходит все большее развитие нитчаток, которые начинают доминировать над всеми организмами. На месячном обрастании мы и видим такое господство нитчаток, которые в количестве нитей хотя и не увеличились (а даже уменьшились) но самые нити очень сильно выросли, так что даже при рассмотрении простым глазом ясно виден войлок из переплетающихся нитчаток.

Остальные организмы резко уменьшаются в количестве. Выпадают целые группы их, как например *Vorticella* и неприкрепленные зеленые водоросли. Прикрепляющиеся *Flagellata* попадают в виде единичных экземпляров.

Но еще более старых обрастаниях картина опять меняется. Начинают отмирать нитчатки и в силу этого явления обрастания вновь начинают заселяться формами вытесненными нитчатками. На двухмесячном обрастании мы видим среди отмерших нитчаток вновь сильно развивающихся *Sciadium* sp. и *Coleochaete scutata*. Начинают появляться, хотя еще и в небольшом количестве, *Vorticella* и прикрепляющиеся *Flagellata*. Появляется новый бионт *Synechococcus* sp. совершенно отсутствующий в более молодых обрастаниях. Сильно начинают увеличиваться в количестве десмидиевые.

Дальше отмершие нитчатки целыми войлоками отваливаются от субстрата и на совершенно чистом листе опять начинается сначала весь цикл процесса обрастания.

При сравнении процессов обрастания в озере и здесь можно отметить то же сходство что и при сравнении вертикальных распределений, но там нам приходилось соответственно уменьшать масштаб толщины слоев, а здесь это уменьшение масштаба должно идти по линии времени, другими словами, отдельные этапы процесса обрастания в пруду протекают со скоростью во много раз превосходящей скорость течения этих процессов в озере. Это явление становится понятным если принять во внимание то обстоятельство, что другие обрастания, являющиеся источниками зародышей обрастаний, в озере удалены бывают на очень большое расстояние, тогда как в пруду они находятся рядом. Отмечу еще, что и для вертикального распределения и для процесса обрастания были поставлены повторные установки, которые дали результат вполне совпадающий со всем вышесказанным.

В ы в о д ы.

Подводя итоги всей работы, мы приходим к следующим выводам.

1. Поликарповский пруд по своей физико-химической природе принадлежит к заболачивающимся водоемам, и к тому же подвержен сильному влиянию окружающего болота. Средняя реакция $pH = 5,5$.

Очень малая электропроводность указывает что сильных колебаний солевого состава в течении лета не было. Температура поверхностных слоев воды находится в тесной связи с температурой окружающего воздуха, температура придонных слоев уже гораздо слабее реагирует на температуру воздуха, хотя глубина пруда и не превышает 1 мт.

2. Влияние болота накладывает свой отпечаток и на планктон пруда. Он невелик количественно, но весьма разнообразен в своем видовом составе. Планктон пруда, хотя и не находится все время в устойчивом, стационарном положении, но все же резких изменений с катастрофическим выпадением одних групп и появлением других, в его составе не наблюдалось.

3. Бентос пруда еще менее подвержен изменениям чем планктон. Обитаемым является только самый поверхностный слой ила (3—5 мм.) глубже же заходят одни бактерии. Бактериальная флора пруда очень пышна. На глубине 10 см. в илу были обнаружены панцири *Brachionus urceolaris*, что указывает на прошлую загрязненность пруда животными отбросами.

4. Среди обрастаний Поликарповского пруда доминирующее положение занимают зеленые нитчатки, степень развития которых и обуславливает тот или иной состав биоценоза. Нитчатки, служащие источником питания, давая возможность формам нуждающимся в опоре заселяться в обрастании (свободно плавающим *Protozoa*, *Rotatoria*) вытесняют, прикрепляющихся к субстрату *Flagellata* и *Rotatoria*.

5. Изучение молодых обрастаний в течении лета позволяет судить о значительной устойчивости этих биоценозов в продолжении всего лета. Колебания планктона весьма слабо отражаются на них, так что единственным фактором, обуславливающим количественный и качественный состав этих обрастаний, являются внешние физико-химические условия. Устойчивость бионтов обрастания к изменениям внешних условий превышает устойчивость планктических организмов, что и обуславливает более устойчивое положение всех биоценозов обрастания.

6. Горизонтальное распределение обрастаний в Поликарповском пруду довольно равномерно, если брать обрастания с одной глубины и в зоне открытой воды. Большим колебаниям подвержены пятнадцатые обрастания, которые состоят из форм прикрепляющихся, связь которых с планктоном еще очень тесна. Сильное несходство в обрастаниях, взятых из различных зарослей макрофитов, объясняется не только тем, что в этих зарослях имеются различные источники образования зародышей обрастаний, но также и тем, что каждая заросль накладывает свой отпечаток на физико-химические внешние условия жизни данного обрастания.

7. В вертикальном распределении обрастаний намечаются две основных зоны: 1) зона интенсивного развития обрастаний (первые—35—40 см.) и 2) зона отрицательного влияния грунта—от 40 см. и глубже. В первой зоне имеется ряд ярусов ясно отграничивающихся один от другого. Верхний ярус (первые 10—15 см.) характеризуется постепенным увеличением состава обрастаний по направлению к глубине; средний ярус—ярус максимального развития обрастаний, и нижний ярус (15—35 см.)—где происходит опять постепенное обеднение обрастаний. Зона отрицательного влияния грунта характеризуется резким падением количества всех бионтов и совершенным выпадением прикрепляющихся организмов.

8. Процесс заселения обрастаний протекает очень быстро. Качественное формирование обрастания заканчивается в продолжении

одних суток. Дальше происходит рост обрастания в количественном отношении, которое заканчивается к 10 дням. После этого нитчатки начинают вытеснять большинство других групп и количественно обрастание беднеет. На двухмесячном обрастании уже много отмерших, постепенно отваливающихся, нитчаток, что позволяет поселиться вытесненным формам, и обрастание начинает новый цикл жизни.

В заключение приношу глубокую благодарность Сергею Николаевичу Дуплакову за всю ту помощь и указание, которыми я пользовался в продолжении всей работы, а также Николаю Владимировичу Римскому-Корсакову давшему возможность доработать собранный летом материал во вверенной ему лаборатории.

Ueber die Biologische bedeutung der Pseudobranchie der Knochenfische.

S. G. Kryzanowsky.

Man unterscheidet zwei Typen von Pseudobranchien: freie und verborgene. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Pseudobranchie der Teleosteen der vorderen spiracularen Nebenkieme der übrigen Fische homolog ist, denn bei allen erforschten Fischen stellt die Pseudobranchie ein Derivat des mandibularen, d. h. der vorspiracularen Aortenbogens dar. Doch ist die biologische Bedeutung der Pseudobranchie bei erwachsenen Fischen weniger deutlich.

Versuche mit der Entfernung wie der freien, so auch der verborgenen Pseudobranchie ergeben kein positives Resultat. Die Entfernung der freien Pseudobranchie (bei *Rutilus*, *Perca*, *Acerina*) ruft im Bau der Augen keine merklichen Aenderungen hervor. Die Entfernung der Pseudobranchie bei *Esox* ruft in dem Falle, wenn bei der Entfernung ein kleiner Teil der Pseudobranchie, der regeneriert, stehen gelassen wird, auch keine merklichen Aenderungen herfor. Bei vollständiger Entfernung der Pseudobranchie erblinden die Fische (durch Trübung der Augenlinse), doch ist dies in erster Linie auf eine Unterbrechung der blutversorgung des Auges zurückzuführen, denn man kann die ganze verborgene Pseudobranchie nicht ohne Beschädigung der Art. *Ophthalmica magna*, die aus der pseudobranchie herausfließt, entfernen.

Doch wird die biologische Bedeutung der Pseudobranchie gut durch ihre Entwicklung erklärt. Die Blättchen der freien Pseudobranchie der Teleosteen (*Rutilus*, *Abramis*, *Coregonus*) werden, im Unterschied von allen übrigen Fischen, früher als die Blättchen der Kiemenbogen angelegt und entwickeln sich auch früher als diese: während die Blättchen der Kiemenbogen noch äusserst schwach entwickelt sind und noch keine funktionale Bedeutung haben können, sind die Blättchen der Pseudobranchie schon als verhältnismässig gewaltige Bildungen vertreten, die reichlich mit Blut versorgt werden. Nach ihrem Bau sind sie mehr oder weniger den Blättchen der Kiemenbogen ähnlich, d. h. sie sind fiederartig oder besitzen die Form von Blättchen, in denen jedoch eine fiederartige Anordnung der Blutgefässe erhalten bleibt. Auf Abb. I ist die Pseudobranchie der Larve der *Abramis brama* mit fiederartigen Blättchen dargestellt. Parallel mit der Entwicklung der Kiemenbogenblättchen wird die Entwicklung der Blättchen der Pseudobranchie fortgesetzt. Ihre Zahl vergrössert sich allmählich, wobei die neuen Blättchen der Pseu-

dobranchie ebenfalls grösser angelegt werden als die Blättchen der Kiemenbogen. Später verändert sich der Grössenunterschied der Blättchen im umgekehrten Verhältniss. Auf Tabelle I sind die Altersveränderungen der Grösse und Anzahl der Blättchen der Pseudobranchie und des ersten Kiemenbogens bei *Rutilus rutilus* dargestellt.

Die verborgenen Pseudobranchien entwickeln sich bei verschiedenen Fischen verschieden. Die Pseudobranchie des *Esox* wird sofort in der Masse des umgebenden Gewebes versenkt angelegt und ihre Blättchen sind schon von Anfang an nicht frei.

Die Pseudobranchie von *Carassius* und *Lota* entwickelt sich erst wie die freie Pseudobranchie von *Abramis*, d. h. ihre Blättchen treten anfänglich frei in die Kiemenhöhle hervor. Sie sind nicht so gross wie bei *Abramis*, d. h. sie sind nicht bedeutend grösser als die Blättchen der Kiemenbogen. Im Laufe der Entwicklung findet eine verhältnismässige Verringerung der Grösse der Blättchen der Pseudobranchie statt. Ihre verhältnismässige Grösse und Altersveränderung sind auf Tabelle I gezeigt. Ein 3—monatlicher *Carassius* besitzt schon eine bedeckte Pseudobranchie.

Aus den hervorgehobenen Tatsachen ergibt sich, dass mindestens die freie Pseudobranchie der Teleosteen der Larve als Atmungsorgan dient und zwar speziell der Larve als Augenkieme. Die grösste Bedeutung muss ihr in dieser Beziehung auf den frühesten Lebensstadien der Larve zukommen, wo noch keine Blättchen der Kiemenbogen vorhanden sind oder ihrer noch nur wenig und sie noch schwach entwickelt sind. Alles Blut, das aus der Pseudobranchie herausfliesst, wird dem Auge zugeführt und da die Augen der Larven dieser Knochenfische zu jenem Moment, wo die Pseudobranchie auftritt, ihre verhältnismässig maximale Grösse erreichen (bei erwachsenen Fischen sind sie relativ kleiner) und völlig entwickelte und ausgezeichnet funktionierende Organe darstellen (die Larven unterscheiden mit ihnen die äusserst winzige Planktonnahrung,) so ist es deutlich dass das frühe Auftreten einer grossen Pseudobranchie notwendig ist damit den Augen oxydiertes Blut zugeführt werde, was die unentwickelten oder nur schwach entwickelten Kiemen nicht imstande sind zu verrichten. Später verlieren die Pseudobranchien mit der Entwicklung der Kiemen ihre ausschliessliche funktionale Bedeutung, so dass sie sich bei erwachsenen Fischen in ein mehr oder weniger rudimentäres Organ verwandeln.

Diejenigen Fischlarven, deren Augen keine frühe biologische Bedeutung haben, die ihre Nahrung auf dem Grunde vermittelt äusserst früh sich entwickelnder Fühler suchen, haben entweder, überhaupt keine Pseudobranchie (*Cobitidae*, *Siluridae*), oder die Pseudobranchie entwickelt sich bei ihnen sehr spät (nach den Kiemen und trägt immer einen ausgeprägt rudimentären Charakter (*Acipensir*). Ausserdem muss hervorgehoben werden, dass die Pseudobranchie gerade bei denjenigen Fischlarven am mächtigsten entwickelt ist, bei denen die anderen Atmungsorgane der Larve fehlen oder schwach entwickelt sind. Bei den Cypriniden fehlt, im Unterschied von der Mehrheit der übrigen Fische, der Dotterkreislauf, der zweifelsohne eine Atmungsfunktion ausübt. Bei den *Cobitiden* (ohne Pseudobranchie) fehlt auch der Dotter-

kreislauf, doch werden dafür bei ihnen früher als bei den übrigen Fischen die Kiemen angelegt und es entwickeln sich bei ihnen äusserst lange äussere Kiemenfäden (Abb. 2), wie sie auch bei den Larven der Selahier, des Gymnarchus und der Heterotis (die beiden letztgenannten Fische haben auch keine Pseudobranchien) vorhanden sind. Diejenigen Fische, bei denen sich die Pseudobranchie später entwickelt, d. h. später als die Kiemen, haben auch Larvenatmungsorgane. Bei den Larven der Ghondrosteen und Holosteen dient ausser dem Dotterkreislauf der Kiemendeckel noch als Atmungsorgan, der reichlich mit Blut versorgt wird und aus dem das Blut auch unmittelbar dem Auge zugeführt wird (Abb. 3).

Auffallend ist die Tatsache, dass Fische, die keine Pseudobranchie haben, die kleinsten Augen besitzen. Doch kann man die Augengrösse nicht in eine direkte causale Abhängigkeit von der Anwesenheit der Pseudobranchie stellen. Die Augengrösse erwachsener Fische hängt in erster Linie von der anfänglichen Augengrösse der Embryonen ab. So werden die Augen der Cobitis nicht so gross wie die Augen von Abramis und Carassius angelegt, die Augen der erwachsenen Fische unterscheiden sich nach ihrer Grösse in derselben Ordnung: die kleinsten Augen besitzt Cobitis, die grossten—Abramis (Tabelle II). Zweitens wird die definitive Grösse der Augen durch die Intensität ihres Wachstums bedingt: am wenigsten intensiv wachsen die Augen bei Cobitis (das Verhältniss der definitiven Grösse der Augen zur anfänglichen beträgt 0,73, Tabelle II), am intensivsten—die Augen des Abramis (das Verhältniss beträgt 1,07). Cobitis hat, wie erwähnt wurde, keine Pseudobranchie, bei Abramis ist die Pseudobranchie frei, bei Carassius—verborgen. Doch wäre es falsch anzunehmen, dass die freie Pseudobranchie das intensivste Augenwachstum bedingt. Eine unmittelbare Abhängigkeit muss zwischen der Intensität des Augenwachstum und der Intensität der Versorgung der Augen mit Blut bestehen. Man kann zwei Typen von Blutversorgung unterscheiden. Ein Typus wird, vermittelt der arteria ophthalmica magna verwirklicht, die eine unmittelbare Fortsetzung der art. mandibularis darstelle. Dieser Typus wird immer (soviel bekannt ist) durch Anwesenheit der Pseudobranchie, einer freien oder verborgenen, begleitet: die Pseudobranchie ist Kieme der a. mandibularis, und bei Anwesenheit der letzteren besteht kein Grund für eine völlige Reduktion der Pseudobranchie. Dieser Blutversorgungstypus ist der mächtigste, und zuweilen wird er noch dadurch verstärkt, dass er ein grosses Hilfsgefäss von circulus cephalicus erhält (Perca, Esox, Lota, Amia u. s. w.).

Beim zweiten Blutversorgungstypus geht a. ophthalmica von circulus cephalicus ab und stellt oft ein ganz kleines Gefäss dar. Diesem Typus entsprechen die kleinsten Augen (Siluridae, Cobitidae, Scaphirrinchus) und solche von mittlerer Grösse, ob grössere Augen vorkommen, ist unbekannt. Bei diesem Typus fehlt a. mandibularis durchwegs bei den erwachsenen Fischen (sie wird entweder sehr früh in der Ontogenese reduziert oder sogar überhaupt nicht angelegt), ebenso fehlt durchwegs die Pseudobranchie.

Somit darf man denken, dass zwei Momente die definitive Grösse der Augen bestimmen. 1) die anfängliche Grösse der Augenanlagen und

2) die Intensität ihrer Blutversorgung. Falls sich beide Momente summieren, falls das Auge klein angelegt wird und seine Blutversorgung erniedrigt ist, ist das Ergebnis bedeutender als bei Vorhandensein nur irgend eines dieser Momente (z. B. Cobitis im Vergleich mit Carassius). Selbstverständlich erfordert dieser Schluss eine Nachprüfung an anderen Fischen mit verschiedenen Typus der Blutversorgung der Augen und mit verschiedener Grösse derselben.

Tabelle I.

Typus der Pseudobranchie	Name des Fisches	Alter	Zahl der Blättchen		Grösse des grössten Blättchens:	
			des I Kiemenbogens	des Pseudobranchie	der Pseudobranchie	des I Kiemenbogens
F e i o	Rutilus rutilus	1 Monat	1	8	$\frac{4}{2}$	$\frac{2}{1}$
		2 Monate	5	24	$\frac{11}{7}$	$\frac{8}{2,5}$
		3 Monate	8	32	$\frac{15}{5}$	$\frac{12}{2,5}$
		4 Monate	8	32	$\frac{15}{6}$	$\frac{14}{2,5}$
		1 Jahr	8	40	$\frac{17}{4}$	$\frac{18}{2,5}$
		5 Jahre	19	66	$\frac{51}{7}$	$\frac{79}{5}$
Vorborgone	Carassius carassius	2 Monate	3	15	$\frac{5}{3}$	$\frac{5}{2,5}$
		3 Monate	4	22	$\frac{8}{4}$	$\frac{7}{2,5}$
		1 Jahr	6	44	$\frac{10}{4}$	$\frac{15}{3}$
		6 Jahre	8	79	$\frac{25}{6}$	$\frac{70}{5}$

Tabelle I. Altersveränderungen der Grösse und der Anzahl der Blättchen der Pseudobranchie und des I Kiemenbogens bei Rutilus rutilus und Carassius carassius. Die Grösse der Blättchen ist in Einheiten des Ocularmikrometers ausgedrückt. 1 Einheit = 65 Mikron. Der Zähler bezeichnet die Länge des Blättchens, der Nenner—seine Breite.

Tabelle II.

Name des Fisches	Anfängliche Augengrösse	Maximale Augengrösse	Endgültige Augengrösse bei der Länge des Fisches von 7 cm.	Verhältnis der anfänglichen Grösse zur endgültigen
Cobitis	2,75	3,0	2,0	0,73
Abramis brama	3,75	5,20	4,0	1,07
Carassius carassius	3,75	4,75	3,75	1,0

Tabelle II. Altersveränderungen der relativen Augengrösse (des vorder - hinteren Durchmessers). Die Augengrösse ist durch die Zahl der Myotomen des Körpers der entsprechenden Fische ausgedrückt.

Erklärung der Abbildungen

- Abb. 1. *Abramis brama*, Alter — ca. 2 Monate. 2 Blättchen von nach Sagittalschnitten rekonstruierten Pseudobranchien (psb). Kiemendeckel entfernt, während der Viszeralapparat und der Achsenschnädel in Form eines Sagittalschnittes dargestellt sind. A. md. — art. mandibularis — die Zufuhrarterie der Pseudobranchie. A. oph. — art. ophtalm. magna — die Ausfuhrarterie der Pseudobranchie.
- Abb. 2. Larve von *Cobitis taenia* mit Aussenkiemen.
- Abb. 3. Larve von *Amia*. Das operkulare Gefässnetz, das durch die art. hyoidea — a. hy. — gebildet wird. A. md. — art. mandibularis.

Zur Aufklärung der Ursachen der Dynamik des Sauerstoffs im Wasser des S-es Glubokoje.

G. Karsinkin, S. Kusnetzow, Z. Kusnetzowa.

Nach dem Erscheinen im Jahre 1927 der Arbeit von G. Alsterberg „Die Sauerstoffschichtung der Seen“, in welcher die Frage der Sauerstoffschichtung in Seen und die Ursachen der Schichtbildung mit einem O_2 -minimum von einem neuen Gesichtspunkt geschildert wird, beschliessen wir uns die Richtigkeit der in dieser Frage aufgestellten Theorie bei Zuhilfenahme von stationären Beobachtungen auf dem Glubokoje See zu kontrollieren.

Wie bekannt, wird nach Alsterberg die Sauerstoffordnung im Sommer („Makroschichten“) durch folgende Faktoren beeinflusst: 1) das Vorhandensein am Seegrund von Mikroschichten mit einem erniedrigten Sauerstoffgehalt, welcher Sauerstoff vom Schlamm absorbiert wird, 2) die Windwirkung.

Die Verarmung der Makroschichten an O_2 wird erklärt durch das Vorhandensein einer Reihe von horizontalen Strömen im See, wobei der obere Strom durch die eigentliche Windwirkung hervorgerufen wird und die übrigen durch die induzierende Wirkung der Bewegung der oberen Schichten. Diese Schichten kommen bei der Bewegung in Berührung mit dem Schlamm bei gleichzeitiger Abgabe von O_2 .

Auf diese Weise muss nach Alsterberg die horizontale Schichtung in Seen, welche der Windwirkung zugänglich ist, ausgedrückt werden (s. „Sekundäre Makroschichtung“ von Alsterberg).

Was die Sauerstoffminimumzone anbetrifft, so muss sie nach der Schilderung von Alsterberg in Seen vorhandensein, wo ein Bruch des Grundreliefs scharf ausgesprochen ist, wodurch eine grosse Fläche des Grundes — mit schwacher Böschung am Anfang — scharf abbricht, um eine Vertiefung zu bilden.

Da der Sauerstoff vom Schlamm absorbiert wird, so werden die Wasserschichten oberhalb der Vertiefung auf der Böschungsseite mehr Sauerstoff verlieren, als die Wasserschichten in der Vertiefung selber.

Da der Glubokoje See zum Typus derjenigen Seen gehört, wo bei gleichzeitigem Temperatursprung im Sommer auch eine Sauerstoffminimumzone vorhanden ist, schien die Kontrolle der obengenannten Arbeit von besonderem Interesse zu sein.

Unsere Arbeit war dabei planmässig wie folgt durchgeführt:

- 1) Das Stadium der vertikalen und horizontalen O_2 -Verteilung in verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedener Witterung.
- 2) Die Temperaturverteilung bei denselben Bedingungen.
- 3) Das Studium des Grundreliefs.
- 4) Das Studium der Schlammtemperatur und der Temperatur der dem Schlamm benachbarten Wasserschichten.
- 5) Die Einstellung einer Reihe von Bunsengläsern in den tiefsten Schichten, ebenso wie in der Dicke des Wassers zur Ergreifung des vom Wasserstrom mitgenommenen Detritus.
- 6) Das Studium der Sauerstoffverteilung in den tiefsten Schichten (Mikroschichten).
- 7) Das Studium von rH und pH des Seegrundes.
- 8) Die quantitative Berechnung der mikroskopischen Bevölkerung des Schlammes.
- 9) Die quantitative Berechnung der makroskopischen Bevölkerung des Schlammes.
- 10) Das Studium des physikalischen und chemischen Grundbestandes und endlich.
- 11) Die Berechnung der absoluten Bakterienmenge in den verschiedenen Wasserschichten.

Unser Aufsatz umfasst hauptsächlich die Folgen der Sommerbeobachtungen im Jahre 1928 bei gleichzeitiger Bestätigung vermittelt einiger Tatsachen.

Ausführliche Angaben, die alle Saisons umfassen, werden bald im Druck erscheinen.

Um der Arbeit näher zu treten, verweisen wir auf die Tabelle № I, wo die Diagrammen I, II und III einige Beispiele der O_2 -Verteilung im See darstellen. Schon auf Grund dieser Angaben können wir kurz Folgendes feststellen:

- 1) Die O_2 -Quantität in einem und demselben Horizont dem ganzen See entlang kann nicht als konstant angesehen werden, d. h. bei der Aufzeichnung der Isooxigenen können wir keine horizontale Schichtung andeuten (s. Diagramme I, II und III).
- 2) Ein gleichartiger dauerhaftiger Wind von mittlerer Stärke ruft im Epilimnion eine Rundzirkulation des Wassers (der Anfang des Processes ist auf dem Diagramm II ersichtlich) ohne das Metalimnion zu streifen.
- 3) Ein Wind von wechselnder Richtung treibt das Wasser der Oberfläche bald hin, bald zurück, womit eine Verschiedenheit des O_2 -Gehaltes im Epilimnion (Diagramm I) bedingt wird.
- 4) Ein heftiger Wind wirkt auch auf dem Metalimnion in einigen Fällen die O_2 -minimum Schicht vernichtend (Diagramm III).
- 5) Die Schicht des O_2 -minimums ist nicht immer horizontal in den Grenzen des Metalimnions.
- 6) Bei einem Ufer des Sees (0) kann man in den Grenzen des Hypolimnions auf der Tiefe von 10—15 Metern im Laufe des Sommers eine Schicht mit einem grossen Quantum von O_2 beobachten (Diagrammen I und II).

Aus den obengenannten Angaben und nach dem Studium des Seegrundreliefs, welche auf den Diagrammen I, II und III dargestellt sind, folgt, dass dieselben der Theorie der Horizontalströme und der Bildung des Sauerstoffminimumschicht von Alsterberg widersprechen.

Nach unserer Meinung wird die Entstehung der O_2 —minimum Schicht durch andere Ursachen bedingt, als durch die Bildung der Wasserschichten mit vermindertem O_2 —Gehalt im Hypolimnion.

Die von uns ausgearbeitete Art der Berechnung des absoluten Bakteriengehaltes im Wasser gestattet einen Zusammenhang zwischen dem Bakteriengehalt einerseits und dem Temperatursprung und dem Sauerstoffminimum andererseits anzudeuten (s. Tabelle № 8).

Diese Schicht bildet sich wahrscheinlich durch die Lebenstätigkeit der Bakterien.

Die Anhäufung von Wasser mit einem verminderten O_2 —Gehalt am tiefsten Seeteile wird erklärt: 1) Durch das Vorhandensein der verschiedenen Temperaturen im Grundwasser und im Schlamm (s. Tabelle № 2), 2) durch die Absorbtionsfähigkeit des Schlammes (s. Tabelle №№ 4, 5, 6 und 7).

Da das Wasser im Sommer eine höhere Temperatur als der Schlamm besitzt, so sinkt die Temperatur des Wassers an der Berührungsstelle; demzufolge wird das Wasser dichter, sinkt herab und schleppt die Detritusteilchen mit sich herunter (s. Tabelle № 3) bei gleichzeitiger Abgabe des Sauerstoffes an dem Schlamm.

Beim Abkühlen des Wassers sinkt dasselbe herunter, trifft eine Wasserschicht von gleicher Temperatur und mischt sich mit der Hauptschichtwasser zusammen. Dies muss an den tiefsten Stellen geschehen, wo der Temperaturunterschied zwischen Schlamm und Wasser am kleinsten ist.

Wie aus der Tabelle № 5 für rH ersichtlich, besitzen die Schlämme des Westufers die wiederherstellenden Eigenschaften und das von diesem Bette abfliessende Wasser müsste schneller den Sauerstoff ausscheiden, als das vom Ost-Ufer abfliessende Wasser.

Unserer Ansicht nach wird dadurch die Anwesenheit einer Erhöhung der Isooxigenen mit einem verminderten O_2 —Gehalt am West-Bette bedingt (s. Diagramme I und II).

Das Niederfließen des Wassers auf dieser Neigung muss grösser sein infolge eines grösseren Unterschiedes zwischen der Wasser- und der Schlammtemperatur, als dies an der Ostneigung beobachtet wird. Herrscht ein starker Ostwind (z. B. am 4/IX, Tabelle 1, Diagramm III), so kommt mehr Warmwasser zum Ostufer, der Temperaturunterschied des Schlammes und des Wassers an diesem Ufer wird erhöht, und infolgedessen wird auch der Abfluss auf dieser Bettseite verstärkt.

Dies hat zur Folge ein „Abwaschen“ vom O—Ufer einer Wasserschicht des Hypolimnions mit einem grossen O_2 —Gehalt und eine Ausgleichung der oberen Grenze der unteren Schicht (Vergl. Diagramme II und III).

Da ausserdem der Wind eine allgemeine Stromversänkung in allen Neigungen hervorruft, so müssen sich die oberen Grenzen der unteren Isooxigene erhöhen; dies ist aus dem Vergleich der Diagrammen II und III ersichtlich.

Ueber den Chemismus des Wassers in den Beständen des Sees Glubokoje.

Von A. M. Rubinstein.

1. Die täglichen (24 St.) Schwankungen des Chemismus des Wassers der Vegetationen wurden während Juli—September des Jahres 1927 an zwei verschiedenen Gestrüppen beobachtet—das eine von ihnen (№ 1) besteht aus reinem Equisetum lim., enthält aber am Boden viel Gloeocapsa, und das andere (№ 2) ist ein gemischtes. Die Tiefe beträgt am Ufer ungefähr 0.1, in der Mitte 0.4—0.5 und am Seerande 0.7—0.8; in beiden Vegetationen ist sie beinahe gleich: die Tiefenstandorte am Boden für diese drei Punkte, wie auch die meisten physikalischen Bedingungen, darf man als gleiche betrachten.

Auf der Tabelle I sind die Wasserreaktionen (PH) angeführt: da diese Zahlen mit der zweiten Bestimmung der Wasserreaktion für die 9 Vegetationen übereinstimmend sind, können die Resultate der Beobachtung des Wasserchemismus an diesen zwei Vegetationen auf die anderen extrapoliert werden.

2. Es wurden systematische Beobachtungen der Temperatur (Tab. II, Kurve I), des PH (Tab. III, Kurve II—III), der freien CO_2 (Tab. VI, Kurve IV—V), der fixierten CO_2 (Kurve VI) und des O_2 —Gehaltes (Tab. V) durchgeführt und in einem Falle eine parallele Bestimmung des O_2 —Gehaltes und der Oxydierbarkeitsänderungen (Kurve VII—VIII) angestellt. Aus jeder Vegetation waren 5 Proben genommen: die eine am Ufer, zwei in der Mitte und zwei am Seerande—an der Wasseroberfläche und am Boden (ungefähr 10 cm. von demselben). Jede Probe wurde während 6 St. genommen.

Die Beobachtungen gestatten folgendes zu schliessen:

3. Dem Wasserchemismus sind tägliche (24 St.) Schwankungen eigen. Die Zeit der maximalen und minimalen Werte ist auf der Tabelle VI dargestellt worden.

4. Die Bestimmung des O_2 —Gehaltes und der Oxydierbarkeitsänderungen zeigt, dass diese letzte von dem O_2 —Gehalt in keiner unmittelbaren Abhängigkeit steht.

5. Die Schwankungen in der Bodenschicht der Vegetation № 1 sind viel grösser, als am Boden № 2: man konnte es erwarten, weil die Chlorophyllkonzentration am Boden № 1 durch die Gloeocapsa vergrössert ist.

Die Differenzen zwischen den beiden Vegetationen an der Oberfläche sind sehr gering: es ist möglich, dass ausser der Chlorophyllkonzentration

(Ruttner. Über das Gewechsel von Elodeasprossen, *Planta* 1926 II, 4—5, S. 598) auch seine Dispersionsgestalt eine Rolle spielt, sonst wären die Differenzen zwischen einer reinen und einer gemischten Vegetation viel grösser.

Im Charakter der täglichen Schwankungen des Wasserchemismus zwischen den beiden Vegetationen sind keine Differenzen gefunden worden.

6. Die Voraussetzung der Analogie zwischen dem biocenötischen (G. Kar-sinkin. *Russ. Zool. J.* (1926) VI, 4 S. 3—33 (1927) VII, 2 S. 34—76) und dem chemischen Zonalspektrum der Vegetationen ist durch die Beobachtungen bestätigt worden. Die chemischen Zonen sind folgende: 1) die Uferzone—ein enger Streifen, in welchem die Aenderungen meistens zufällig sind. Die unterwässerigen Teile der Pflanzen sind kurz, darum ist der Gaswechsel in dem Wasserchemismus schwach ausgesprochen. 2. Die zentrale Zone—der grösste, dichteste Teil der Vegetation: ihr sind grosse Amplituden der Schwankungen und ein bestimmter Charakter der Aenderungen eigen, die wenig den Einfluss des pelagischen Teiles des Sees äussern (vergl. die Bestimmungen am 7—8 VIII, als das Phytoplanktonblühen, das in der Seerand—Zone gut ausgeprägt war, stattfand). 3. Die Seerand—Zone hat kleinere Schwankungsamplituden und zeigt schon den Einfluss des Sees sehr stark. Die Vermischungsbedingungen sind hier die besten.

7. Es ist möglich, dass das biocenötische Zonalspektrum eine Folge des chemischen Zonalspektrums sei, da die Chorophyllkonzentration in den Bewuchsorganismen klein ist, und ihr Einfluss auf den Chemismus darum nur sehr gering sein kann.

Zur Untersuchung des Bewuchses der Teiche.

Von S. N. Duplakoff.

Die Aufgabe der Untersuchung war die Aufklärung der Unterschiede im Charakter des Bewuchses der Teiche von verschiedenen Typen.

Die Beobachtungen wurden im Sommer 1928 an den Teichen des Umkreises vom See „Glubokoje“ gemacht. Es sind im ganzen 14 gegrabene kleine Teiche untersucht worden, die nach der Reihe ihrer Merkmale in 4 Gruppen eingeteilt werden können:

I. Gruppe. Kleine gegrabene Dorfteiche, stark und beständig verunreinigte wegen ihrer Benutzung für die Wirtschaftsbedürfnisse, gewöhnlich ohne Gestrüpp oder mit einer schwach entwickelten Vegetation. (β - α mesosaprobien Typus).

II. Gruppe: Dieselben Dorfteiche, aber weniger verunreinigte vom Menschen (von β -mesosaprobien Typus).

III. Gruppe. Reine Teiche, die dem Einfluss des Menschen nicht unterliegen und dabei schwach verwachsen sind (von oligosaprobien Typus).

IV. Kleine gegrabene, vernachlässigte, mehr oder weniger verwachsene Teiche. Die Verunreinigung von Seiten des Menschen fehlt.

Die erwähnten Gruppen muss man nicht als streng von einander abgeordnete betrachten. Man kann sie als Stadien der Existenz eines und desselben Teiches betrachten ¹⁾, und diese Gruppen müssen folglich durch allmähliche Uebergänge verbunden sein. Von diesem Standpunkt aus muss man das untenbeschriebene Material über den Bewuchs dieser Wasserbecken behandeln. Die Untersuchung des Bewuchses wurde mit Hilfe der Quantitätsmethode durchgeführt. Der Bewuchs wurde auf Objektträgern, die ins Wasser auf einen bestimmten Zeitraum in allen Teichen auf ungefähr ein und derselben Tiefe (von der Oberfläche 15 cm. und von dem Boden 30—40 cm.) aufgestellt wurden, untersucht. Die Methode der Zählung der Organismen ist in meiner Arbeit über den Bewuchs des Sees „Glubokoje“ ²⁾ beschrieben worden.

¹⁾ S. N. Duplakoff. Zur Biologie der verunreinigten Teiche. (Russische hydrobiologische Zeitschrift 1922 № 4).

²⁾ Arbeiten der Hydrobiologischen Station am See Glubokoje. B. VI. H. 2—3 1925.

Die Beobachtungen ergaben folgende Resultate:

1. Die Bewuchse in den Teichen verschiedener Typen unterscheiden sich nach ihrem Qualitäts—und Quantitäts-Bestande bedeutend von einander.

2. In einigen Teichen kann der Bewuchs in verschiedenen Jahren ungleich sein. Eine solche Erscheinung wurde in stark verunreinigten Dorfteichen (I. Gruppe) beobachtet. Die Untersuchungen im Jahre 1916 ¹⁾ und im Jahre 1928 ergaben ganz verschiedene Bilder. Dabei aber war das Plankton dieser Wasserbecken im Jahre 1916 und 1928 ein gleiches.

3. In kleinen, besonders stark verunreinigten Teichen, können wahrscheinlich infolge einer gewissen Unstandhaftigkeit ihres Regims, in dem Bewuchse m Laufe einer kurzen Zeit—(manchmal nur einige Tage) ausgeprägte Veränderungen des Qualitäts-und Quantitäts-Bestandes stattfinden. Daraus folgt die Notwendigkeit nach systematischen Beobachtungen beim Studium des Bewuchses kleiner Wasserbecken. Einzelne, unterbrochene Analysen können in manchen Fällen die Frage nur verwickeln.

4. Der Bewuchs sehr verunreinigter Dorfteiche vom β — α mesosapoben Typus (I. Gruppe) wird durch folgende Merkmale gekennzeichnet: Den Beobachtungen der Jahre 1916—17 gemäss—durch eine grosse Entwicklung der Cyanophyceae, hauptsächlich der Arten *Oscillaria* (*O. tenuis*, *O. brevis*, *O. chalybea* und *O. amphibia*) und *Spirulina major*; durch die Anwesenheit zwischen den Fäden der Cyanophyceae einer grossen Anzahl beweglicher Ciliata (*Paramecium caudatum*, *Amphileptus claparedei*, *Stentor coeruleus* und andere), Nematodes und Rotatorien—*Rotifer vulgaris* und *Rotifer neptunius*; durch eine fast vollständige Abwesenheit festsitzender Protozoa und Rotatoria; durch das Fehlen der grünen Algen und Diatomeen.

Die Beobachtungen im Jahre 1928 ergaben ein anderes Bild (siehe Tabelle № 2).

Ganz abwesend sind die Cyanophyceae und der Bewuchs besitzt nur einen tierischen Bestand. Im Zusammenhang mit der Abwesenheit der Fadenalgen, bei der Menge der im Wasser schwimmenden Nährspartiecken, haben die festsitzenden Protozoa (hauptsächlich Ciliata) und die festsitzenden Rotatoria (*Oocystes cristallinus* und *Floscularia cornuta*) die Möglichkeit zu ihrer Entwicklung bekommen; ihnen gehört die führende Rolle in dem Bewuchse. Umgekehrt, die Rolle der unbefestigten Formen (bewegliche Ciliata, Rotatoria, Nematodes) ist eine unbedeutende. Das ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass ihre Anhaftung am Substrat durch das Fehlen der Fadenalgen erschwert wird. Die grünen Algen fehlen entweder vollständig (der Untere Gorbowteich) oder sie erscheinen auf eine kurze Zeit und gehen zu Grunde, bevor sie den Lebenszyklus beendet haben. (Der Teich in Gorbowo hinter dem Wirtshaus Tabelle № 3). Die Diatomeen spielen in dem Bewuchse auch keine Rolle. Die Anzahl der Arten im Bestande des Bewuchses der Teiche der I. Gruppe ist nicht gross. Am grössten von den 4 untersuchten Teichen war sie in dem Unteren Gorbowteiche und betrug während der ganzen Zeit, in der ich meine Beobachtungen durchführte—19—20. (Tabelle № 2).

¹⁾ Die vorläufige Untersuchung des Bewuchses der Teiche der Umgebungen des Sees, war von uns im Jahre 1916—1917 durchgeführt (Duplakoff. 1922 loc. cit).

In Bezug auf den Chemismus des Wassers ist für die Teiche der I. Gruppe (siehe Tabelle № 1) ein 'grosses Oxydationsvermögen, ein grosser Gehalt von Salzen und Eisen charakteristisch. Die Abwesenheit der grünen Algen und Diatomeen steht wahrscheinlich mit dem grossen Eisengehalt im Zusammenhange.

Wenn die Zufuhr der organischen Verunreinigungen sich vermindert, so bekommt der Teich der I. Gruppe die Merkmale der Teiche der II. Gruppe. Es vermindern sich bedeutend das Oxydationsvermögen des Wassers und der Eisengehalt (von 5 bis 2 mg. pro l.) (Tabelle № 4).

In dem Bewuchse verschwinden, wenn sie da waren, die Cyanophyceae und an ihre Stelle treten die früher abwesenden grünen Algen ein (Tabelle № 5). Nach meinen Beobachtungen, kommen die Arten *Coleochaete* (*C. soluta* und *C. scutata*) und *Scenedesmus* am schnellsten. Von den Fadenalgen erscheinen als erste die Arten *Oedogonium*. Man muss sich aber vorstellen, dass der Prozess der Befestigung des *Oedogonium* nur langsam verläuft. In den Teichen der II. Gruppe beobachten wir gleichzeitig mit einer in vielen Fällen übergrossen Produktion der Keime, ihren massenhaften Untergang, sobald sie eine Länge von 0,5—1 mm erreicht haben. (Tabelle № 5—12 tägige Probe). Es beendigen ihren Zyklus in diesen Wasserbecken wahrscheinlich nur wenige Exemplare. Der Tierbestand des Bewuchses beim Übergange des Teiches der I. Gruppe in diese der II. erleidet ebenfalls eine Reihe von Veränderungen. Es vergrössert sich einigermassen die Anzahl der Rotatoria und es vermindert sich die Produktion der festsitzenden Protozoa. Die gesamte Anzahl der Arten, aus denen der Bewuchs der Teiche der II. Gruppe zusammengesetzt ist, vergrössert sich bis 30.

Die weitere Reinigung des Teiches (Übergang zur III. Gruppe) ruft in dem Bewuchse eine noch grössere quantitative und qualitative Entwicklung hervor. Endgültig verstärkt sich und gibt eine hohe Produktion die Gruppe der grünen Fadenalgen (Tabelle № 7). Die führende Rolle behält, der als erster erschienene *Oedogonium*. *Bulbochaete*, die später erscheint, nimmt eine untergeordnete Lage ein. In einer geringen Anzahl kann *Spirogyra* vorkommen. Ebenfalls verstärkt sich quantitativ und qualitativ die Gruppe der übrigen grünen Algen. Es vergrössert sich die Produktion der *Coleochaete* und *Scenedesmus*; es erscheint eine Reihe neuer Formen. Unter den Tieren kann man folgende Veränderungen konstatieren; eine gewisse Verminderung der Anzahl (im Vergleich zu den Teichen der II. Gruppe) der festsitzender Ciliata und Rotatoria und eine Veränderung des Qualitätsbestandes der letzten Gruppe.

Eine Vorstellung über den Chemismus des Wassers der reinen Teiche der III. Gruppe gibt die Tabelle № 6.

Das Verwachsen des Teiches (Übergang zur IV. Gruppe) ruft eine weitere allgemeine Vergrösserung der Produktion der vegetativen Formen in dem Bewuchse hervor. (Tabelle № 8 und № 9).

Es erscheint *Sciadium Arbuscula*, der gewöhnlich grosse Zahlen gibt und eine führende Rolle unter den grünen Algen spielt, es verstärken sich auch andere grüne Algen, unter diesen auch die Desmidiiden. Nur die Gruppe der grünen Fadenalgen vermindert sich einigermassen in der Anzahl. Es beginnen die früher abwesenden festsitzenden farblosen Flagellata, nämlich *Rhipidodendron*

und Dendromonas, eine mächtige Quantitätsproduktion zu entwickeln. Unter dem tierischen Bestandteil des Bewuchses werden folgende Veränderungen beobachtet: Im Zusammenhang mit der Verminderung der Anzahl der Fadenalgen kann sich die Gruppe der festsitzenden Ciliata zunehmen an Zahl. Im Gegenteil vermindert sich stets die Anzahl der Rotatoria und Suctorina. Unter den ersten bleiben nur die beweglichen Formen. Die festsitzenden sind in der Regel abwesend.

Die allgemeine Anzahl der Arten, die zu dem Bestande des Bewuchses in dem beschriebenen Lebensstadium des Teiches gehören, ist gewöhnlich sehr gross. Wenn sie, unseren Beobachtungen gemäss, für die reinen Teiche (III. Gruppe) ungefähr 70 Arten betrifft, so ist hier die Anzahl der Arten nicht weniger als 100.

Wie lange der Bewuchs des Teiches bei der weiteren Entwicklung der Versumpfung den beschriebenen Charakter beibehält, ist schwer zu sagen. Jedoch zeigen unsere Beobachtungen, dass wenn der Teich sich fast in einen Sumpf verwandelt hat, so hat sein Bewuchs schon andere Merkmale (Tabelle № 10). Es vermindert sich sehr der Qualitätsbestand. Die grünen Fadenalgen verschwinden gänzlich. Es vermindert sich sehr die Produktion der übrigen grünen Algen. (Sciadium erhält sich in einer geringen Anzahl). Die farblosen Flagellata behalten die dominierenden Formen (Rhipidodendron und Dendromonas) bei, vermindern sich jedoch bedeutend in Bezug auf die Quantität. Umgekehrt, die Diatomeen, die in den übrigen Teichen nicht zahlreich sind, geben hier grosse Ziffern. Unseren Beobachtungen gemäss, nehmen unter ihnen die Hauptstelle Epitemia turgida und E. zebra ein. Was den Tierbestand des Bewuchses betrifft, so beobachten wir hier eine ausgeprägte Verarmung. Auf demselben Niveau wie in anderen Teichen, bleiben nur die beweglichen Ciliata und die beweglichen Rotatoria, d. h. diejenigen Gruppen, die überhaupt in dem Bewuchse der untersuchten Teiche schwach representiert sind. Die festsitzenden Ciliata geben am öftersten eine geringe Produktion. Die übrigen Tiergruppen fehlen.

5. Die Tabelle № 10 zeigt die mittlere Quantitätsproduktion des Bewuchses in den Teichen verschiedener Typen während der Periode Juli—August. Man muss erwähnen, das es bis jetzt keine allgemein anerkannte Methoden zum Vergleiche der Quantitätsproduktion des Bewuchses verschiedener Wasserbecken gibt. Die Ziffern, die wir geben, muss man als relative ansehen und in Betracht nehmen, auf welche Weise wir sie erhalten haben. Wie es aus der Tabelle zu ersehen ist, sind die Organismen in Gruppen verteilt. Für jeden Teich sind während der Periode Juli—August 4 Proben genommen worden (4—tägige, 12—tägige, 23—tägige und 31—tägige). Die Anzahl der Organismen (Individuen) jeder Gruppe, die in diesen Proben gefunden waren, wurden addiert und die Summe auf 100 cm² der Fläche des Substrats (des Glases) berechnet. Durch die Teilung dieser Summe auf 70, d. h. auf die Anzahl der Tage, in denen der Substrat im Wasser verblieb ($4 + 12 + 23 + 31 = 70$), bekommen wir den Mittelwert der Produktion im Laufe eines Tages (24 St) auf 100 cm² der Fläche des Substrats während der Periode Juli—August. Indem wir die Tabelle betrachten, können wir die Quantitätsverhältnisse einzelner Gruppen

von Organismen für jeden Teich sehen. Die Tabelle gibt ausserdem eine Vorstellung über die allgemeine summarische Produktion der Algen und der Tiere in den Teichen verschiedener Typen als einer mittleren im Laufe einer gewissen Periode. Die Tabelle zeigt, dass die geringe Algenproduktion ¹⁾ in sehr verunreinigten Teichen der I. Gruppe, im Laufe der Reinigung des Teiches (II. und III. Gruppe) sich auf Kosten der grünen Algen vergrössert. Der Prozess des Verwachsens (IV. Gruppe) vergrössert noch mehr die Anzahl der Algen, und diese Vergrösserung kann bis zur Verwandlung des Teiches in den Sumpf dauern. Es ist notwendig zu erwähnen, dass am Anfange des Prozesses des Verwachsens die Vergrösserung der Algenproduktion auf Kosten der grünen Algen und farblosen Flagellata und zum Ende auf Kosten der Diatomeen geschieht. Die maximale Produktion der Tiere in dem Bewuchse zeigen die Teiche der I. Gruppe. Die Reinigung des Teiches und seine Verwandlung in einen Sumpf wird von einer allmählichen Verminderung der Produktion der Tiere begleitet.

¹⁾ 1928. Den Beobachtungen des Jahres 1916 gemäss erreichen eine starke Entwicklung die Cyanophyceae.

Zur Frage über den Bewuchs in den Teichen. (Beobachtungen über den Bewuchs in dem Polikarpowskij Teiche).

(Vorläufige Mitteilung).

Von W. S. Ivlev.

I. Das Objekt der Untersuchung—der Polikarpowskij Teich—ist ein kleiner, ausgegrabener, sich allmählich versumpfender Wasserbehälter. Der Versumpfung trägt auch der unmittelbar anliegende Sumpf bei. Seinen chemischen Eigenschaften nach gehört der Teich zu den Gewässern mit geringer Leitfähigkeit und einem niedrigen pH—Werte an (Tabelle II).

Die jahreszeitlichen—und die Tagesveränderungen des Chemismus, insbesondere die des pH, sind nicht gross. In Überdembodenschicht wird die Reaktion etwas saurer (pH fällt um 0,3—0,4 im Vergleich mit der oberflächlichen Schicht). Die Temperatur der Oberfläche des Teiches ändert sich in Übereinstimmung mit der Temperatur der umgebenden Luft. Die Überdembodenschicht reagiert auf die Aussentemperatur schon viel schwächer (Tabelle I), obgleich die Tiefe des Teiches 1 m. nicht übertrifft.

II. Der Einfluss des anliegenden Sumpfes verleiht einen bestimmten Charakter auch dem Plankton des Teiches. Es ist nicht reich an Anzahl, aber sehr mannigfaltig in seinem Artbestand. Eine andere Besonderheit des Planktons des Teiches besteht darin, dass abgesehen vom kleinen Durchmesser des Wasserbeckens, das Plankton des Teiches ein ziemlich standhaftes und beständiges ist, und man konnte keine katastrophischen Veränderungen in seinem Bestande während der Untersuchungsperiode beobachten.

III. Das Benthos des Teiches unterliegt noch weniger als das Plankton Veränderungen. Bewohnt wird nur die oberste Schicht des Schlammes (3—5 mm). Nur Bakterien sind in tieferen Schichten anzutreffen. Die Bakterialflora des Schlammes ist sehr reich an Menge. Im Schlamm aus einer Tiefe von 10 cm sind Panzer von *Brachionus urceolaris* aufgefunden worden, was auf eine früher gewesene Verunreinigung des Teiches durch Tierreste hinweist.

IV. Die Aufmerksamkeit des Forschers wurde hauptsächlich auf den Bewuchs, welcher die am wenigsten studierten Biozönose für kleine Wasserbecken darstellt, gerichtet. Für die Quantitätsbestimmungen der Bionten wur-

den Objektträger aufgestellt ¹⁾, auf denen später die Organismen gezählt wurden. In Tabellen gelten alle Ziffern für einen Flächenraum von 100 cm². Flagellata, Protozoa, „andere grüne Algen“ sind in 2 Gruppen geteilt: I—sich anhaftende und II.—sich nicht anhaftende Organismen.

V Unter dem Bewuchse des Polikarpowskij Teiches nehmen die grünen Fadenalgen, deren Entwicklungsstufe diesen oder jenen Bestand der Biozönose verursacht, eine dominierende Lage ein. Indem die Fadenalgen eine bedeutende Rolle als Ernährungsmaterial spielen, und denjenigen Formen, die einer Stütze bedürfen (freischwimmenden Protozoa und Rotatoria), die Möglichkeit geben den Bewuchs zu besiedeln, verdrängen sie die am Substrat haftenden Protozoa und Flagellata.

VI. Das Studium des jungen Bewuchses im Laufe des Sommers erlaubt eine bedeutende Standhaftigkeit dieser Biozönoson festzustellen (Tabelle III und IV). Die Schwankungen im Bestande des Planktons spiegeln sich ziemlich schwach auf demselben ab, so dass als entscheidender Faktor, der den Quantitäts—und Qualitätsbestand dieses Bewuchses verursacht, die äusseren physikalisch—chemischen Bedingungen erscheinen. Die Standhaftigkeit der Bionten des Bewuchses in Bezug auf die Aussenbedingungen übertrifft diejenige der Planktonorganismen, und verursacht auch einen standhafteren Zustand aller Biozönoson des Bewuchses.

VII. Die horizontale Verteilung des Bewuchses im Polikarpowskij Teich ist eine ziemlich regelmässige, wenn man den Bewuchs von ein und derselben Tiefe und in der Zone des offenen Wassers entnimmt. (Tabelle V und VI). Grösseren Schwankungen unterliegt der 5—tägige Bewuchs, der aus Formen nicht anhaftender Organismen, deren Zusammenhang mit dem Plankton ein noch sehr inniger ist, besteht. Eine ausgeprägte Unähnlichkeit in dem Bewuchse, der aus verschiedenem Gestrüpp von Makrophyten genommen wurde, wird nicht nur dadurch erklärt, dass es in diesem Gestrüpp verschiedene Quellen der Bildung des Bewuchses gibt, sondern auch dadurch, dass jedes Gestrüpp seinen Einfluss auf die äusseren physikalisch-chemischen Bedingungen der Existenz des erwähnten Bewuchses ausübt.

VIII. In der vertikalen Lagerung des Bewuchses sind zwei Hauptzonen zu unterscheiden: 1. Die Zone der intensiven Bildung des Bewuchses (die ersten 35—40 cm) und 2. die Zone der negativen Einwirkung des Bodens (von 40 cm und tiefer). In der ersten Zone gibt es eine Reihe von Schichten, die sich bedeutend von einander unterscheiden. Die obere Schicht (die ersten 10—15 cm) ist durch eine allmähliche Vergrösserung der Menge des Bewuchses in der Richtung zur Tiefe hin charakterisiert; die mittlere Schicht ist die Schicht der maximalen Entwicklung des Bewuchses (10—15 cm) und die untere (15—30 cm) ist die Schicht, in der wieder eine allmähliche Verarmung des Bewuchses stattfindet. Die Zone der Einwirkung des Bodens wird durch eine scharf ausgeprägte Verminderung der Anzahl aller Bionten und einer vollständigen Abwesenheit der sich anhaftenden Formen in der Biozönose (Tabelle VII) gekennzeichnet.

¹ Nach der Methode von Duplakoff (1925).

IX. Der Prozess der Besiedelung des Bewuchses verläuft sehr schnell. Die Qualitätsformierung des Bewuchses endet im Laufe eines Tages (24 Stunden). Im weiteren findet die Vergrößerung der Quantität statt, und dieser Prozess wird in 10 Tagen beendet. Nachdem beginnen die Fadenalgen die Mehrzahl anderer Gruppen zu verdrängen und der Bewuchs wird in Bezug auf die Quantität ärmer (Tabelle VIII). Auf einem zweimonatlichen Bewuchs ist schon eine grosse Anzahl abgestorbener Fadenalgen zu finden, die allmählich abfallen, was den verdrängten Formen von neuem zu erscheinen erlaubt, und der Bewuchs beginnt einen neuen Lebenszyklus.

Einige Momente aus der Entwicklungsgeschichte des Glubokoje Sees.

Von B. S. G r e s e.

Dem Autor standen zur Verfügung kartographische Materialien über den Glubokoje See für 136 Jahre: 1) Karte von 1770, 2) Karte von 1802 und 3) die von 1906. Alle 3 Karten, zu einem Massstab gebracht, sind auf Seite 43 angeführt.

Auf Seite 44 ist die komplizierte Karte angeführt, auf der die einzelnen Karten von Jahren 1770, 1802 und 1906 auf einander gelegt sind. Der Anschaulichkeit wegen ist auf dieser kombinierten Karte der Zwischenraum zwischen den Umrissen des Sees von Jahren 1770 und 1802 mit Tusche bedeckt, der Raum zwischen den Konturen 1802 und 1906 ist mit Tusche nicht schattiert.

Auf Grund der Untersuchung des kartographischen Materials kommt der Autor zu folgenden Schlussfolgerungen:

- 1) Die Seefläche verringerte sich während der 136 Jahre,
1770 betrug sie 66 ha 1290, 25 m²,
1802 betrug sie 60 ha 4043,25 m²,
1906 betrug sie 53 ha 9258,00 m².

Folglich verringerte sich die Seefläche in der Zeitperiode 1770—1802 um 5 ha 7247 m² und in der Periode 1802—1906 um 6 ha 4785,25 m². Das mittlere Anwachsen des Ufers für 1 Jahr während der Periode 1770—1802 ist 1788,29 m², während der Periode 1802—1906—622,72 m². Folglich ist das Verlandungstempo während der ersten 32 Jahre ungefähr dreimal so schnell, als in darauffolgenden 104 Jahren.

2) Wenn das Verlandungstempo des letzten Jahrhunderts auch fernerhin beibehalten wird, so muss der See ungefähr im Jahre 2750 ganz verschwinden.

3) Der Anwachsstreifen des Ufers betrifft hauptsächlich den westlichen Seeteil. Eine solche Verlandungsrichtung harmoniert vollkommen mit der herrschenden Windrichtung (nach dem Gesetz Klinge).

4) Besonders intensiv geht das Uferwachstum im südlichen Seeteile, sowie in der äussersten Westecke des Sees, die gegen 1906 völlig verschwindet. Wenn wir den gegenwärtigen Ufercharakter des Hauptbeckens sowie die Verteilung der Makrophyten in demselben in Betracht nehmen, so kann man zum Schluss kommen, dass das südliche Ufer infolge des Zu-oder Anwachsens der Verlandung geht, das süd-westliche und westliche Ufer dagegen zum

grössten Teile infolge des Bewachsens (Die Termini „Zu-oder Anwachsen“ und „Bewachsen“ wurden von Sukatschew in seiner Arbeit „Die Moore, ihre Bildung, Entwicklung und Eigenschaften“ 1926 eingeführt).

Die Hauptmasse der verlandeten Fläche des Nebenbeckens des Sees kommt auf das westliche Ufer und auf den Istra—Ausfluss. Die Verlandung geht auf dem Wege des Zu-oder Anwachsens. Es ist dabei eigentümlich, dass die Erscheinung des Zu-oder Anwachsens des Nebenbeckens des Sees im Gegenteil zu dem des Hauptbeckens späteren Herkunft ist und begann erst im vorigen Jahrhundert: von 1770 bis 1802 sind hier keine Veränderungen zu verzeichnen. Im Seeteile, der das Nebenbecken mit dem Hauptbecken vereinigt, findet man ein anderes Bild, seine Verlandung geht ununterbrochen vom Jahre 1770 an. Zwei von Westen und Osten zu einander gerichteten Keile schnüren deutlich diesen Seeteil ab, was anfangs keineswegs der Fall war.

Die Tiefenkarte von 1906 (N. Woronkoff und W. Troitzky. Die Aufnahme des Glubokoje Sees. Arbeiten der Hydrobiologischen Station am See Glubokoje. Bd. II. 1907) zeigt, dass grade zwischen zwei gegeneinander gelegenen und in Verlandung begriffenen Vorsprüngen, die den Seeteil, der den Hauptmit dem Nebenbecken vereinigt, zusammendrücken, eine Unterwasserbarre sich befindet. Diese Barre erleichtert unbestritten den Prozess des Bewachsens dieses Seeteils von der östlichen Seite her, wo z. Z. die Makrophyten mächtig vegetieren. Dem zu Folge müssen beide Vorsprünge aneinander zusammrücken, so dass das Nebenbecken zum selbständigen Becken wird, wenn die Verlandung längs dem ganzen Westufer zurückbleiben wird, und das ganze Nebenbecken nicht gleichzeitig völlig bedeckt wird.

Die Berechnung des linearen Zuwachsens dieser beiden Vorsprünge gibt die Ziffer 60 von jeder Seite für die ganze Periode 1770—1906 an. Wenn man die Grösse des Zuwachsens von beiden Ufern für dieselbe Zeitdauer auf den Durchmesser des das Haupt—mit dem Nebenbecken verbindenden Seeteiles berechnet, bekommt man das Verhältnis von 5:8. Wenn jetzt existierende Verhältnisse weiter beibehalten werden, so ist die Bewachung des Seeteiles, der die beiden Seebecken mit einander vereinigt, binnen kurzer Zeit zu erwarten.

6) Der Istra-Abfluss verschiebt sich immer weiter in der süd-östlichen Richtung in das Nebenbecken; es wird dabei auch seine allmähliche Bewachung zu konstatieren sein. Ein offener Abfluss, etwa so wie er auf den Karten 1770 und 1802 dargestellt wurde, existiert heutzutage nicht mehr.

Цена 2 р.

№530

A handwritten signature or set of initials in dark ink, consisting of several overlapping loops and curves, located on the right side of the page.

ЗФК
Г464

Научная библиотека МГУ



48984128