

Московское Общество Испытателей Природы.  
Société des Naturalistes de Moscou.

---

**ТРУДЫ**  
**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**  
**НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.**

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:  
А. В. РУМЯНЦЕВА и С. Н. ДУПЛАКОВА

*Том VI выпуск 2 и 3.*

---

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

herausgegeben unter der Redaktion von  
Dr. A. W. Rumjanzew und Dr. S. N. Duplakoff.

*Band VI. Heft 2 und 3.*

Московское Общество Испытателей Природы.  
Société des Naturalistes de Moscou.

---

**ТРУДЫ**  
**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**  
**НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ.**

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:  
А. В. РУМЯНЦЕВА и С. Н. ДУПЛАКОВА

*Том VI выпуск 2 и 3.*

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

herausgegeben unter der Redaktion von  
Dr. A. W. Rumjanzew und Dr. S. N. Duplakoff.

*Band VI. Heft 2 und 3.*

ЗФК  
Г 464

4

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
К. К. Гильзен.—Материалы по исследованию грунта Глубокого озера . . .	3
С. Н. Дуплаков.—Исследование процесса обрастания в Глубоком озере.	20
Г. С. Карзинкин.—Попытка практического разрешения понятия „биоценоз“ . . . . .	36
С. И. Кузнецов.—Результаты бактериологических исследований воды Глубокого озера . . . . .	46
С. И. Кузнецов и А. П. Щербаков.—К вопросу о распределении болотных микроорганизмов в зависимости от физико-химических свойств болотной воды . . . . .	54
А. П. Щербаков.—О горизонтальном распределении планктона на поверхности Глубокого озера в августе 1924 г. . . . .	63
Д. П. Филатов.—К механике развития хрусталика . . . . .	68
Б. В. Алешин.—Исследование хромидия Chlamydomphrys major Bělár . . .	71
А. А. Махотин.—Выживание плотвы и карася при различных концентрациях водородных ионов. . . . .	75

Inhaltsverzeichnis.

Hülsen, K. K.—Untersuchungen der Grundproben des Sees Glubokoje . . .	17
Duplakoff, S. N.—Untersuchungen am Bewuchs im See Glubokoje . . .	33
Karsinkin, G. S.—Versuch einer praktischen Lösung der Biocoenosenfrage	44
Kusnetzoff, S. I.—Die Bakteriologische Untersuchung des Wassers vom See Glubokoje . . . . .	52
Kusnetzoff, S. I. and Scherbakoff, A. P.—The distribution of microorganisms in the moor in conection with physico-chemical properties of moor water . . . . .	61
Scherbakoff, A. P.—On the horizontal distribution of plancton on the Surface of the lake Glubokoje im August 1924. . . . .	67
Filatow, D.—Zur Frage über Entwicklungsmechanik der Linse bei Amphibien . . . . .	69
Aleschin, B.—Untersuchung des Chromidium bei Chlamydomphrys major Bělár. . . . .	74
Machotin, A. Über den Einfluss aktiver Reaktion der Medien auf einige Süßwasserfische . . . . .	78

БИБЛИОТЕКА  
Московского Университета  
им. М. В. Ломоносова

н/б

298469 н/889

## Материалы по исследованию грунта озера Глубокого.

К. К. Гильзен.

### Предисловие.

Исследование образцов грунта озера Глубокого было начато К. К. Гильзеном в 1908 году <sup>1)</sup>. В начале ему пришлось работать над образцами или консервированными в формалине, или высушенными на воздухе. Только в 1912 году Н. В. Воронков, а в 1916 г. Б. С. Грезе, по его просьбе, отсылали в Ленинград по почте „свежие“ образцы в природном их состоянии и, кроме того, производили на месте необходимые наблюдения и определения при извлечении грунта со дна озера

Результаты обработки образцов грунта были присланы К. К. Гильзеном Станции, в виде нескольких самостоятельных статей, долженствовавших войти в VI том „Трудов Станции“, предполагавшийся к печатанию в 1917 году.

Однако, все увеличивавшаяся дороговизна и последовавшая революция, задержали печатание „Трудов Станции“ до 1923 г. Но и тогда, вследствие ограниченности отпущенных средств, работы К. К. Гильзена не могли быть напечатаны.

Приступая теперь к печатанию II-го выпуска VI тома „Трудов“, мы решили напечатать работы К. К. Гильзена, так как они представляют известный интерес, несмотря на долгий срок, прошедший с того момента, когда они были закончены.

Но, к сожалению, полностью напечатать их для Станции не представляется возможным, так как они все вместе занимают приблизительно 3½ печ. листа.

Да и едва ли напечатанные полностью они были бы более ценны, чем предлагаемый сокращенный их текст, в виде выводов общего характера. Дело в том, что карты, диаграммы и подробные таблицы анализов, которыми К. К. Гильзен всегда так обстоятельно иллюстрировал свои работы, были потеряны. Все рукописи Гильзена доставленные Станции С. Д. Муравейским, который получил их от С. А. Зернова, оказались без таблиц, а готовые клише были затеряны в Отделе Ихтиологии Р. О. А. Ж. и Р. Сокращение рукописей и сведение их в одну общую работу, разбитую на несколько глав, по предложению Совета Станции, любезно взял на себя С. Н. Дуплаков.

<sup>1)</sup> См. статьи того же автора в „Трудах Гидробиологической Станции на Глубоком озере“, т. IV 1912 г. и т. V—1913 г. и в „Русском Гидробиологическом Журнале“, т. I—1921 г.

Составленная им сводная статья, охватывающая несколько работ, печатается нами под заголовком общим для всех работ К. К. Гильзена по грунту Глубокого Озера: „Материалы по исследованию грунта Озера Глубокого“.

Печатаение без таблиц, диаграмм и карт несомненно невыгодно отражается на предлагаемой сводке, придавая ей скорее характер предварительного сообщения, чем основательно проработанного исследования.

Но мы все же решили печатать эту сводку, так как она естественно заканчивает и дополняет серию уже опубликованных работ автора по грунту Глубокого Озера.

К. К. Гильзен в своей работе стремился исследовать грунт со всех сторон и поэтому раздавал его образцы различным специалистам.

Так, определение количества гуминовых веществ и азота грунта К. К. Гильзен поручил Трусову, но результаты этого интересного исследования не могут быть напечатаны, так как из рукописи Трусова утеряно несколько страниц и, что самое главное, таблицы результатов анализов.

Заведующий Станцией А. В. Румянцев.

### III<sup>1)</sup>.

Внешние признаки и некоторые физические свойства образцов грунта в природном их состоянии и высушенных.

Цвет.—Определение цвета образцов из разных мест одного и того же озера часто дает возможность выяснить распространение разновидностей грунта на дне исследуемого озера.

Однако, высказаться определенно относительно цвета грунта иногда весьма затруднительно, так как это зависит от индивидуальной способности исследователя подмечать оттенки различных цветов.

По отношению грунта озера Глубокого, Гильзеном устанавливался его цвет на основании значительного числа образцов, которые он сравнивал с цветною шкалою, составленною для определения цвета воды и помещенною в книге: Paul Klincksieck et Th. Valette. Code des couleurs à l'usage des Naturaliste<sup>2)</sup>). Эта шкала, по мнению Гильзена, вполне пригодна и для определения разнообразных цветов и оттенков грунта озер.

Результаты определения оказались следующими:

1) „Светлый или серый ил“ из срединной и наиболее глубокой части озера, в природном состоянии был обычно „светло-коричневого цвета с серовато-оливковым оттенком“. По упомянутой шкале он соответствовал образцу цвета № 155.

2) Цвет грунта из промежуточной полосы дна озера, так называемого „коричневого ила“, в природном состоянии был „черновато-коричневый с очень легким оливковым оттенком“ и соответствовал по шкале образцу цвета № 115<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> I и II. См. „Труды Гидроб. Ст. на Глубок. оз.“, т. V, в. I—1913 г.

<sup>2)</sup> Paul Klincksieck et Th. Valette: Code des couleurs à l'usage des naturalistes, artistes, commercans et industriels. 720 échantillons de couleurs classés d'après la méthode Chevreul. Editeur Paul Klincksieck. Paris, rue Corneille, 3, 1908.

<sup>3)</sup> Цвет „коричневого ила“, смотря по месту залегания последнего, то более светлый, то более темный.

3) Грунт береговой полосы озера имеет изменчивый цвет; в некоторых местах он серовато-коричневый, в других—желтовато-светлорыжий, а местами темно-коричневый с черноватым оттенком<sup>1)</sup>.

Запах.—Запах только что извлеченного со дна „светлого ила“, по словам Н. В. Воронкова, легкий, не неприятный; ил не пахнет ни гнильностью, ни сероводородом.

По данным К. К. Гильзена запах, как „светлого“, так и „коричневого“ ила очень слаб и трудно сравним с каким-либо другим более известным запахом.

Реакция.—Реакция, определенная Гильзеном при помощи лакмуса, на 10-й день по извлечении ила оказалась:

1) для „светлого“ ила—слабо-кислая, 2) „коричневого“—кислая.

При определении на месте: 1) для „светлого ила“ (Б. С. Грезе)—ясно кислая, 2) для „коричневого“ (Н. В. Воронков)—нейтральная<sup>2)</sup>.

Консистенция. Извлеченный со дна „светлый“, а также „коричневый“ ил представлял собою густую, нежную и мягкую, как бы маслянистую на ощупь, сметано-подобную массу. При наклонном положении сосуда эта масса медленно передвигалась своею тяжестью по его стенкам<sup>3)</sup>.

Образцы-же грунта прибрежной зоны отличались от вышеуказанных своею плотностью (песчаные и сильно глинистые), или комковатостью на ощупь (образцы с большой примесью растительных остатков).

Вязкость и прилипаемость<sup>4)</sup> к посторонним предметам характерны и для „коричневого“ и для „светлого“ ила (при чем для последнего в несколько большей степени, чем для первого).

Грунт прибрежной зоны этих свойств или вовсе не обнаруживал, или лишь в слабой степени (образцы, взятые близ болотистых берегов).

Природная влагоемкость. Под природной влагоемкостью К. К. Гильзен подразумевает способность ила задерживать в себе воду, при полном его насыщении последней, не изменяя своей природной консистенции, в отличие от влагоемкости сухого образца того же ила с измененной уже структурой, вследствие высушивания.

Для выяснения природной влагоемкости К. К. Гильзен применял следующий способ.

Извлеченный драгой образец ила помещался в широкогорлую банку, которая заполнялась на половину ее объема и доливалась водою. Через неделю вода осторожно сливалась сифоном, а часть

<sup>1)</sup> По мнению С. М. Вислоух (Труды Гидроб. Станции на Глуб. оз., т. V, в. I, 1913 г.), „более светлая окраска ила отчасти зависит от преобладания в нем мелких кварцевых песчинок и оболочек диатомовых. Наоборот, более темная от преобладания бурых растительных остатков. Больше всего оболочек диатомовых в наиболее глубоких частях, растительных же остатков—в прибрежной полосе озера. Взаимной игрой этих двух факторов и обуславливаются различные оттенки окраски ила“.

<sup>2)</sup> Б. С. Грезе испытывал, кроме того, на месте 2 образца „светлого“ ила при помощи НС1 и свинцовой бумажки. Оказалось, что H<sub>2</sub>S в этих образцах не выделялся.

<sup>3)</sup> При промывке „серого ила“ с глубины 30 м, на сите, по словам Грезе „осталось много комочков, не поддавшихся раздавливанию пальцами“. Подобные комочки встречаются в грунте некоторых озер Витебской губ., придавая ему кашецеобразный вид. Эти комочки (величиной 5—8 мм. шаро- или яйцевидной формы), отличаются упругостью и неподатливостью при раздавливании. Природа, их пока не выяснена.

<sup>4)</sup> Определялась при помощи стеклянных палочек и пластины.

массы ила перекладывалась в фарфоровый тигелек. Последний, по наполнении, постукивается доньшком о стол для уплотнения содержимого; выступившая на поверхности ила вода снимается фильтровальной бумагой и тигелек взвешивается на чувствительных весах. Затем, тигелек, вместе с образцом, высушивается в водяной бане в продолжении суток при 30—50° С, а затем при 105—110° С, до неизменяемости своего веса. Т. о. определялось процентное содержание воды в образцах ила в природном его состоянии, по отношению высушенного при 105—110° С. Таким способом было определено содержание воды в двух образцах ила: „светлого“ с глуб. 28 mt. (№ 8—4. IX—1913) и „коричневого“ (№ 9—4. IX—1913 г.), на пятый день по извлечении их со дна.

Ряд повторных определений показал, что содержание воды в „светлом“ иле колебалось от 76,50% до 79,48%, в среднем же равнялось 78%; в „коричневом“ от 77,25 до 77,75% в среднем = 77%.

Удельный вес. Принимая образец грунта озера за самостоятельное природное тело К. К. Гильзен определил удельный вес образцов грунта в природном их состоянии и при естественной их консистенции. Для этой цели он пользовался обыкновенным пикнометром. Перед наполнением пикнометра образцом грунта с поверхности последнего пропускной бумагой снимается излишек воды. Когда пикнометр наполнен до краев, то вставляют в него пробку, причем излишек илистого полужидкого грунта вытесняется из пробки через капиллярную трубочку. Затем пикнометр с содержимым охлаждается (снег) до 0° С, вытирается и взвешивается.

Зная вес воды в том же объеме, получаем отношение веса образца к весу воды в одинаковых объемах, т. е. удельный вес грунта в природном состоянии.

Результаты определений были следующие:

I. Удельн. вес образца „светлого ила“

с глуб. 25 mt. 25. II. — 1916 г.

1-е определение. . . . .	1,195
2-е „ „ . . . . .	1,201
	Среднее . . . . .
	1,198

II. Удельн. вес образца „коричневого

ила“ (с глуб. 6 mt. от 26. II. 1916).

1-е определение. . . . .	1,141
2-е „ „ . . . . .	1,143
	Среднее . . . . .
	1,144

Из этих цифр видно, что удельный вес, как „светлого“, так и „коричневого“ ила в природном их состоянии очень небольшой, что объясняется огромным содержанием в них воды.

Теплопроводность <sup>1)</sup>. Для выяснения величины *K* „коэффициента теплопроводности“ был применен способ Кундта, отличающийся простотой и дающий возможность сравнивать *K* испытуемого вещества с теплопроводностью воды. Само исследование производилось следующим образом.

<sup>1)</sup> Исследование теплопроводности, а также радиоактивности образца светлого ила в природном состоянии произведено Гугманом. Испытание радиоактивности высушенного светлого ила—Коловрат-Червинским.

В пробирку, емкостью ок. 72 к. см., вставлялась, через пробку, более узкая и короткая пробирка емкостью ок. 11 к. см., в которую наливался эфир (3 к. см.); последняя пробирка также затыкалась пробкой, с проходящей через нее открытой стеклянной трубкой. Были взяты две такие двойные пробирки, причем промежутки между стенками пробирок заполнялись в одном случае дистиллированной водой, в другом — испытуемым илом в одинаковом тепловом состоянии.

Затем эти пробирки одновременно были погружены в горячую воду ( $90^{\circ}$  С), откуда теплота проводилась к эфиру (находящемуся во внутренних пробирках), в одном случае слое воды, а в другом — слое испытуемого ила.

При этом оказалось, что эфир начал кипеть через 20 сек. в пробирке с водой и только через 25 сек. в пробирке с илом. Кроме того, если зажечь пары эфира, выходящего из трубочек, то в первом случае пламя оказалось длиннее, чем во втором, что и доказывает, что  $K$  образца светлого ила меньше, чем  $K$  воды, для которой оно равняется 0,00124.

Радиоактивность. Радиоактивность сухих образцов исследовалась при помощи прибора Кловрат-Червинского <sup>1)</sup>. Испытанию подвергался высушенный образец светлого ила. В результате испытания радиоактивности не обнаружено.

Исследование на радиоактивность светлого ила в природном его состоянии было выполнено при помощи фонтактоскопа <sup>2)</sup> причем и в этом случае следов радиоактивности обнаружено не было.

Процесс высыхания образцов ила и связанное с ним изменение их признаков и свойств.

Процесс высыхания образцов ила при комнатной температуре идет чрезвычайно медленно. Содержащаяся в них вода, вероятно, тесно связана с их структурой, почему и испарение воды совершенно изменяет их внешний вид и свойства.

Желая выяснить, насколько высушивание образцов ила отражается на их первоначальном весе и объеме Гильзеном были поставлены ниже следующие опыты:

1) В небольшую чашечку было положено 24,85 грамма образца „светлого“ ила. После двухнедельного высушивания его при комнатной  $t^{\circ}$ , а впоследствии в водяной бане, при  $105-110^{\circ}$  С., вес образца уменьшился на 19,75 <sup>3)</sup> грамм, т.е. в 4,85 раз.

2) Для определения хотя бы приблизительно, степени уменьшения объема образца ила при высушивании были взяты две стеклянные баночки и наполнены на три четверти их объема образцами ила — одна „светлым“ (№ 8), другая „коричневым“ (№ 9). Уровень поверхностей обоих образцов отмечался на наружной стороне стекла баночек продольной чертой.

Через пять недель при комнатной  $t^{\circ}$  объем образца „светлого“ ила уменьшился в  $3\frac{1}{2}$  раза, а „коричневого“ — в 4 раза по отношению их первоначального объема <sup>4)</sup>. Высыхая, образцы делались более

<sup>1)</sup> См. описание в „Трудах радиевой экспедиции Академии Наук“, № 8.

<sup>2)</sup> Основы метеорологии“ А. Клоссовского, Одесса, 1914, стр. 468.

<sup>3)</sup> Образец заключал в себе  $79,47\%$  воды.

<sup>4)</sup> По имеющимся в литературе сведениям, объем одного из видов ила („Ду“) в Швеции, при высушивании образца его уменьшался до  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{10}$  части первоначального своего объема. (Hampus von Post. Studier öfver Nutidens Koprogena Jordbildingar, Gyttja, Dy, Torfoch Mulla. Kgl. Svenska Akad. Handlingar ny Fö'ljd. IV Band 1861/62. Stockholm. 1864).

плотными и пластичными, в особенности образец „светлого“ ила, из них можно было лепить фигуры. Вылепленные из светлого и коричневого ила небольшие кубики были оставлены для дальнейшей просушки; по прошествии десяти дней они сделались настолько твердыми, что при бросании об пол не ломались.

Испытание на раздробление их показало, что кубик, сделанный из „светлого“ ила, разрушился при нагрузке 6 пудов на 1 квадрат. сантиметр., а кубик из коричневого ила—при нагрузке всего 2-х пуд. <sup>1)</sup> на 1 кв. сант.

Из этих данных видно, что при высыхании полужидкого ила происходит процесс сцементирования его составных частей между собою в очень большой степени <sup>2)</sup>.

Все образцы грунта озера Глубокого, высыхая, несколько меняются в цвете. Так „светлый“ ил изменяется в светло-коричневый со слегка сероватым оттенком, а „коричневый“—в темно-коричневый или черновато-коричневый; образцы же береговой полосы в сухом виде, большею частью, коричневые—то более светлые, то более темные и разнообразных оттенков.

Удельный вес сухих образцов грунта определялся при помощи пикнометра (при 4° С), причем предварительно образцы высушивались в водяной бане при температуре 105° С. <sup>3)</sup>

Ниже приведены результаты определения 11 образцов грунта озера Глубокое <sup>4)</sup>.

„Светлый“ ил.	{	С глубины 25 метр. (25—П—1916 г.) . . . . .	2,298
		С глубины 28 метр. (№ 5). . . . .	2,378
		С глубины 24 метр. <sup>5)</sup> . . . . .	2,374
		В среднем . . . . .	2,350
„Коричневый ил.	{	С глубины 10 метр. (№ 8). . . . .	2,224
		С глубины 8 метр. (с северн. части озера № 7—1913). . . . .	2,109
		С глубины 6 метр (26—П—1916). . . . .	1,989
		В среднем . . . . .	2,107
Грунт береговой полосы.	{	„Глинистый“ ил. <sup>5)</sup> . . . . .	2,557
		„Зеленая масса“ <sup>5)</sup> . . . . .	2,556
		Образец № 5, с глуб. 3 метр. (крупнозерн. песок). . . . .	2,692
		Образец № 4, с глуб. 5 метр. (мелкопесчаный, с примесью растит. остатков). . . . .	2,380
		Образец № 1, с глуб. 3 метр. (очень богат. растит. остатк.). . . . .	1,997
		В среднем . . . . .	2,436

<sup>1)</sup> Испытание производилось на приборе фирмы Амслер (I. Amsler—Laffon и Sohn. Schaffhausen). К сожалению, испытано было только 2 кубика.

<sup>2)</sup> В виду этого свойства озерного ила, крестьяне некоторых деревень Бунинского уезда, Симбирской губ., пользуются им, с примесью соломы для изготовления кирпичей на постройку своих нежилых строений.

<sup>3)</sup> Способ определения описан в статье К. К. Гильзена: „Удельный вес образцов грунта озер и способ его определения“. Петроград. 1912 г.

<sup>4)</sup> Сравнить с удельным весом грунтов в природном их состоянии (см. выше).

<sup>5)</sup> Приведено в статье К. К. Гильзена „Исследование образцов грунта озера Глубокое, в Московской губ., Рузском уезде“. Труды Гидробиологич. станции на Глубоком озере. Том IV—1912 г., стр. 28.

IV.

Механический состав и физическое строение образцов  
грунта озера Глубокого.

Все анализы механического состава образцов грунта К. К. Гильзен производил по методу Осборна, применяемого для анализа наземных почв, изменив его лишь в некоторых деталях специально для исследования образцов грунта.

Относительно принятой Гильзеном классификации составных частиц грунта, по их величине, нужно заметить следующее:

Гильзен устанавливал 3 группы частиц:

I-я группа заключает в себе частицы величиною от 3 до 0,25 мм. и представляет из себя крупнозем, или скелет исследуемого образца. Сюда входят крупные минеральные зерна, а также остатки растений и животных. Эта группа, в свою очередь, подразделяется на 3 подгруппы, содержащие в себе частицы величиною: а) от 3 до 1 мм., б) от 1 до 0,5 мм. и в) от 0,5 мм. до 0,25 мм.

II-я группа—мелкозем и, преимущественно, мелкий песок, с частицами величиною 0,25—0,05 мм. Эта группа, вместе с ниже-следующей, составляет весь мелкозем исследуемого образца. Выделена она в отдельную группу вследствие того, что частицы менее 0,05 мм. резко отличаются от частиц II-й группы, как по своему характеру, так и по тому значению, какое они имеют для образования илистого грунта.

III-я группа—заключает в себе частицы менее 0,05 мм.; это ил, пыль, глина в физическом смысле и мельчайшие органические частицы—все они составляют иловатую часть грунта.

Третья группа подразделяется на две подгруппы:

а) с частицами величиною 0,05—0,01 мм. и б) с частицами менее 0,01 мм.

Эта классификация частиц не противоречит классификации, принятой Осборном при анализе наземных почв и, в то же время, дает при исследовании образцов грунта озер ясное представление о характере последних, подразделяя их на крупнозернистые, или крупноземные, мелкозернистые и илистые образцы.

Все образцы грунта из прибрежной зоны озера были присланы Гильзену в высушенном состоянии. Анализ их он производил по обычному способу, принятому для механического анализа сухого грунта и описанному им в „Инструкции для исследования озер“<sup>1)</sup>.

Что же касается грунта средней зоны („коричневый ил“) и срединной („светлый“ или „серый“, ил), то, кроме сухих и консервированных в формалине образцов, Гильзен исследовал два образца в свежем состоянии, присланные ему по почте в стеклянных банках, плотно закупоренных пробками. „Коричневый“ ил был извлечен с глубины 8 mt. (образец № 9), а „светлый“—с глубины 28 mt. (образец № 8).

Метод анализа<sup>2)</sup> свежих образцов был следующий: небольшое количество образца грунта, пропущенного сквозь сито с отверстиями в 3 мм., взвешивалось в маленьком стаканчике; затем его содержи-

1) Стр. 153. Русское Географич. Общество. Инструкция для исследования озер. 1908.

2) Так как над этими образцами К. К. Гильзен впервые произвел опыт определения механического состава грунта в его естественном состоянии и природной консистенции, то не лишне привести описание метода анализа.

мое осторожно смывалось струей воды из промывалки на сито с отверстиями в 1 мм. и собиралось вновь в подставленную под сито плоскую фарфоровую чашу. Разжиженный водой образец легко стекал в эту чашу, причем на сите задерживались частицы величиною более 1 мм. Накопившаяся в чаше вода с частицами менее 1 мм. сливалась через другое сито с отверстиями в 0,5 мм., задерживавшее на себе частицы более указанной величины; промытые же водою частицы меньшей величины собирались вновь в другую чашу. Частицы, застрявшие на первом сите, подвергались дальнейшей промывке под сильной струей воды из промывалки и путем продолжительного покачивания сита в чаше с водою. Растирание не допускалось и лишь изредка применялось легкое помешивание пальцем. Накопившаяся в чаше вода снова сливалась сквозь второе сито в поставленный под него сосуд; это делалось до тех пор, пока вода от промывки на первом сите, не получалась совершенно прозрачная, а дно чаши—без осадка. То же самое проделывалось с частицами во втором сите (с отв. 0,5 мм.) и затем в третьем (с отв. 0,25). Вода с частицами менее 0,25 мм., т.-е. та, которая получалась от промывки частиц в сите 0,25, собиралась в большой стакан. Дальнейший ход анализа одинаков с тем, который применяется для высушенных образцов<sup>1)</sup>.

В результате анализов всех образцов грунта Глубокого озера Гильзен приходит к следующим выводам:

I. Механический состав всех образцов грунта прибрежной зоны озера имеет много общего между собою, а именно:

1) Сравнительно малый процент содержания в них растительных остатков и вообще органических частиц в крупноземе. Это обстоятельство представляется на первый взгляд, довольно странным, так как мы знаем, что в грунте прибрежной части озера встречается большое количество крупных остатков древесины и частей растений, в виду чего можно было бы ожидать, что и анализ покажет большой процент содержания этих остатков в крупноземе прибрежных образцов, чем это оказалось на самом деле.

Однако, нужно принять во внимание, что попадающиеся в прибрежном грунте растительные остатки в большинстве еще мало изменены окружающей их средой, т.-е. они еще не успели разложиться, расщепиться и измельчиться, между тем, как при анализе принимаются в расчет лишь части их, величиною от 3 до 0,25 мм.

Наибольший процент органических веществ в крупноземе из всех прибрежных образцов, мы встречаем в образцах № 10, № 6 и № 15 (всего от 10 до 27%), т.-е. в грунте южного, западного и северо-западного берегов озера, охваченных болотом.

2) Содержание крупнозема во всех прибрежных образцах—сравнительно большое—в среднем более  $\frac{1}{3}$  всего состава частиц различной крупности, при чем в одном образце содержание его достигает до 70%, а в другом—уменьшается до 10%.

3) Характерный признак механического состава всех образцов прибрежной зоны—чрезвычайная бедность частицами величиною менее 0,01 мм.; этих мельчайших частиц содержится в среднем из

<sup>1)</sup> „Инструкции для исследования озер“, стр. 153.

<sup>2)</sup> К. К. Гильзен: „Исследование образцов грунта озера Глубокого и т. д.“ Труды Гидробиологич. Станц. на Глубоком озере, т. IV.

10 образцов всего 3,7%, при чем указанный процент колеблется в разных образцах между 0,7 и 7,7%.

4) Частицы величиной 0,25—0,05 мм. (II группа) представляющие собою, в данном случае, мелкий песок входят в состав всех прибрежных образцов в очень большом количестве, а именно, в среднем из 10 образцов—41%, причем в одном из образцов достигает 78%, а в другом падает до 22%.

Если мы сложим вместе, по отдельным образцам, количество составных частиц I-й и II-й группы (т.е. частицы величиною от 3 мм. до 0,05 мм.), то полученные числа покажут нам вполне определенно характер всех исследованных прибрежных образцов. Из 10-ти—7 заключают в своем составе частиц, указанной выше величины от 73% до 98% и только в 3-х образцах—всего 44—58%.

На основании всех приведенных данных можно прийти к заключению, что грунт прибрежной полосы Глубокого озера, по своему механическому составу не однообразен; он представляет собою местами крупно-зернистый, а местами мелкозернистый песок и лишь незначительная часть площади дна этой полосы покрыта грунтом, имеющим характер переходный к илистому. Повидимому, в виде супеси и легкого суглинка, в состав которых входят в большом количестве частицы III-й группы. („Пестрый ил“, образец № 6, „зеленая масса“ и „глинистый ил“<sup>1)</sup>).

II. Отличительными признаками физического состава „коричневого ила“ могут служить следующие его особенности:

1) Большое количество в „крупноземе“ растительных остатков (10%) и сравнительно малый % содержания в нем минеральных зерен (7%).

2) Большое количество частиц II группы (0,25—0,05 мм.)—45%.

3) Сравнительно большой процент содержания мельчайших частиц, величиною менее 0,01 мм. Эти особенности его физического состава, резко выделяют „коричневый“ ил из всех образцов прибрежного грунта и придают ему своеобразный характер“.

Благодаря большому содержанию в нем частиц II-й группы и мелкозема вообще, „коричневый“ ил необходимо причислить к мелкоземистому типу грунта, а значительное содержание в нем неразложившихся растительных остатков в крупноземе придают ему характер растительного ила. Таким образом, на основании приведенных данных можно сказать, что „коричневый“ ил представляет из себя растительно-мелкоземистый ил.

III. Физический состав „светлого“ („серого“) ила очень своеобразен и резко отличается от состава как „коричневого“ ила, так и от всех образцов грунта прибрежной полосы этого озера.

В составе „светлого“ ила почти отсутствует крупнозем и частицы II-й группы.

Его масса состоит почти исключительно из илистых элементов мелкозема, величиною от 0,05 мм. и менее (всего 98%), причем мельчайшие частицы менее 0,01 мм., в нем содержатся в очень большом количестве, составляющем около  $\frac{1}{3}$ , по весу всех составляющих его частиц.

Это типичный глубоководный ил.

<sup>1)</sup> См. статью Гильзена в „Трудах Гидроб. Станц. ма Глубоком озере“, т. IV.

Таким образом, механический анализ всех исследованных образцов дает возможность установить нахождение на дне Глубокого озера трех различных по своему физическому составу типов грунта, а именно: 1) грунт прибрежной полосы с несколькими разновидностями его 1), 2) „коричневый“ ил и 3) „светлый“ или „серый“ ил.

В заключение этой главы К. К. Гильзен останавливается на рассмотрении содержания крупнозема и мельчайших частиц грунта в различных частях дна озера.

Наибольшее количество крупнозема (от 26,5 до 70,5%, 2) содержится в грунте всей прибрежной полосы озера, за исключением небольшого пространства ее, близ северо-восточного берега, где крупнозема определено всего 10,4%.

Такое накопление крупных частиц в грунте ближайшей к берегу полосы дна объясняется тем, что смытые и занесенные с берега крупные минеральные зерна и осколки отлагаются, благодаря их величине и большому удельному весу, на дне по близости от места их падения в воду. При малой глубине и покатости дна, наиболее мелкие из этих минеральных частиц, впоследствии, постепенно передвигаются волнами несколько далее вглубь озера.

Растительный крупнозем грунта состоит преимущественно из обломков и обрывков прибрежно-водных, а также болотистых растений, растущих на заболоченных берегах озера; меньшую часть его составляют древесные остатки, семена, листья и другие части растительности, произрастающей на сухих, возвышенных берегах.

Части растений, равно, как и большинство животных остатков, попадают на дно озера, обычно, в пределах береговой полосы; здесь происходит некоторое измельчение их, как результат постоянного трения этих частиц друг о друга и о песчаный грунт, благодаря действию волн.

Кроме того жизнедеятельность животных и, в особенности, микроорганизмов, постепенно разрушает и разлагает эти остатки 3). Вследствие малого удельного веса растительных частиц и особенностей их формы, они легко переносятся, даже при легком движении воды, далее в озеро и отлагаются на дне его, на глубине 4—8 метров, образуя, вместе с минеральными частями, так называемый „коричневый ил“, характерный для промежуточной полосы дна озера, причем в составе его крупнозема, как показывали анализы, растительные частицы преобладают над минеральными.

При исследовании образцов грунта прибрежной полосы и „коричневого ила“ выяснилось, что растительные остатки береговой полосы, образующие здесь мелкую труху в большинстве случаев можно различить, выделить и даже определить, между тем как в „коричневом“ иле последние превратились уже в бесформенную массу, в которой только при помощи микроскопа возможно, по структуре отдельных комочков и мелких частичек, установить их растительное происхождение 4).

Ил срединной, наиболее глубокой части озера, так называемый „серый или светлый ил“, почти не содержит в себе частиц круп-

1) Об разновидностях прибрежного грунта см. статью К. К. Гильзена „Труды Гидроб. Станц. на Глубок. озере“, т. IV.

2) Количество крупнозема выражено в % по отношению к массе сухой пробы.

3) См. Е. И. Николаева и А. Ф. Сулима—К вопросу о микробной флоре и биохимических процессах озера Глубокое, „Труды Гидробиологической станции на Глубоком озере“, т. V, 1913, стр. 9.

4) Ст. К. Гильзена „Фитобиологические исследования образцов грунта озера Глубокого, произведенные С. М. Вислоухом и В. Н. Сукачевым.—там же, стр. 22.

нозема (всего только 0,9—2,1%), а те из них, которые изредка в нем встречаются, занесены, вероятно, в эту часть озера случайно и для характеристики „светлого“ ила никакого значения не имеют.

Из частиц других категорий, характеризующих механический состав грунта, наибольшее значение имеют частицы величиною 0,01 мм.

Большее или меньшее содержание их в составе грунта придает последнему или все свойства и признаки ила, или же приближает его к типу песчанистых отложений озерного дна.

Эти мельчайшие частицы, попадая в озеро из воздуха или путем смыва их с берегов не погружаются сразу на дно, а остаются в воде продолжительное время во взвешенном состоянии, передвигаясь при этом по озеру и лишь очень медленно опускаются все ниже и ниже, пока не достигнут дна и при том такой глубины, на которой движение воды, вызываемое поверхностными колебаниями ее, незначительно, или почти отсутствует.

Сопоставив результаты анализа различных образцов грунта, можно видеть постепенное обогащение частицами менее 0,01 мм. грунта по мере отдаления от берегов к середине озера, где имеется наибольшая глубина и где содержание названных частиц достигает максимума (32,2%).

#### V.

Минералогическое исследование образцов грунта, произведенное О. О. Баклундом.

Для подробного ознакомления с минералогическим составом песчаных образцов прибрежного грунта озера К. К. Гильзен обратился с просьбой к О. О. Баклунду произвести макро- и микроскопическое исследование нижеследующих трех образцов грунта озера Глубокого:

1) Образца № 11, с глубины 3—4 метров, близ юго-восточного берега.

2) Образца № 14, со дна близ северо-восточного берега, при переходе озера в залив, с той же глубины.

3) Образца № 15, из северо-западной прибрежной полосы дна озера, с глубины 3 метров.

Механический состав этих образцов, на основании произведенного К. К. Гильзеном анализа, следующий:

	Крупнозем.		Мелкозем.	
	I.	II.	II.	II.
	Частицы величиною 3—0,25 мм.	Частицы величин. 0,25—0,05 мм.	Частицы величиною менее 0,05 мм.	
Образец № 11 . . .	35,9%	47,1%	16,9%	
„ № 14 . . .	70,5%	27,8%	1,6%	
„ № 15 . . .	49,4%	39,3%	11,2%	

Как видно из приведенных данных, все эти три образца принадлежат к типу крупнозернистого песчаного грунта, с большей или меньшей примесью мелкого песка (27—47%). Вследствие содержания в них большого количества мелких растительных остатков, придающих образцам темносерый оттенок, цвет их, в сухом состоянии, серо-коричневый.

Ниже изложены результаты исследования этих образцов, произведенного О. О. Баклундом. Перечень минералов, содержащихся в каждом из образцов грунта, составлен в порядке по количеству содержания их в образцах, начиная с преобладающих, причем минералы, помещенные под чертой, в количественном отношении сильно уступают обозначенным над чертой.

Образец № 11. Мелкозернистый; зерна отчасти сильно окатаны.

Кварц.

Плагиоклаз (олигоклаз или андезит).

Эпидот.

Мусковит.

Калиевый полев. шпат (отчасти микроклин).

Аморфный кремнезем различного происхождения.

---

Зеленая роговая обманка.

Диопсид.

Циркон.

Апатит.

Турмалин.

Титанит.

Образец № 14. Крупное зерно.

Макроскопически:

Осколки аплитового гранита.

„ полевого шпата.

„ плотного кремня.

Кварц окатанный.

Микроскопически:

(Минералы сильно окатаны).

Пертитовый калиевый полев. шпат.

Кварц.

Микроклин.

Эпидот.

Плагиоклаз (олигоклаз).

---

Зеленая роговая обманка.

Хлорит.

Образец № 15. (Зерна сильно окатанные).

Кварц.

Плагиоклаз.

Эпидот.

Калиевый полевой шпат (микроклин).

Мусковит.

Аморфный кремнезем различного происхождения.

---

Зеленая роговая обманка.

Циркон.

Ромбический пироксен. (?)

Рудил.

Биотит.

Во всех этих образцах, по словам О. О. Баклунда, поражает отсутствие весьма стойких граната и ставролита, являющихся почти всегда характерными составными частями песков. Следует отметить также свежесть всех минералов, несмотря на их сильную окатанность; быть может, это происходит от того, что карбонаты, повидимому, совершенно отсутствуют (?) в образцах. Кремнезём, в образце № 14, весьма оригинален и очень сходен с тем, который происходит из каменноугольных отложений на Северной Двине, весьма богатых кремнистыми горизонтами и стяжениями.

---

Кроме образцов грунта прибрежной полосы озера К. К. Гильзен предоставил Баклунду еще два шлифа, приготовленные из высушенного образца „светлого ила“ № 5, извлеченного со дна срединной части озера, с глубины 28 метров<sup>1)</sup>).

Механический анализ этого ила показал, что он почти весь состоит из мелкозема; крупнозема в нем всего около 1%, частиц величиною 0,25—0,05 мм. также около 1%; все остальные частицы, около 98% величиною менее 0,05 мм.

Под микроскопом О. О. Баклунд установил содержание в образце следующих минералов:

листочки слюдянистого минерала.

кварц,

хлорит, (?)

плагноклаз и

---

2—3 зерна зеленой шпинели. (?)

Шпинель в глинистых отложениях весьма характерна в петрографическом отношении; ее следует однако считать остатковым минералом, как и кварц с полевым шпатом. Слюдистые минералы, быть может, отчасти являются новообразованием.

#### IV.

Содержание гумуса в грунте озера Глубокое.

Все, кому приходилось исследовать образцы грунта озера Глубокое, указывали на большое содержание в них органических веществ.

Общие данные по этому вопросу получены Н. В. Воронковым, производившим микроскопический анализ типичных образцов грунта еще в 1906 г.<sup>2)</sup>

---

1) Эти шлифы изготовлены фирмой Voigt und Hochgesang, Göttingen.

2) Съемка Гл. озера. Труды Станции, т. II, стр. 13—15.

В первоначальной работе К. К. Гильзена по исследованию грунта этого озера <sup>1)</sup> он приводит определение процентного содержания гумуса в двух образцах, а именно: в „пестром иле“ (прибрежный ил) — 3,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> и в „коричневом иле“ — 31,8<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Наконец, С. М. Вислоух <sup>2)</sup>, исследуя под микроскопом типичные образцы „светлого“ и „коричневого“ ила, а также берегового грунта озера Глубокого, нашел во всех этих трех образцах органический detritus в преобладающем количестве.

Эти данные заставили К. К. Гильзена обратить особенное внимание на распределение гумуса и на скопление его в разных частях дна Глубокого озера.

С этой целью, по его просьбе, были произведены в Минералогическом кабинете Ленинградского университета 18 анализов образцов грунта, извлеченных из разных мест дна этого озера.

Часть определенных <sup>0</sup>/<sub>100</sub>-ного содержания гумуса была произведена К. Горшениным и часть — В. Зильберминцем под общим руководством В. И. Искуля.

Определение процентного содержания органического вещества производилось по способу Густавсона, причем образцы предварительно высушивались при комнатной температуре. До производства анализа, образцы внимательно просматривались под увеличительным стеклом с целью удаления из них более крупных растительных и минеральных частиц.

Потеря при прокаливании вычислена на абсолютно-сухую навеску.

В результате анализов оказалось:

1) Количество содержания гумуса в образцах „светлого“ („серого“) ила довольно постоянно и колеблется всего лишь от 11 до 16 процентов, в среднем — 14,45<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

2) „Коричневый ил“ лежащий в промежуточной зоне, между прибрежной и срединной частью озера очень богат гумусом.

Из четырех образцов, только в одном оказалось 12,4<sup>9</sup>/<sub>100</sub> гумуса, в остальных же количество содержания его было 27,96<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, 36,25<sup>0</sup>/<sub>100</sub> и 47,30<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, а в среднем — 32,24<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. В виду этого К. К. Гильзен полагает, что первый образец неправильно причислен к типичному „коричневому илу“. Вероятно он принадлежит к „серому“ или переходному к серому илу, тем более, что он взят с глубины около 10 метров — недалеко от предполагаемой границы распространения коричневого и серого ила.

3) Наконец, из 10-ти образцов прибрежного ила выделяются 3 образца, содержащие от 17 до 18<sup>0</sup>/<sub>100</sub> гумуса. Последние извлечены со дна прибрежной полосы озера, близ южного, юго-западного и западного берегов, представляющих собою болото, которое в изобилии обогащает растительными остатками прилегающую к ним полосу дна озера. Остальные семь образцов заключают в себе от 1,84<sup>0</sup>/<sub>100</sub> до 6,82<sup>0</sup>/<sub>100</sub> гумуса, в среднем же 4,34<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

<sup>1)</sup> Труды Гидробиол. Станции. Том IV — 1912.

<sup>2)</sup> Труды Гидроб. Ст. Т. V — 1913.

## Untersuchungen der Grundproben des Sees Glubokoje.

K. K. H ü l s e n.

(Zusammenfassung nicht veröffentlichter Arbeiten von K. K. Hülsen auf Grund im Portefeuil der Station befindlicher Materialien zusammengestellt von S. N. Duplakoff). <sup>1)</sup>

### III.

Äussere Kennzeichen und einige physikalische Eigenschaften von Bodenproben des Sees Glubokoje im Natur- und getrocknetem Zustande.

Farbe. Die Farbe vom „hellen“ Schlamm (frische Probe) ist hellbraun mit gräulich—oliver Nuance (№ 155 der Skala Klinksieck et Valette).

Die Farbe vom „braunen“ Schlamm - ist schwarzbraun sehr leicht—olive nüanciert. (№ 115 derselben Skala).

Die Farbe des Bodens am Uferstreifen ist veränderlich: gräulich—braun, gelblich—hellbraun, stellenweise auch dunkelbraun mit schwärzlicher Nuance.

Der Geruch des „hellen“ als auch des „braunen“ Schlammes ist ein schwacher und nicht unangenehmer.

Reaction. Bei ihrer Bestimmung am Orte (durch B. S. Grese und N. W. Woronkoff) erwies sich letztere: 1) für den „hellen“ Schlamm—als eine evident saure, 2) für den „braunen“—als eine neutrale. Die Bestimmung wurde vermittelst Lacomus vollzogen.

Die Consistenz von „hellem“ und „braunem“ Schlamm ist eine dicke, rahmartige. Die Proben von Uferschlamm zeichnen sich durch Kompaktheit aus und sind manchmal klumpig beim Anföhlen.

Für den „hellen“ sowie auch für den „braunen“ Schlamm ist Zähigkeit Beschaffenheit und Ankleben an andere Gegenstände kennzeichnend.

Natürliche Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit — für „hellen“ Schlamm 78<sup>0</sup>%, für „braunen“—77<sup>0</sup>%.

Spezifisches Gewicht — für frische Proben „hellen“ Schlammes 1,198, „braunen“ Schlammes 1,144.

Das Wärmeleitungsvermögen wurde für den „hellen“ Schlamm nach dem Verfahren von Kundt festgestellt. Es erwies sich als etwas geringer als für das Wasser.

Die Radioaktivität. Es wurden daraufhin eine frische und eine ausgetrocknete Probe untersucht. Radioaktivität ist dabei nicht beobachtet worden.

Der Austrocknenprozess von Schlammproben. Schlammproben trocknen bei Stubentemperatur sehr langsam, „heller“ Schlamm wird beim Austrocknen 4,85 Mal leichter. Das Volumen des „hellen“ Schlammes wird dabei 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Mal des „braunen“ 4 Mal geringer. Beim Austrocknen cementiert der Schlamm stark; um einen ausgetrockneten Würfel hellen Schlammes zu zerdrücken, benötigte es einer Belastung von 96 kg auf 1 cm<sup>2</sup>; für „braunen“ Schlamm 32 kg auf 1 cm<sup>2</sup>.

Spezifisches Gewicht trockener Proben. Im Durchschnitt beträgt das spezifische Gewicht von „hellen“ Schlamm—2,350; von „braunen“ Schlamm—2,107; des Bodens des Uferstreifens—2,436.

<sup>1)</sup> I und II. Siehe „Arbeiten der Hydro-biologischen Station am Glubokoje See“ Bd. V H. 1—1913.



IV.

Mechanischer Bestand und physikalische Structur der Bodenproben des Sees Glubokoje.

Da bei dem Austrocknen die Bodenproben sich stark verändern, so hat Hülsen die Osbornsche Methode etwas modificiert, d. h. er hat noch nicht ausgetrocknete Proben durch kleine Sieben verschiedener Durchmesser ausgewaschen. Auf Grund von diesen Analysen kommt der Verfasser zu folgenden Ergebnissen:

1) der Boden des Uferstreifens ist seinem mechanischen Bestande nach kein einförmiger,—stellenweise ist es grobkörniger, stellenweise feinkörniger Sand, ein unbedeutender Teil des Uferstreifens ist mit einer Bodenform bedeckt die einen Uebergang zum Schlamm bildet.

2) Der „braune“ Schlamm ist ein vegetativer - feinerdiger Schlamm.

3) Der „helle“ Schlamm besteht fast ausschliesslich aus schlammigen Elementen feiner Erdeteilchen minder als 0,01 mm. Das ist ein typischer tiefwasser Schlamm.

Das grösste Quantum Groberde befindet sich im Boden des Uferstreifens des Sees, was der hier stattfindenden Ablagerung von grosskörnigen Mineralteilen, die vom Ufer angeschwemmt werden, entspricht.

Die Feinerde hat eine entgegengesetzte Verteilung indem sie an den tiefsten Stellen überwiegt.

V.

Mineralogische Untersuchung von Bodenproben, von O. O. Backlund veranstaltet.

Auf Bitte von K. K. Hülsen hat O. O. Backlund eine micro-und macroscopische Untersuchung von 3 Proben unternommen:

1) Probe № 11, beim süd—ost. Ufer von einer Tiefe von 3—4 m.

2) „ № 14, beim nord—ost. Ufer an der Uebergangsstelle des Sees zu einem Basen, dieselbe Tiefe.

3) Probe № 15, von der nordwestl. Uferstreifen des Bodens, von einer Tiefe von 3 m.

Alle drei Proben gehören dem Typus von grobkörnigem Sandboden, mit grösserer oder geringerer Beimischung von feinem Sande an (27—47<sup>0</sup>/<sub>0</sub>). Die Resultate der Analyse:

Probe № 11: Feinkörnig; die Körner sind vielfach sehr abgerundet. Constatirt: Plagioklas, Epidot, Muskovite, Quarz, Feldspat, Kieselerde in amorphen Zustand und in geringeren Quantitäten: grüne Hornblende, Diopsid, Zirkon, Apatit, Turmalin, Titanit.

Probe № 14: Größere Körner.

Macroscopisch: Scherben von Apliteus, Granit, Feldspat, festen Kieselstein, abgerundeter Quarz.

Microscopisch: Pertites, Kalifeldspat, Quarz, Microclin, Epidot, Plagioclas (Oligoclas), in kleineren Quantitäten: grüne Hornblende, Chlorit.

Probe № 15: Körner stark abgerundet.

Constatirt: Quarz, Plagioclas, Epidot, Kalifeldspat (Microclin, Muscovit, ungeformte Kieselerde. In kleineren Quantitäten: grüne Hornblende.

Ausser den Proben des Uferbodens hat O. O. Backlund noch 2 Schliffen von „hellen“ Schlamm von einer Tiefe von 28 m. untersucht.

Microscopisch wurden dabei vorgefunden: Blättchen eines glimmerartigen Mineralis, Quarz, Chlorit (?), Plagioclase und 2—3 Körnchen grüner Spinell.

## VI.

### Humusgehalt im Boden des Sees Glubokoje.

Auf Ersuchen von K. K. Hülsen wurden im Mineralogischen Kabinett der Leningrader Universität 18 Analysen von Bodenproben, die an verschiedenen Stellen des Sees entnommen waren, veranstaltet.

Als Ergebniss der Analysen stellte sich heraus:

- 1) Humusgehalt im „hellen“ Schlamm im Durchschnitt 14, 45<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.
- 2) „ „ „braunen“ „ „ „ 32, 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.
- 3) „ „ in der Mehrzahl der Uferbodenproben nicht bedeutend von 1,84<sup>0</sup>/<sub>0</sub> bis 6,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, im Durchschnitt—4,34<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Nur bei 3 Proben, die der Uferzone des Süd, Westsüd und Süd—Ufers entnommen waren, welche einen Sumpf vorstellen, erwies sich das Gehalt des Humus von 17 bis 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Die grösste Ansammlung von organischem Stoff geht also in den Grenzen der ringartigen Anhäufung von „braunem“ Schlamm vor sich. Zu der Richtung nach dem Ufer und dem Centrum zu verringert sich die Quantität des Humus.

## Исследование процесса обрастания в Глубоком озере.

С. Н. Дуплаков.

Систематическое изучение процесса обрастания началось сравнительно недавно, а именно, с 1916 года, когда Hentschel<sup>1)</sup> выпустил свою большую работу по исследованию обрастаний в Гамбургской гавани. Помимо целого ряда анализов обрастаний различных предметов, введенных в воду человеком, Hentschel, значительное место в работе отводит экспериментальным исследованиям. Опуская в воду на различных глубинах и в разных пунктах Гамбургской гавани пластинки из дерева, стекла и аспидные дощечки, он регистрировал время появления на них тех или иных животных и растений, а путем сравнения обрастаний в различных пунктах получал материал для суждения о влиянии на обрастания физико-химических условий среды.

После этого исследования в печати появился ряд других работ по исследованию обрастаний. Таковы дальнейшие работы Hentschel'я<sup>2)</sup>; работы Holm'a<sup>3)</sup>, Parker'a<sup>4)</sup>, Лигнау<sup>5)</sup>, Дьяконова<sup>6)</sup>, Вороникина<sup>7)</sup>. Однако, все они касаются лишь обрастаний в морях и реках. Мы до сих пор почти ничего не знаем об обрастании в озерах.

При исследовании этих водоемов главное внимание обычно уделяется планктону и за последнее время также донной фауне. Между тем, вряд ли приходится говорить о том, что изучением обрастаний мы значительно пополняем общую биологическую картину данного озера.

Помимо этого, конечно, многие озера представляются весьма удобными для постановки экспериментальных исследований процесса обрастания. Эти исследования, как нам кажется, имеют большой интерес, так как они могут дать ценный материал для суждения о

1) Hentschel.—Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen, Mitt. aus dem Zoologischen Museum. Hamburg. Bd. XXXIII—1916.

2) Он же.—Über den Bewuchs auf den treibenden Tangen der Sargassosee.—Ibid Bd. XXXVIII—1922.

Он же.—Der Bewuchs an Seenschiffen—Intern. Revue Hydrob. und. Hydrogr. Bd. XI. N. 3/4.—1923.

Он же.—Das Werden und Vergehen des Bewuchses an Seenschiffen—Mitt. aus dem Zoolog. Museum. Hamburg Bd. XLI.

3) Holm.—Über die Suctorien der Elbe bei Hamburg u.s.w.—Diss. Hamburg. 1921.

4) Parker.—The Growth of Marine Animals on Submerged Metals—Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory. XLVII—1924.

5) Лигнау.—Процесс обрастания в море.—Русск. Гидроб. журн., т. III № 11—12 и т. IV № 1—2, 1924 и 1925 гг.

6) Дьяконов.—Некоторые наблюдения над обрастанием пароходов нижней Волги.—Труды Волжской Биологическ. Станц. Т. VIII, № 1—3, 1925 г.

7) Вороникин.—К познанию перифитона р. Волги—там же.

зависимости между теми или иными животными и растениями и окружающими их физико-химическими условиями среды и, кроме того, они также могут помочь выяснить ту или иную биологическую связь между отдельными компонентами биоценозов.

Конечно, имеющийся пока в литературе материал слишком еще мал, чтобы строить какие-нибудь на этот счет обобщающие выводы, но, нам кажется, что накопление подобного материала в будущем значительно подвинет нас по пути достижения ясного толкования понятия „биоценоз“.

---

Изучение обрастаний в Глубоком озере было начато нами в 1923 году. В течение лета был произведен анализ биоценозов на различных, погруженных в воду предметах, как то: затопленных лодках, сваях мостков, шестах воткнутых в дно, поваленных деревьях и проч., в нескольких пунктах прибрежной зоны озера. Эти анализы установили, прежде всего, слабое развитие обрастаний в Глубоком озере в количественном отношении при достаточно богатом качественном составе. Далее было выяснено, что в составе обрастаний в прибрежной зоне водоросли всегда преобладали над животными. Руководящими формами были, обычно, различные нитчатки. Кроме того было констатировано, что в типичных чертах, изученные биоценозы были весьма устойчивы в течение всего летнего периода.

Помимо указанных анализов обрастаний, в том же году, были начаты экспериментальные исследования процесса обрастания, направленные в сторону изучения влияния различных факторов на состав и характер биоценозов, как то: влияния берега, качества субстрата, глубины и т. д. Эти немногочисленные предварительные опыты, весьма несовершенные по методике, все же дали достаточно интересные данные<sup>1)</sup> и, главное, наметили пути дальнейшей работы. В 1924 году мы продолжали экспериментальную часть исследования, уточнив методику введением количественного учета процесса. Настоящая статья и является сводкой результатов работы 1924 г.

Исследования обрастаний в Глубоком озере продолжается нами и в текущем году и, вероятно, будет продолжено и на будущее время. Поэтому в настоящей статье, носящей предварительный характер, мы оставляем пока в стороне всю систематическую часть и лишь вкратце останавливаемся на некоторых данных, имеющих общебиологический интерес. Прежде чем переходить к изложению результатов работы, необходимо остановиться несколько на методике. В 1923 году мы вели наблюдения над обрастанием деревянных и железных дощечек. В 1924 году объектом исследования было обрастание предметных стекол. Последние укреплялись на хорошо выструганных дощечках, величиною с книгу, при помощи обыкновенных (канцелярских) кнопок. Стекла укладывались на дощечке вплотную друг к другу, и между каждыми двумя соседними стеклами втыкалась одна кнопка; следовательно, шляпка ее прикасалась к обоим стеклам и при этом каждое стекло удерживалось двумя кнопками<sup>2)</sup>. Такое укрепление для наших целей было вполне доста-

---

<sup>1)</sup> См. С. Н. Дулаков. „К изучению биоценозов подводных предметов“. Русск. Гидробиолог. Журн., т. IV, № 1—2, 1925 г.

<sup>2)</sup> Главным образом не шляпками, а ножками кнопок, которые вплотную прижимались к краям стекол.

точным; случаев выпадения стекол почти не было. Для того, чтобы кнопки не ржавели и не оставляли ржавчины на стеклах они перед употреблением опускались в растопленную смесь воска ( $\frac{1}{3}$ ) с парафином ( $\frac{2}{3}$ ). Застывая, эта смесь покрывала металл тонким, но стойким, вполне водонепроницаемым слоем. Дошечки со стеклами укреплялись в воде в различных пунктах озера. Всего было установлено 2 пункта наблюдений в прибрежной зоне и 6 пунктов в открытой, пелагической части озера. Эти последние располагались на различном расстоянии от берега на прямой, соединяющей вост. берег с серединой озера:

Пункт № 1—	расстоян. от берега	45 мт.;	глубина в этом месте	3 мт.
„ № 2—	„ „ „	60 „	„ „ „	4 „
„ № 3—	„ „ „	100 „	„ „ „	5 „
„ № 4—	„ „ „	190 „	„ „ „	10 „
„ № 5—	„ „ „	300 „	„ „ „	15 „
„ № 6—	центр озера	„ 500 „	„ „ „	„ 30 „

В пунктах №№ 1—5 было по 2 дощечки в каждом; одна у поверхности воды и другая на расстоянии  $\frac{1}{2}$  мт. от дна. В пункте № 6 дощечки были фиксированы: у поверхн., на глуб. 1 мт., 3 мт., 5 мт., 10 мт., 15 мт. и 25 мт. Во всех 6-ти пунктах пелагической части озера дощечки укреплялись таким образом, что их плоскость была перпендикулярна поверхности воды; укрепление осуществлялось при помощи просмоленной бичевоы с грузом у дна и устойчивым поплавком на поверхности воды. За всеми установками велось более или менее периодические наблюдения (с конца VI до начала X). С дощечки снималось стекло и обрастание в свежем виде, в чашке с водою, анализировалось под микроскопом. Помимо качественного, постоянно производился количественный учет организмов, отдельно для каждого вида, причем для подсчета под исследуемое стекло подкладывалось другое, разграфленое алмазом на клеточки, с таким расчетом, чтобы каждая из них могла поместиться в поле зрения микроскопа при слабом увеличении. Прежде всего подсчитывались мелкие, движущиеся организмы (свободные инфузории и колловратки). Благодаря движению, часто очень энергичному, их подсчет было особенно затруднителен. Чтобы получить наиболее близкие к истине цифры, мы поступали следующим образом: в поле зрения, по возможности, быстро подсчитывался какой нибудь один вид; затем чашка со стеклом передвигалась через несколько клеточек и тот же вид подсчитывался в новом поле зрения. Прюделав такой подсчет несколько раз, мы брали среднюю. В дальнейшем, также подсчитывался другой, третий вид и т. д. Подсчет крупных движущихся форм: *Turbellaria*, крупн. *Rotatoria*, *Cladocera* не представлял затруднения и легко производился под лупой. Наконец, учет прикрепленных форм встречал затруднения лишь в случае анализа старого, пышного обрастания. В таком случае иногда приходилось снимать часть его со стекла и разбавив водою, просчитывать некоторые формы отдельно, или же отказываться от подсчета совершенно. При регистрации колониальных диатомей (*Cymbella*, *Gomphonema*) и *Peritricha* за единицы принимались отдельные особи. Для остальных колониальных форм цифры показывают число колоний. Вначале процесса обрастания мы подсчитывали целое стекло, иногда 2; в дальнейшем приходилось ограничиваться половиной и, наконец, четвертью его. При сводке результатов все цифры пересчитывались на 100 кв. сант. поверхности субстрата.

Обратимся теперь к рассмотрению результатов наблюдений.

1. Наблюдения над установками в прибрежной зоне имели целью, по возможности, детально проследить процесс заселения субстрата после опускания его в воду. Имелось в виду установить скорость процесса обрастания, порядок появления на субстрате различных форм, количественные взаимоотношения между различными группами и отдельными формами, в некоторых случаях рост тех, или иных организмов, влияние качества субстрата на характер процесса обрастания и, наконец, в общих чертах, влияние интенсивности света.

Для большей уверенности в правильности полученных результатов, мы производили длительные наблюдения одновременно в 2-х участках прибрежной зоны, находившихся в 200 м. друг от друга, у восточного берега. Помимо этого, для контроля наиболее интересного периода процесса обрастания, именно, его начала, когда можно установить порядок появления на субстрате различных форм, было произведено несколько краткосрочных дополнительных наблюдений в различных пунктах прибрежной зоны. Все исследования, с небольшими вариациями, дали сходную картину. Для примера берем результаты наблюдений над одной из основных установок (Уст. № 1, вост. берег)<sup>1)</sup>.

Процесс заселения стекол начинается, повидимому, почти тотчас-же после опускания их в воду. Во всяком случае, уже через 24 часа, анализ обнаруживает на них, правда, в ничтожных количествах присутствие первых поселенцев. На стеклах, опущенных утром 7/VII, утром же 8/VII были обнаружены:

Одноклет. проростки <i>Oedogonium</i> sp. . . . .	5 экз.	} на 100 см <sup>2</sup> .
Одноклет. проростки <i>Bulbochaete</i> sp. . . . .	10 экз.	
<i>Cosmarium ornata</i> . . . . .	5 „	
<i>Nassula lateritia</i> . . . . .	15 „	
<i>Vorticella</i> sp' . . . . .	5 „	
Яйца <i>Turbellaria</i> . . . . .	10 „	

9. VII перечисленные формы почти не увеличились в количестве особей, но к ним прибавились некоторые новые виды:

<i>Cosmarium margaritifерum</i> . . . . .	5 экз.	} на 100 см <sup>2</sup> .
<i>Scenedesmus caudatus</i> . . . . .	10 „	
<i>Trachelomonas volvocina</i> . . . . .	10 „	
<i>Aspidisca costata</i> . . . . .	20 „	

Наряду с однокл. прор. *Oedogonium* и *Bulbochaete* встречались их мелкие проростки из 2 клеток.

10. VII количество *Oedogonium* и *Bulbochaete* заметно возросло: первой до 30. второй до 40 экз. на 100 см<sup>2</sup>, причем, кроме одно и двухклеточных проростков попадались уже молодые растеньица в 3—4 и 5 клеток; *Bulbochaete* начала ветвиться. Из других нитчатых впервые зарегистрированы *Spirogуга* (5 экз. на 100 см<sup>2</sup>). В противоположность *Oedogonium* и *Bulbochaete*, появляющимся на субстрате всегда в виде проростков, *Spirogуга* попадает сюда уже в виде многоклеточных нитей. Увеличилось количество видов и особей других зеленых водо-

<sup>1)</sup> Стекла укреплены таким образом, что их плоскость параллельна поверхности воды.

рослей: *Cosmarium* насчитывалось вместо 2-х—4 вида, с общим числом особей 225 на 100 кв. см. Появились:

<i>Closterium Laibleinii</i> . . . . .	10 экз.	} на 100 см <sup>2</sup> .
<i>Staurastrum</i> sp. . . . .	25 "	
<i>Coleochaete scutata</i> в виде маленьких проростков с 1-й щетинкой. . . . .	35 "	
<i>Chlorobotris</i> (?) . . . . .	40 "	

В прежнем количестве остались: *Scenedesmus caudatus* и *Trachelomonas volvocina*. Среди животных без изменения: *Aspidisca costata*. Количество *Vorticella* увеличилось до 15 экз., *Nassula* до 102 на 100 см<sup>2</sup>.

Появились:

<i>Stentor polymorphus</i> . . . . .	15
<i>Cothurnia</i> sp. . . . .	40
<i>Turbellaria</i> . . . . .	15
Лич. <i>Chironomidae</i> . . . . .	5
<i>Sida crystallina</i> . . . . .	5

Таков ход процесса обрастания стекла в течение первых трех суток. Если подсчитать общее количество видов и особей зарегистрированных за этот период, то мы получим следующие цифры:

Нитчатых зеленых водорослей. . . . .	3 вида	75 экз.
Прочих " " . . . . .	9 "	345 "
Жгутиковых . . . . .	1 "	10 "

Всего водорослей. . . 13 видов 430 экз.

Простейших (кроме жгутик).. . . . .	5 "	192 "
<i>Turbellaria</i> . . . . .	1 "	15 "
Ракообразных. . . . .	1 "	5 "
Лич. <i>Chironomidae</i> . . . . .	1 "	5 "

Всего животных . . . 9 видов 217 экз.

Эти цифры очень характерны. Они показывают, во-первых, что при обрастании стекла в прибрежной зоне Глубокого озера летом первыми поселенцами на нем являются зеленые водоросли среди растений и простейшие, среди животных. Вслед за простейшими поселяются *Turbellaria*, личинки *Chironomidae* и ракообразные. Во-вторых, из этих цифр видно, что водоросли с самого начала процесса обрастания в прибрежной полосе захватывают господствующее положение над животными.

Беря анализ 12 VII, т.е. через 5 суток после погружения стекол в воду, мы замечаем небольшое увеличение общего числа особей прежде отмеченных форм. Из новых видов зарегистрированы первые диатомеи: *Cymbella* в колич. 26 экз. на 100 см<sup>2</sup>.

15. VII присоединяются: Из растений: *Gomphonema*, *Synedra*, *Navicula*, *Peridinium*, *Cosmarium*—3 вида, *Pleurotaenium*, *Pediastrum Boryanum*, *Closterium moniliferum*, *Chaetopeltis orbicularis*, *Coleochaete soluta*, *Mougeotia* (кажд. в колич. 5—25 экз. на 100 см<sup>2</sup>). Из животных: *Graptoleberis testudinaria*, *Alona costata*, *Euplotes haron* и первые *Rotatoria* (*Diur. porcellus*, *Rot. vulgaris*) в колич. 5 экз. на 100 см<sup>2</sup>

кажд. Прежде зарегистрированные виды значительно увеличились в количестве особей. Заметно выросли нитчатые водоросли: *Oedogonium* образует довольно длинные нити, *Bulbochaete* сильно-ветвящиеся кустики. Проростки *Coleochaete scutata* увеличили диаметр за 5 суток в 6—7 раз. Общая картина обрастания по группам организмов представляется в следующем виде:

Нитчатые зеленые водоросли. . . . .	4 вида	202 экз.	} на 100 см <sup>2</sup> поверхн.
Прочие „ „ „ „ . . . . .	17 „	721 „	
Диатомовые. . . . .	4 „	434 „	
Жгутиковые. . . . .	2 „	16 „	
Всего водорослей. . . . .	27 „	1373 экз.	
Простейшие . . . . .	6 „	192 „	} по верхн.
<i>Turbellaria</i> . . . . .	2 „	15 „	
Ракообразные. . . . .	3 „	31 „	
Лич. <i>Chironomidae</i> . . . . .	2 „	10 „	
<i>Rotatoria</i> . . . . .	2 „	31 „	
Всего животн. . . . .	15 „	279 экз.	

Рассматривая, наконец, результаты анализа 19. VII мы замечаем, что качественный состав водорослей уже не меняется; констатируется лишь их количественное усиление. К составу животной части населения формирующегося биоценоза прибавляется 7 новых видов коловраток: *Monostyla bulla*, *Diaschiza exigua*, *Metopidia lepadella*, *Pterodina patina*, *Euchlanis triquetra*, *Melicerta janus*, *Cathypna luna*, но выпадает *Diurella porcellus*. Впервые появляются *Oligochaeta* (*Stylaria lac.*, *Ripistes*, *Aeolosoma*) Все вновь отмеченные формы в незначительных количествах (5—10 экз. на 100 см<sup>2</sup> пов. субстр.).

Общее число зарегистрированных в этот день:

растений 27 видов. . . . .	3550 экз.	На 100 см <sup>2</sup>
животных 25 видов. . . . .	430 „	пов. субст.

На этом, в сущности говоря, заканчивается качественное формирование биоценоза. Сравнивая видовой состав обрастания стекла 19/VII с составом уже сформировавшихся биоценозов подводных предметов в данном участке озера, мы не находим между ними существенной разницы. Поэтому первый период процесса (в нашем примере 7.VII—19.VII), продолжительностью в 10—12 дней, мы назовем периодом качественного формирования биоценоза. К концу этого срока все руководящие и наиболее типичные формы для обрастаний данного участка озера можно констатировать в составе вновь формирующегося биоценоза.

Насколько же можно судить из приведенных выше цифр (и помещенной ниже таблицы № 1), в количественном отношении формирующийся биоценоз пока еще очень беден. Многие формы попадают в совершенно ничтожных количествах (5—10 экз. на 100 см<sup>2</sup>). На-глаз, налет на стекле почти не заметен; он ощущается лишь на ощупь: стекло как бы покрыто тонким слоем слизи.

В дальнейшем наступает II период процесса, который мы называем периодом количественного формирования биоценоза и который

длится до конца летнего времени. Уже к концу 1-го периода, но яснее с начала этого периода часть форм, а именно:

Oedogonium sp.	Gomphonema sp.
Bulbochaete sp.	Synedra sp.
Spirogyra sp.	Vorticella spp.
Cosmarium Botrytis.	Nassula lateritia.
„ quadratum.	Cothurnia sp.
„ margaritif,	Лич. Chironomidae (Glyptotendipes и Endochironomus гр. Nymphoides).
Clorobotris (?).	

увеличиваясь в количественном отношении, захватывают господствующее положение. Это группа руководящих форм. Среди них на первом месте стоят нитчатки, а впоследствии диатомей<sup>1)</sup>.

Животных по сравнению с водорослями очень немного. (Среди них главную роль играют простейшие). Остальная, значительно большая часть организмов биоценоза, попрежнему встречается в небольшом количестве особей, или же усиливается очень медленно. Это— группа подчиненных компонентов.

Налет на стеклах делается все более и более мощным и в этом направлении процесс идет до конца лета. Качественный состав биоценоза в течение всего II-го периода в типичных чертах остается неизменным. Конечно, иногда наблюдается выпадение некоторых форм, и, с другой стороны, появление новых организмов, но все эти случаи касаются лишь второстепенных форм; все же руководящие и наиболее типичные организмы неизменно регистрируются при каждом анализе. С осени (начало октября) начинается обеднение биоценозов и в качественном и в колич. отношениях; порядок выпадения форм пока нами не установлен.

Чтобы полнее иллюстрировать количественную сторону процесса обрастания в прибрежной зоне, мы приводим некоторые цифровые данные, которые относятся к наблюдениям над установкой № 1, о которой все время шла речь (стекла находились на поверхности доски, обращенной к поверхн. воды; субстрат опущен в воду 7. VII 1924 года. Цифры приведены к 100 см<sup>2</sup> пов. (Таблица № 1.)

На таблице наглядно видно, что темп обрастания растительной части биоценоза значительно быстрее, чем животной. Животные все время играют в количественном отношении второстепенную роль, особенно с начала II периода (25. VII.).

После 7. VIII растений на стекле было так много, что за недостатком времени, мы принуждены были отказаться от подсчета их; в сентябре-же месяце (начало) налет на стеклах был настолько обилён, что подсчет был вообще совершенно невозможен. Мы, однако, продолжали все время наблюдения качественного характера и учитывали точно только те организмы, для которых это было возможно.

Эти наблюдения, как уже указано выше, установили непрерывно-быстрый рост числа водорослей, и слабый рост количества жи-

<sup>1)</sup> По числу особей (при подсчете для диатомей за единицу принималась особь, а для нитчаток—нить). По объему же, та часть налета на стекле, которая составлена нитчатками всегда обильнее, чем составленная диатомеями.

Т а б л и ц а № 1. (Tab. № 1).

	8/VII	10/VII	12/VII	15/VII	19/VII	25/VII	28/VII	1/VIII	7/VIII
Grüne Fadenalgen. Нитчатые зелен водор.	15	75	102	202	340	551	419	912	216
Andere grüne Algen Прочие зелен. водор. .	5	345	359	721	1.001	10.616	14.538	5.552	масса
Flagellata . . . . .	—	10	16	16	10	15	—	—	24
Diatomaceae. . . . .	—	—	26	434	2.199	4.019	23.232	33.650	55.442
Всего водоросл. Summe.	20	430	503	1.373	3.550	15.201	38.189	40.114	больш. 55.682
Protozoa . . . . .	20	192	207	192	293	250	1.371	106	55
Rotatoria. . . . .	—	—	—	31	56	97	196	176	148
Gastrotricha. . . . .	—	—	—	—	5	5	5	16	6
Turbellaria. . . . .	—	15	5	15	15	15	70	—	168
Oligochaeta . . . . .	—	—	—	—	15	—	32	—	15
Cladocera. . . . .	—	5	16	31	36	55	98	64	5
Лич. Chironomidae . .	—	5	5	10	10	26	41	240	340
Всего животн. Summe..	20	217	233	279	430	448	1.813	602	737

вотных. Мы склонны думать, что слабое развитие многих животных на субстрате, главным образом сидячих, как, например, *Vorticella*, *Asineta* и др., является следствием очень пышного развития водорослей. Повидимому, эти две группы организмов являются в биоценозе антагонистами, причем наиболее сильными из них являются водоросли. Подтверждение этого предположения мы усматриваем в результатах некоторых наблюдений, о которых речь будет ниже.

Все сказанное до сих пор относится к обрастанию стекол, укрепленных на плоскости дощечки, обращенной к поверхности воды. В общих чертах почти также протекает процесс обрастания стекол, укрепленных на дощечках, плоскость которых была перпендикулярна к поверхности воды.

Изложенное о наблюдениях над обрастанием стекол в прибрежной зоне мы резюмируем следующим образом:

Процесс обрастания субстрата (стекла) в прибрежной зоне Глубокого озера летом складывается из 2-х периодов: 1 период, 10—12 дней, мы называем периодом качественного формирования биоценоза. К концу этого срока на субстрате можно констатировать все формы, типичные для биоценоза обрастаний данного участка озера, но пока в малых количествах особей каждого вида. При этом первыми поселенцами на стекле являются зеленые водоросли, именно *Oedogonium*, *Bulbochaete* и, обычно, *Cosmarium*, а также некоторые простейшие (чаще всего *Nassula lateritia*, *Vorticella*). Эти формы можно констатировать через сутки после опускания стекла в воду. Через двое суток к перечисленным формам присоединяются, кроме нескольких видов зеленых водорослей и простейших, Лич. *Chironomidae*, Тур-

bellaria и некот. Cladocera (Sida). Диатомей (Cymbella) впервые появляются на 4—5 сутки; коловратки только на 7—8-е, наконец, Oligochaeta на 11—12 сутки. Затем наступает II период процесса—качественный состав формирующегося биоценоза почти не меняется, но все яснее и яснее выявляются количественные взаимоотношения между отдельными видами. Часть организмов, главным образом, водоросли, увеличиваясь в количестве особей каждого вида, захватывают господствующее положение. Значительно большая часть организмов остается попрежнему в небольшом числе особей или усиливается очень медленно—это группа подчиненных бионтов. В этом направлении процесс идет в течение всего лета.

II. Параллельно с наблюдением над обрастанием стекол мы вели наблюдения над обрастанием дерева (прибрежная зона). В общих чертах процесс здесь протекает также, слагаясь из 2-х периодов, но I период несколько короче, чем в случае обрастания стекла. Подметить постепенный порядок появления отдельных бионтов на деревянных дощечках не удастся. Представители почти всех групп животных и растений здесь появляются очень быстро на 2-е, 3-и сутки, но также в ничтожных количествах. Так, например, Oligochaeta (в первую очередь Stylaria), которые на стекле появляются лишь на 11—12 сутки здесь констатируются на другой день после опускания дощечки в воду. Вместе с ними появляются и первые коловратки, на предметных стеклах обнаруживаемые лишь на 7—8-й день. Такое явление, мы думаем, можно объяснить большей шероховатостью дерева. Чистое стекло, в силу его гладкости, недоступно для Oligochaeta и коловраток, и они могут укрепляться на нем лишь после того, когда оно покроется хотя бы тонким налетом обрастания.

III. Влияние затенения на процесс обрастания изучалось путем наблюдения за заселением стекол, укрепленных на плоскости дощечек обращенной к дну. Эти наблюдения (всего было сделано 15 наблюдений), дали весьма интересные результаты, которые в общем сводятся к следующему. Вследствие затенения на исследуемых стеклах водоросли развиваются очень слабо. Наоборот, животные в этих условиях, особенно Protozoa и между ними Vorticella развиваются чрезвычайно пышно.

В табличке № 2 приведены результаты нескольких сравнит. анализов стекол нормально освещенных и затененных:

Из таблички хорошо видно, что затенение, задерживая развитие водорослей, не препятствует и даже, вернее, косвенно способствует заселению субстрата животными. Весьма важно отметить, что абсолютное количество животных (особ. Vorticella) на затененных стеклах во много раз больше, чем на стеклах, находящихся в нормальных условиях освещения. Это обстоятельство, как нам кажется, служит одним из подтверждений высказанного нами выше предположения о наличии антагонизма между водорослями и некоторыми сидячими животными (Protozoa — Vorticella) биоценоза. Говорить о причинах антагонизма, пока трудно, но вполне возможно, что причиной служит борьба за субстрат. Растения являются более сильными и в нормальных для них условиях подавляют развитие животных. В условиях же нашего опыта, недостаток света задерживает их развитие, и животные получают возможность развиваться, так как они, по видимому, не страдают от недостатка света.

Т а б л и ц а № 2.

7/VII—15/VII. 7/VII—19/VII. 25/VII—19/VIII.

	Норм. осв. стекло.	Затенен. стекло.	Нормальн. освещ.	Затенен.	Нормальн. освещ.	Затенен.
Нитчат. зелен. водорос.	202	5	340	52	551	222
Проч. зелен. водоросл..	721	26	1.001	84	9.721	319
Жгутиковые. . . . .	16	5	10	5	—	—
Диатомей . . . . .	434	73	2.199	390	8.139	1.855
<b>Всего водорослей . . .</b>	<b>1.373</b>	<b>109</b>	<b>3.550</b>	<b>531</b>	<b>18.411</b>	<b>2.396</b>
Protozoa (главн. образ. Vorticella) . . . . .	192	1.871	293	5.401	528	7.337
Rotatoria . . . . .	31	—	56	47	280	1.173
Gastrotricha . . . . .	—	—	5	—	31	64
Turbellaria. . . . .	15	5	15	40	—	64
Oligochaeta. . . . .	—	—	15	—	—	32
Cladocera. . . . .	31	125	36	187	15	20
Лич. Chironomidae. . .	10	—	10	5	643	86
<b>Всего животных . . . .</b>	<b>279</b>	<b>2.001</b>	<b>430</b>	<b>5.680</b>	<b>1.497</b>	<b>8.776</b>

IV. На этом мы пока закончим о наблюдениях над процессом обрастания в прибрежной зоне и обратимся к рассмотрению обрастаний в открытой части озера. Как уже говорилось в начале статьи в пелагической части было 6 пунктов наблюдений. За недостатком места я не могу подробно остановиться на анализе всех просмотренных проб (их в этой серии опытов около 80), и проведу только сравнение между 2-мя крайними пунктами наблюдений, т.е. прибрежной зоной и центром озера (см. табл. № 3 на след. стр.).

Приведенная таблица № 3 показывает результаты наблюдений над обрастанием стекол дощечки фиксированной 9. VII в центре озера, около поверхности воды. Организмы соединены по группам, и цифры приведены к 100 см<sup>2</sup> поверхности. Прежде всего из таблицы можно видеть, что процесс обрастания вдали от берега идет очень медленно. Это хорошо заметно при сравнении с данными, касающимися обрастания в прибрежной зоне. За время с 9. VII по 3. VIII, т.е. больше чем через 3 недели после опускания установки в воду общее число организмов, приходящееся на 100 см<sup>2</sup> поверхности = 1.083. За то же время в прибрежной зоне оно равняется 40.802, т.е. превышает предыдущую цифру почти в 40 раз.

Т а б л и ц а № 3. (Tab. № 3).

	23/VII	3/VIII	13/VIII	17/VIII	22/VIII	5/IX	3/X
Grüne Fadenalgen. Нитчат. зелен. водор.	—	25	5	23	20	305	102
Andere grüne Algen. Проч. зелен. водор.	83	319	368	726	709	4.500	3.119
Flagellatta (встречаю- щиеся в прибреж. зоне) . . . . .	—	20	—	16	20	50	—
Diatomaceae . . . . .	108	572	2.105	3.509	8.880	86.865	103.512
Всего водор. Summe.	191	936	2.478	4.274	9.629	91.220	106.733
Protozoa (глав. обр. Vorticella spp. и Acineta). . . . .	208	40	28.751	17.776	15.360	18.353	4.217
Rotatoria (преоблад. Melicertajanus) . .	10	25	834	940	1.288	1.217	132
Cladocera . . . . .	25	25	50	29	117	14	—
Turbellaria . . . . .	—	20	10	8	—	—	—
Лич. Chironomidae .	—	37	29	16	25	50	14
Всего живот. Summe.	243	147	29.674	18.769	16.785	19.634	4.363
Всего организмов. .	434	1.083	32.152	23.043	26.414	110.854	111.096

Второе, что невольно останавливает на себе внимание — это своеобразные и очень хорошо выраженные количественные взаимоотношения между группой водорослей и группой животных.

С самого начала наблюдений в течение первых 3-х недель количественно биоценоз еще так беден, что наметить определенные количественные взаимоотношения между растениями и животными нельзя. В дальнейшем и та и другая группа, как показывает таблица, делается все более и более многочисленной по количеству особей, но темп обрастания для обеих групп неодинаков. Растения укрепляются медленнее животных и последние вскоре захватывают господствующее над первыми положение. Как мы уже отмечали выше, в прибрежной зоне, при одинаковых прочих условиях, этого никогда не бывает. Этот факт мы также склонны приписать существованию антагонизма между водорослями и сидячими животными, именно простейшими (Vorticella и Acineta). Как видно по таблице, преобладание животных над растениями обусловлено как раз пышным развитием Protozoa.

Мы объясняем это следующим образом. Нормально быстрому заселению субстрата водорослями, которое мы всегда наблюдаем в прибрежной зоне, в пелагической части озера, повидимому, препятствует сильное волнение. Последнее не мешает развиваться, однако, простейшим и они захватывают господствующую роль в биоценозе. Интересно сравнить табл. 3 и 1-ю. Мы увидим, что, например, 1. VIII

и 7. VIII на стеклах в прибрежной зоне простейших очень мало; как показали наблюдения не больше их и в середине августа. В это время там мощно развиты водоросли.

Наоборот, в пелагической части Protozoa в августе и даже в начале сентября встречаются в огромном количестве. Через некоторое время, когда водоросли, наконец, укрепляются в пелагич. части (5. IX, табл. № 3) и число их значительно возрастает, животные уменьшаются в количестве и, таким образом, устанавливаются обратные взаимоотношения, т.-е. такие же, как и в прибрежной зоне.

Если делать анализ развития отдельных групп организмов, то мы придем к следующим выводам. Во-первых, совершенно очевидно, что нитчатые водоросли плохо уживаются в данных условиях. Сильнее, но все же слабо укрепляются остальные зеленые водоросли. Господствующее положение занимают диатомовые. Эти отношения обратны тому, что наблюдается в прибрежной зоне. Мы отмечали уже, что господство нитчаток типично для биоценозов береговой полосы.

В группе животных господствуют простейшие. Коловратки играют подчиненную роль. Слабо представлены остальные группы. Заметим, что те же отношения наблюдаются и в прибрежной зоне.

Весьма интересно сравнение качественного состава прибрежного биоценоза и биоценоза сформировавшегося вдали от берега, в центре озера. Оказывается, что качественный состав их сходен. Почти все водоросли типичные для прибрежной зоны, встречаются и в удаленном от берега биоценозе. Нитчатки представлены видами *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Bulbochaete*, *Stigeoclonium*. Из остальных зеленых водорослей чаще всего попадают *Coleochaete scutata*, *C. soluta*, *C. irregularis*, *Haetopeltis orbicularis*, 7 видов *Cosmarium*, *Pleurotaenium*, *Closterium Leibleinii*, *C. moniliferum*, *Chlorobotris* sp. (?) и др. Среди диатомовых в том и другом биоценозе господствуют *Symbella* и *Gomphonema*.

Что касается животных, то здесь сравнение дает следующие результаты. Группы Protozoa, Rotatoria, Cladocera и Лич. Chironomidae по видовому составу в двух сравниваемых биоценозах почти одинаковы. Не вдаваясь в подробности, укажу что в центре озера мы находим такие формы, как: среди простейших—*Vorticella* неск. видов (преобладает), затем *Acineta grandis* (многочисленна), *Lionotus folium*, *Stentor polymorphus*, *Amphileptus Carchaesi*, *Nassula*, *Oxytricha*, *Aspidisca cost.* (все в небольш. количествах); среди коловраток—типичн. берегов. формы: *Melicerta janus*, *Floscularia longicaudata*, *Notomata curtopus*, несколько видов *Diaschiza*, *Monostyla bulla*, *Metopidia lepad.*, *Cathypna luna*, *Colurella*, *Euchlanis*, *Rot. vulgaris*, правда, за исключением *Melicerta* в небольших количествах.

Группа Cladocera в качественном отношении представлена в биоценозе центра озера несколько беднее чем в береговой полосе. Но все же здесь обнаружены: *Sida crystallina* (постоянно), реже: *Chydorus sphaericus*, *Alona guttata*, *Peracantha truncata*, *Graptoleberis*. Лич. Chironomidae одни и те же в прибрежной зоне и в центре озера. По определению Липиной<sup>1)</sup> это береговые формы: *Glyptotendipes* и *Endochironomus* гр. *Nymphoides*.

Существенное отличие в видовом составе между 2-мя сравниваемыми биоценозами заключается лишь в следующем: *Oligochaeta* хотя и не многочисленны, но типичны для береговой полосы це-

<sup>1)</sup> Пользуюсь здесь случаем выразить Н. Н. Липиной свою признательность

ликом отсутствуют уже на расстоянии 200—250 mt. от берега. Наоборот, в прибрежной зоне постоянно отсутствует *Codonosiga botrytis*, обычная и часто очень многочисленная в биоценозах открытой воды.

Таковы, в сжатом виде, результаты наблюдений над обрастанием в пелаг. части озера. Я резюмирую их в виде следующего вывода. Из прибрежной зоны Глубокого озера в течение лета происходит постоянный вынос в пелагическую часть литоральных форм во взрослом состоянии и в виде тех или иных стадий развития.

Если выносимые формы встречают на своем пути субстрат, то, как бы далеко он не отстоял от берега, они задерживаются и в большинстве укрепляются на нем. При этом укрепление растений идет значительно медленнее, чем укрепление животных. Очень плохо уживаются вдали от берега нитчатки; устойчивей оказываются остальные водоросли, особенно диатомовые. Причина медленного укрепления водорослей вероятно заключается в том, что этому мешает значительное в открытой части волнение. Пока не успели сильно развиться водоросли в течение почти 2-х месяцев, довольно пышно развиваются животные, особенно простейшие, занимая господствующее положение в биоценозе. В дальнейшем обрастание субстрата водорослями ведет к подавлению развития животных. Качественный состав биоценозов пелагической части озера очень сходен с прибрежными. Здесь мы не находим только *Oligochaeta* и, наоборот, констатируем *Codonosiga*, отсутствующую в береговой полосе.

V. Следующий вопрос, возникший у меня при изучении процесса обрастания, заключается в следующем: какова разница между биоценозами в одном и том же пункте озера, вне прибрежной зоны, на различных глубинах?

Некоторые данные для суждения об этом вопросе мне дали наблюдения над той же установкой в центре озера. Я уже упомянул, что эта установка имела вид лестницы, с дощечками на различных глубинах. Сравнение результатов нескольких анализов стекол с различных глубин, показало следующее.

По мере углубления биоценозы быстро беднеют и в качественном и в количественном отношении. Водорослей нет почти совершенно уже на глубине 3 mt. Это, между прочим, понятно в связи с тем, что зона фотосинтеза в Глубоком озере очень узка.

Животные встречаются несколько ниже, именно на глубине 3 mt., но на 5 mt. их уже нет совершенно. Несколько наблюдений, давших одинаковую, только что описанную картину, привели меня к следующему предположению.

Упомянутый вынос прибрежных форм в пелагическую часть озера, повидимому, происходит лишь в слое воды от поверхности до 3 mt, ниже его нет вовсе, или он незначителен. Однако, это предположение можно разрушить возражением такого характера: Вынос захватывает и более глубокие слои, но в силу неподходящих экологических условий в зонах, лежащих ниже 3 mt. от поверхности организмы укрепиться на субстрате не могут. Чтобы решить какое предположение имеет больше оснований, я поставил следующую серию опытов. С доски около поверхности обросшие стекла перемещались на различные глубины.

Результаты опытов оказались следующие:

На стеклах, перемещенных с поверхности на глубину 5 mt, водоросли через несколько дней целиком выпали. На 100 cm<sup>2</sup> их приходилось 4.009, осталось—53; такая же картина, конечно, была и со стеклами помещенными еще ниже.

Животные, напротив, оказались весьма стойкими. Через месяц после перемещения стекла с поверхности воды на глубину 5 м., я нашел видовой состав животной части биоценоза почти без изменения (уменьшились только на 2 вида коловратки). Некоторые виды животных увеличились даже в количестве. Так это наблюдалось у *Acineta grandis*, *Aspidisca costata*, *Melicerta janus*. Размножение особенно хорошо было заметно у *Melicerta*.

Стекла, перемещенные на глуб. 10 и 15 м., также в течение месяца сохранили значительную часть животного населения, особенно простейших, а также и некоторых *Rotatoria* (*Melicerta*). *Cladocera* все выпали.

Таким образом, эти опыты делают вполне вероятным, по крайней мере для животных, утверждение, что вынос организмов из прибрежной части в пелагическую область происходит, главным образом, лишь в слое воды от 0 до 3 м.

Эти же опыты, между прочим, показали примеры чрезвычайной стойкости некоторых животных к резким изменениям среды. Прекрасный пример в этом отношении представляет *Melicerta*, усиленно размножающаяся на глубине 15 м. На стеклах, рядом со взрослыми особями, можно было видеть молодых, только что начинающих строить себе домики.

## Untersuchungen am Bewuchs im See Glubokoje.

Von S. N. Duplakoff.

In dieser Arbeit werden Resultate experimenteller Untersuchungen über den Bewuchs im See Glubokoje, ausgeführt im Jahre 1924, angeführt. Diese Arbeit gilt als unmittelbare Fortsetzung meiner Untersuchungen über den Bewuchs 1923, die in der „Russischen Hydrobiologischen Zeitschrift“ (Bd. IV No. 1—2. 1925) schon veröffentlicht sind. Das Ziel der Arbeit bestand darin möglichst bis ins Detail den Prozess selbst, wie der Bewuchs an einem Substrat unter verschiedenen Bedingungen vor sich geht zu verfolgen, und zwar, in der litoralen Zone, im pelagischen Teile des Sees in verschiedener Entfernung vom Ufer, an ein und demselben Punkte des Sees aber auf verschiedenen Tiefen (von der Oberfläche bis zu 25 m.), unter verschiedenen Bedingungen was Beleuchtung angeht, wobei andere Bedingungen konstant bleiben u. s. w.

Die Methodik der Arbeit war folgende: auf hölzernen Brettchen von der Grösse eines Buches wurden mit Hilfe von Häftstiften, die mit einer Schicht von Wachs gemischt mit Paraffin bedeckt, Objektgläser befestigt. Bretter mit angebrachten Gläsern wurden an verschiedenen Seeteilen ins Wasser versenkt und über den Bewuchs an Gläsern wurden Beobachtungen quantitativer Art angestellt. Der Bewuchs an Gläsern wurde stets unter dem Mikroskope im frischen Zustände untersucht. Folgendes ergibt sich als Resultat unserer Beobachtungen, (ausgeführt während der Monate Juni (zweite Hälfte), Juli, August, zweite Hälfte des September und Anfang Oktober.

I. Der Prozess des Bewuchses an einem Substrate (Glas) in der litoralen Zóne (Tab. No. 1) setzt sich aus 2 Perioden zusammen:

I. Periode, 10—12 Tage, kann man wohl als die Periode der Qualitativen Bildung der Biocoenose bezeichnen. Am Ende dieser Periode

kann man am Substrate alle Formen konstatieren, die für die Biocoenose des Bewuchses des betreffenden Seeteiles typisch sind, aber unterdes nur in sehr geringem Quantum, was Individuen einer jeden Art betrifft. Unter den Algen erscheinen dabei als erste Chlorophyceae und erst darauf die Diatomaceae, unter den Tieren sind die ersten Einsidler — Protozoa und Chironomiden Larven.

Darauf tritt die II Periode ein — nach der qualitativer Seite hin verändert sich die bildende Biocoenose fast nicht mehr, dafür um so deutlicher treten quantitative Beziehungen zwischen den einzelnen Arten. Und zwar, ein Teil der Organismen, hauptsächlich die Algen, indem sie sich stark vermehren, dabei alle Arten, nehmen ziemlich schnell eine führende Stellung ein. Ein ziemlich grosser Teil der Organismen bleibt wie zuvor in geringer Individuenanzahl für jede Art, oder nimmt nur sehr langsam zu. Dies ist wohl die Gruppe der untergeordneten Bionten. Der Bewuchs am Substrate nimmt immer zu, und in dieser Richtung bewegt sich der Prozess während des ganzen Sommers. Im Herbst wird an der Biocoenose eine Verarmung wie in qualitativen, so auch quantitativer, Seite beobachtet. Es wurde festgestellt, dass unter den Tieren die Vorticellidae als erste ausschalten.

II. Interessante Beziehungen zwischen dem tierischen und dem pflanzlichen Teile des Bewuchses treten einem in folgenden Experimenten hervor:

Brättchen mit Gläsern werden ins Wasser in der litoralen Zone derart versenkt, dass ihre Fläche zu dem Wasserniveau parallel verläuft. Beobachtungen am Bewuchs der oberen Gläser \*) geben ein Bild, das eben geschildert wurde. Auf den unteren Gläsern hat der Bewuchs einen schon ganz anderen Charakter. Algen entwickeln sich hier dank der Beschattung nur schwach und während der ganzen Beobachtungsperiode (Sommer) nehmen Tiere völlig überhand. Es sei hier noch betont, dass die absolute Anzahl der Tiere auf den unteren Gläsern ein viel grössere ist, als auf den oberen (Tab. No. 2). Wir glauben, dass in der Biocoenose treten Pflanzen und Tiere, hauptsächlich Sitzende (Vorticelliden), als Antagonisten auf; als stärkere Gruppe sind dabei Pflanzen zu betrachten. Wenn auf dem Substrate nicht viele Pflanzen gibt nehmen die Tiere sehr schnell quantitativ zu.

III. Beobachtungen über den Bewuchs an Gläsern (und Holz) im Pelagical erlauben uns, folgende Schlüsse zu ziehen:

Aus der litoralen Zone vollzieht nach dem Pelagical des Glubokoje Sees eine Austragung des litoralen Formen, sei es im ausgewachsenen Zustande oder in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Wenn ausgetragene Organismen auf ihrem Wege sich auf ein Substrat stossen, so halten sie sich auf ungeachtet der Entfernung vom Ufer; zum grössten Teil befestigen sie sich auch dabei. Dennoch verläuft der Prozess des Bewuchses im Pelagical etwas anders, als in der litoralen Zone. Besonders scharf tritt der Unterschied beim Vergleich des Prozesses des Bewuchses nicht weit vom Ufer einerseits und im Zentrum des Sees andererseits (siehe Tabelle No. 3).

Vor allem geht im Zentrum des Sees der Bewuchs sehr langsam vor sich. Zweitens bürden die Pflanzen bedeutend langsamer als die Tiere ein (wahrscheinlich infolge der Wirkung der Wellenbewegung). Letztere nehmen während der ersten 2 Monate völlig überhand den Pflanzen gegenüber. Unter den übrigen gleichen Bedingungen werden solche

\*) Gläser sind auf den beiden Seiten des Brettes befestigt.

gegenseitige Beziehungen in der litoralen Zone, wo die Algen schon von Anfang an die führende Rolle spielen, niemals beobachtet.

Die Fadenalgen leben sich weit vom Ufer entfernt nur schlecht ein. Als standhaltiger erweisen sich andere Algen, besonders die Bacillariaceae, welche unter den Pflanzen überhaupt die führende Rolle spielen. In der litoralen Zone, im Gegenteil, spielen die Fadenalgen eine bedeutende, ja oft eine führende Rolle. Unter den Tieren sind es die Protozoa, die die erste Rolle spielen, obwohl sie sich hier etwas prächtig als in der litoralen Zone entwickeln. Eine untergeordnete Rolle spielen die Rotatoria und ganz schwach, was Quantum anlangt, sind Cladocera, Chironomiden-Larven und Turbellaria vertreten. (Die 3 letzten Gruppen sind quantitativ in der litoralen Zone viel reicher vertreten.)

Qualitativ unterscheiden sich die Biocoenosen des freien Wassers wenig von den litoralen. Es sei nur darauf verwiesen, dass Naididae, für das Litoral so ordinär fehlen schon in einer Entfernung von 200 mt. vom Ufer. In der pelagischen Zone dagegen ist *Codonosiga botrytis*, die der litoralen Zone fehlt, ordinär.

IV. Das bisher Gesagte bezieht sich auf den Prozess des Bewuchses dicht an der Oberfläche des Wassers. Mit der Tiefe nehmen die Biocoenosen stark ab. So fehlen Algen beinahe ganz im Zentrum des Sees auf einer Tiefe von 3 mt. Tiere verschwinden von 5 mt. an. Es hat den Anschein, dass die Austragung der Organismen aus dem Litoral nur in den Oberflächenschichten von 0—3 mt. stattfindet. Diese Behauptung ist jedenfalls in Bezug auf Tiere richtig; folgende Versuche mögen das illustrieren: wenn man Gläser, die an der Wasseroberfläche bewachsen sind, nach verschiedenen Tiefen überträgt, so erleidet die Mehrzahl der Tiere darunter keinen Schaden. Nach einem Monate beinahe, nachdem die Gläser von der Oberfläche auf eine Tiefe von 5, 10 und sogar 15 mt. untergebracht wurden, konnte man noch Vermehrung bei einigen Formen finden.

Diese Versuche zeigten unter anderem Beispiele von einer ausserordentlichen Standhaftigkeit einiger Organismen den scharfen Schwankungen des Milieus gegenüber (*Melicerta janus*).

## Попытка практического разрешения понятия „биоценоз“.

(Предварительное сообщение).

Г. С. Карзинкин.

В гидробиологической литературе последнего времени много места отводится работам по вопросу определения биоценоза. Термин понимается различными авторами далеко не одинаково. Можно указать два наиболее характерных определения: 1-е в работе Резвог<sup>1)</sup>: „Биоценоз есть подвижно-равновесная система населения, устанавливающаяся в данных экологических условиях“; 2-е—одним из представителей которого является Верещагин<sup>2)</sup>, заключается в следующем: „Комплекс населения определенного участка распадается на „биоценоз“, где организмы связаны тесной биоценетической зависимостью и „население“, где формы не связаны биоценетически; кроме этого „биоценоз“ не характеризуется биотопом“.

Существование такого различного понимания этого термина ставит на очередь вопрос об его практическом разрешении. Исходя из этих теоретических определений, я постарался выяснить правильность той или иной формулировки. Работа велась с июня по сентябрь месяц 23—24 гг. двояким способом: 1) изучением естественных биоценозов с их биотопами; 2) постановкой соответствующих экспериментов.

Сперва остановимся на работах первого типа.

Методика, применяемая мною, заключалась в следующем. Для качественного определения организмов бралось с определенного места зарослей растение, при помощи скальпеля соскабливался с него „нарост“ в кристаллизатор, который и просматривался под лупой и микроскопом.

Для количественного подсчета наростовых организмов, который велся лишь в 24 г., вырезывались с растений на различных, вполне определенных глубинах очень острым скальпелем или циркулем, с остро отточенными ножками, участки величиной в 1 см. × 0,3 см. или 1 см. × 1 см. В тех случаях, когда надо было учесть количество организмов на листе *Potamogeton perfoliatus*, то площадь листа вычислялась по способу, принятому у физиологов растений.

Полученные цифры приводились всегда к кв. сантиметру. При взятии проб отмечалась температура воды, и часто определялось количество растворенного в воде  $O_2$ . Кроме этого брались пробы на

1) П. Д. Резвог. „К определению понятия „биоценоз“ — Русский Гидроб. журн. Том III. № 8—10. 1924 г.

2) Г. Ю. Верещагин. „К вопросу о биоценозах и стациях в водоемах“. Рус. Гидроб. журн. Т. II. № 3—4. 1923 г.

pH, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca. Определением химизма воды я обязан любезности С. И. Кузнецова, за что приношу ему свою благодарность.

Изучение велось на чистых, небольших, обособленных зарослях *Equisetum limosum*, *Phragmites communis*, *Sparganium natans*, *Potamogeton perfoliatus* и *Nuphar luteum*.

Переходя к изложению работы, первое, что надо выяснить, это зависимость населения от биотопа. Под понятием биотоп мы подразумеваем всю совокупность условий окружающих население.

Приводимая таблица показывает различие биотопов по отдельным зарослям (таб. № 1).

Т а б л и ц а № 1.

ЗАРОСЛЬ.	Характеристика биотопов.								Характер субстрата.		
	Берег.	Госп. ветер.	Характ. берега.	Характ. грунта.	t°C.	O <sub>2</sub> .	pH.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .		Ca.	
<i>Equisetum</i> . . . . .	O				17,8 <sup>0</sup>	14,4	7,1	0,4 mg	12 mg	Гладкий стеб. шерохов. влагал.	
<i>Phragmites</i> . . . . .	OS0	Северозападный.	Болотистый. Возвышенный.	Песч.-глин. Торфянист. Песчан. с раст. ост.	18,2 <sup>0</sup>	10,9	7,4	0,4	12	Оч. гладк. стеб., больш. шерохов. влагалищ.	
<i>Sparganium</i> . . . . .	O				18 <sup>0</sup>	9,4	7,2	0,5	12	Плавающ. линейные листья.	
<i>Potamogeton</i> . . . . .	O				22 <sup>0</sup>		7,3			Слизистый.	
лист . . . . .											Довольно-широк.
стебель . . . . .											
<i>Nuphar</i> . . . . .	N				18,6 <sup>0</sup>	8,4	7,3				
черешок . . . . .											
лист . . . . .									Плавающ. больш. округл. лист.		

Химизм и температура в таблице показаны по дню, когда наблюдалось наибольшее различие, чаще же всего оно очень незначительно.

Для жизни микробионтов, на основании изученных факторов, большее сходство в экологических условиях среды, представляют две первые заросли, а более специфичными условиями обладают листья *Nuphar*.

Если мы примем первое толкование понятия биоценоз, то на основании этого, мы должны были бы предполагать, что наиболее сходным населением будут обладать две первых заросли, а наиболее резко отличаться будет биоценоз листьев кувшинки.

Т а б л и ц а № 2.

Главнейшие представители изученных биоценозов.

	Equisetum	Phragm.	Черешок Nuphar.	Сребли Potamog.	Spargan.	Лист Potamog.	Лист Nuphar.
<i>Cymbella</i> sp. sp. . . . .	+	+	—	+	+	—	—
<i>Navicula radiosa</i> . . . . .	+	+	—	+	—	—	—
<i>Cosmarium</i> sp. . . . .	+	+	—	+	—	—	—
„ <i>granatum</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>pseudogranatum</i>	+	—	—	—	—	—	—
„ <i>margariteferum</i>	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>Regnellii</i> . . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra gracillima</i> . . . . .	—	—	—	+	—	—	—
Мелкие диатомей. . . . .	+	+	—	—	—	—	+
<i>Vorticella</i> sp. sp. . . . .	—	+	—	—	—	—	+
Ghironomidae. . . . .	+	+	—	—	—	—	—
Nematodes. . . . .	+	+	—	—	—	—	—
<i>Arcella vulgaris</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oedogonium</i> sp. . . . .	+	+	—	—	—	—	—
<i>Bulbochaete</i> sp. . . . .	+	+	—	—	—	—	—
<i>Coleochaete scutata</i> . . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lyngbya radiosa</i> . . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cocconeis</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhizota</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Philodina megalotrocha</i> .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diaschiza lacinulata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sida crystallina</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Peracantha truncata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ripistes parasita</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cladophora</i> . . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema</i> sp. sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rotifer vulgaris</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Callidina bidens</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diaschiza eva</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Haetonotus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Colpidium colpoda</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Distyla amorpha?</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Centrophyxis aculeata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cothurnia crystallina</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sphaerocistis</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stigeoclonium</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cephalosiphon limnias</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pterodina incisa</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Limnias ceratophyllum</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epistilis umbellaria</i> (?).. . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coleochaete</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pterodina patina</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Graptoleberis testudinar</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chydorus globosus</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—

Привожу Табл. № 2, в которой условными обозначениями отмечаются лишь многочисленные и постоянные бионты того или иного биоценоза (+ много, — довольно много); надо только иметь в виду, что условные обозначения для растительных бионтов и животных не равноценны, так как чаще всего растения составляют главную массу, животные же (кроме листьев *Nuphar*) малочисленны. Таблица составлена на основании общности форм. Просматривая ее мы видим, что выше сказанное предположение подтверждается.

Далее, путем анализа, я старался показать влияние некоторых факторов биотопа на население. Одним из таких факторов является субстрат с его специфическими физико-химическими свойствами. Следовательно, надо выяснить влияние его на население. Свежие стебли *Equisetum* не везде однородны, они имеют ряд междуузлий с небольшими влагалищами, которые у тростника значительно сильнее развиты. Следовательно, мы имеем субстрат двойного рода: более шероховатый (междуузлия с влагалищами) и более гладкий (стебель). Хотя различие в субстрате выражается гораздо резче у тростника чем у хвоща, но оперировать пока можно только со стеблями и влагалищами последнего, т. к. здесь, при взятии проб приблизительно с одной глубины, не может сказаться „возрастное“ состояние биоценоза, в то время как у тростника последнее сказывается очень резко, вследствие того, что стебель чаще всего бывает долго покрыт влагалищами и обрастание его начинается значительно позже. У хвоща наиболее резкая разница наблюдается в следующих формах (см. табл. № 3).

Таблица № 3.— <i>Equisetum</i> .		
Зависимость биоценоза от субстрата.		
	На вла- галище.	На стебле.
<i>Oedogonium</i> . . . . .	366	140
<i>Nevicula radiosa</i> . . . . .	207	25
<i>Cocconeis</i> sp . . . . .	29	5
<i>Namatodes</i> . . . . .	11	1
<i>Vorticella</i> sp. . . . .	13	3

Эта табличка составлена на основании 12 проб, взятых на одном уровне, в одном месте, со стороны обращенной к озеру.

Цифры даны средние, колебания от них в ту или иную сторону небольшие.

Следовательно, можно предположить, что даже такое, сравнительно незначительное изменение в субстрате уже отражается на биоценозе, в данном случае, правда, лишь в количественном отношении.

Беря далее уже более резкую разницу в субстрате, как, например, два рядом лежащих участка на листе *Nuphar*, один отмерший—желтый, другой свежий—зеленый, мы наблюдаем картину, показанную в табл. № 4. Здесь приведены лишь те формы, на которых сказалось изменение субстрата<sup>1)</sup>. Цифры даны в ‰, так как абсолютные очень сильно колеблются в зависимости от места, где была взята проба. Составлена эта табличка опять-таки на основании 12 проб.

<sup>1)</sup> Остальные 13 форм, встреченные здесь, или очень малочисленны, или не реагируют.

Т а б л и ц а № 4.

Зависим. биоценоза от субстрата

Лист Nuphar.	Участок	
	свежий	отмерш.
Oedogonium . . . . .	80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Spirogyra sp. . . . .	0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Navicula radiosa . . . .	25,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	74,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Cymbella sp. . . . .	76,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	23,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Vorticella sp. . . . .	7,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	92,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Proales decipiens. . . .	2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	98 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Мы видим, что более резкое различие субстрата ведет за собой уже не только количественное, но и качественное изменение биоценоза. Влияние волнения и света, которые являются одним из факторов биотопа, удалось выяснить при следующих наблюдениях. Постоянно, 2 раза в месяц, брались пробы в середине зарослей Equisetum, кроме этого, было взято 4 пробы у самого края зарослей, 2 пробы с глубины 24 ст. от дна и 2 близ поверхности. Здесь затенение очень слабое, зато сильно сказывается волнение. В виду того, что заросль небольшая, значительной разницы в химизме воды в середине и у края не наблюдалось. На основании этих проб можно привести следующую табличку (№ 5), где указаны лишь формы, реагирующие на волнение (отмеч. \*) и свет <sup>1)</sup>.

Влияние света на биоценоз ясно видно при сравнении населения листьев и черешков кувшинки. Листья характеризуются „животным“ биоценозом, черешки—„растительным“ (см. табл. № 2).

Т а б л и ц а № 5.

Зависимость биоценоза от волнения и освещения.

	Край заросли.		Серед. заросли.	
	Близ поверх.	С глуб. 24—25 ст.	Близ поверхн.	С глуб. 24—25 ст.
Cladophora * . . . . .			1	+
Cosmarium sp. * . . . .				26
Bulbochaete. . . . .	21	44	6	1
Navicula radiosa * (2) . .	2	118	2	707
Coleochaete scutata. . .	16	200	28	98
Diffugia limnetica . . .	48			

<sup>1)</sup> Не реагирующих, но многочисленных форм, встречено еще 4 вида.

Влияние химизма воды на основании изученных биоценозов подметить крайне трудно и у меня пока нет почти никаких данных говорить о нем. Задачей будущего является выяснение этих влияний.

Мне представляется, что различие микробиоценозов в данных условиях зависит главным образом от физико-химических факторов субстрата, так-как сопоставляя таблицу из работы С. Н. Дулакова<sup>1)</sup>: „К изучению биоценозов подводных предметов“, с нашей табл. № 2, поражает резкая разница „нароста“ от „обрастания“. Из 38 форм, приведенных вышеназванным автором и 44-х форм, приведенных мною, общих лишь 16 форм. Им пробы брались приблизительно там же, где и мною, но с однородного субстрата, и оказалось, что в 9-ти, исследованных им, биоценозах имеется 15 общих форм, у меня же для 7 биоценозов—одна общая форма и 3 формы общие 5—3 биоценозам. Этими исследованиями я старался выяснить зависимость организмов от биотопа.

Теперь перехожу к рассмотрению биоценозической связи. Уже теоретические рассуждения заставляют предположить, что раз организмы живут рядом друг с другом, то они оказывают, конечно, то или иное влияние друг на друга, следовательно, между всеми организмами биоценоза существует биоценозическая зависимость. Но подобная зависимость не для всех форм является одинаковой. Для пояснения этого нам придется взглянуть на вертикальное распределение форм в зарослях *Equisetum*. Эти наблюдения довольно многочисленны—16 проб. В зарослях хвоща *Cladophora* очень пышно развивается у дна, здесь она опутывает не только стебли растущих хвощинок, но и все предметы, лежащие между ними в виде зеленого ковра; чем выше кверху, тем она слабее развивается и в полосе прибоя встречается лишь в виде отдельных нитей. Такое пышное развитие *Cladophora* более или менее резко сказывается на развитии типичных представителей первичного нароста, они подавляются ею. Особенно сильно такая зависимость выражена у *Coleochaete*, значительно слабее у *Oedogonium* и *Bulbochaete*.

Следовательно, мы можем сказать, что пышное развитие *Cladophora* более или менее резко сказывается на развитии типичных представителей 1-го нароста, они подавляются ею. Подобную зависимость, когда вхождение одной или нескольких форм в биоценоз влечет подавление или выпадение другой, или других форм биоценоза, я называю отрицательной корреляцией. Смена осенью в Харьковских прудах, *Cladophora* на *Oedogonium*, наблюдавшаяся Свире объясняется отрицательной корреляцией. В противоположность отрицательной корреляции существует положительная, т.-е. когда вхождение одной формы связано с вхождением другой. Примером может служить *Lyngbya radiosa* и нитчатые водоросли (кажется только *Oedogonium* и *Bulbochaete*), присутствие первой обусловлено присутствием вторых.

Дальнейшее констатирование влияния организмов друг на друга, по имеющимся у меня данным, полностью привести еще нельзя. Для тех же организмов, зависимость которых уже ясна, оно повело бы к более глубокому анализу вертикального и горизонтального распределения организмов в отдельных зарослях, что уже является специальной главой моей работы.

<sup>1)</sup> С. Н. Дулаков. „К изучению биоценозов подводных предметов“. Русск. Гидроб. журн. Т. IV. № 1—2. 1925.

На этом я позволю закончить первую часть этой главы и перейти ко второй—экспериментальной.

Прежде всего мне казалось интересным выяснить вопрос о возможности обособленного друг от друга существования организмов данного биоценоза (с изменением всего биотопа). Для этой цели мной был избран биоценоз заросли Phragmites. Из него было взято 20 видов, которые воспитывались в отдельных культурах <sup>1)</sup>. Вода в культурах менялась через день и бралась с открытого места. Конечно, из этого списка (т. № 6) целый ряд форм не оставлял сомнения в возможности их самостоятельного существования. Критерием для признания благополучного существования того или иного вида в культуре служило размножение без морфологического изменения потомства; где размножение было невозможно, там критерием было время. Через день велся подсчет и просмотр организмов.

Из списка (№ 6) видно, что изоляцию и перемену биотопа легче переносят растения, а всего труднее черви и Chironomidae, что вполне понятно.

Т а б л и ц а № 6.

Культуры отдельных бионтов.

Н Е В Ы Ж И Л И.				В Ы Ж И Л И.				
Начало культ.	Колич. экзмп.		Конец культ.	Начало культ.	Колич. экзмп.		Конец культ.	Колич. экзмп.
25/VII	4	Psectocladius psilopterus . . . . .	23/VIII	25/VII	1	Tubifex sp. . . . .	31/VIII	1
25/VII	3	Nematodes . . . . .	9/VIII	9/VIII	2	Euchlanis deflexa.	31/VIII	6
10/VIII	3	Ripistes parasitá <sup>3</sup> .	20/VIII	9/VIII	1	Melicerta janus. . .	30/VIII	30
10/VIII	2	Stylaria lacustris..	20/VIII	2/VIII	3	Chydorus sphaericus. . . . .	18/VIII	35
9/VIII	1	Hydra viridis. . .	31/VIII	9/VIII	1	Peracantha truncata . . . . .	24/VIII	6
29/VII	2	Distyla amorpha?.	4/VIII	25/VII	1	Bulbochaete раст. в 3 клетки. . . . .	18/VIII	34 клет
25/VII	4	Cosmarium ornat.	9/VIII	25/VII	1	Bulbochaet. elatior	16/VIII	4
25/VII	2	Coleochaete scutata. . . . .	28/VII	25/VII	1	Spirogyra sp. в 7 клеток. . . . .	31/VIII	40 клет
25/VII	1	Oedogonium проросток . . . . .	29/VII	9/VIII	2	Coleochaete scutat.	30/VIII	
25/VII	2	Oedogonium 0,8—1 m. m. . .	31/VII	25/VII	1	Oedogonium sp. проросток . . . . .	31/VIII	60 клет
				25/VII	2	Cosmarium sp. . . . .	18/VIII	
				25/VII	2	Cosmarium granatum. . . . .	18/VIII	60
				9/VIII	4	Navicula radiosa . .	24/VIII	43
				25/VII	4	Cymbella cystula. .	18/VIII	5
								12

<sup>1)</sup> Кроме этого, в случае, когда какой-нибудь организм плохо выживал, а причину смерти можно было предполагать в обособленном существовании, мной составлялись искусственные биоценозы из различных бионтов.

В естественных биоценозах на нитчатых водорослях мы встречаем ряд организмов, являющихся характерными представителями 2-го нароста. Предыдущие опыты показали, что нитчатки могут обходиться без вторичного нароста, но оставался не разрешенным вопрос, могут ли организмы вторичного нароста обходиться без нитчаток, т.е. служат ли последние для первых лишь субстратом, или есть более тесная связь. Для разрешения этого вопроса был поставлен ряд опытов, сущность которых сводилась к тому, чтобы заменить нитчатые водоросли искусственным субстратом. Удачнее всего оказались опыты с волосами ребенка, которые по диаметру немногим превышали нити *Oedogonium*. Прикреплялись волоски к стеклянной палочке при помощи парафина и опускались в зарослях хвоща. Результаты видны в табличке № 7.

Т а б л и ц а № 7.

Естественный 2-й нарост.	Нарост на волосе.
1) <i>Synedra gracillima</i> .	1) <i>Synedra gracillima</i> .
2) <i>Gomphonema</i> sp.	2) <i>Gomphonema</i> sp.
3) <i>Cymbella</i> sp.	3) <i>Cymbella</i> sp.
4) Мелкие диатомеи.	4) Мелкие диатомеи.
5) <i>Characium</i> sp.	5) <i>Cosmarium Regnellii</i> .
6) <i>Ascoglena vaginicola</i> (?).	6) <i>Vorticella</i> sp.
7) <i>Cosmarium Regnellii</i> .	
8) <i>Lyngbya radiosa</i> .	
9) <i>Vorticella</i> sp.	

Следовательно мы видим, что из типичных форм вторичного нароста не встречено здесь *Lyngbya radiosa* и *Ascoglena*. Остальные определенно не связаны тесно с нитчатками. Эти две работы велись с целью выяснения взаимоотношений микроорганизмов между собой и биотопом. Последняя экспериментальная работа имела целью установить влияние биотопа на население при сохранении субстрата неизменным. Для этого был выбран биоценоз *Potamogeton perfoliatus* и проделан следующий опыт. Был взят глиняный горшок, наполненный грунтом данного биотопа и в него было посажено 4 растения рдеста с готовыми биоценозами из прибрежной зоны. Горшок был поставлен на глубине 1 аршина на буйке, по середине озера. Следовательно были резко изменены все условия (кроме субстрата и грунта).

Приводимая таблица ясно показывает результаты опыта (см. табл. № 8).

Т а б л и ц а № 8.

Влияние биотопа на биоценоз.		
	Л и с т ь я Potamogeton.	
	С опытн. растен.	С есте- ствен.
1) Oedogonium . . .	6	17
2) Coleochaete scu- tata . . . . .		11
3) Closterium par- vulum.? . . . .	22	
4) Epithemia sorex.		16
5) Synedra acus. . .	184	69
6) Navicula radiosa.	40	213
7) Cymbella sp. . .	1632	416
8) Actinophrys sol. .	1066	2
9) Codonella lacus- tris . . . . .	168	
10) Diffugia globu- losa . . . . .		6
11) Diaschiza megaloc- ephala . . . . .		6

Все цифры этой таблицы при-  
ведены к 1 кв. см.

Для выяснения значения грун-  
та и субстрата для биоценоза  
были проделаны подобного—же  
рода опыты, но они, по техни-  
ческим условиям, не удалось.

Резюмируя все вышесказанное  
мы приходим к заключению, что  
изученные биоценозы <sup>1)</sup> могут  
встречаться только в определен-  
ных экологических условиях.  
Биоценологическая связь несом-  
ненно существует, но проявляет-  
ся далеко не одинаково. Наблю-  
дается более близкая зависимость  
и менее близкая; первую отме-  
чаю как коррелятивную; таким  
образом, она является лишь  
частью общей биоценологической  
зависимости.

Коррелятивная зависимость  
наблюдается как положительная,  
так и отрицательная.

Следовательно, в силе остается  
первое определение понятия  
биоценоза, как „подвижно-равно-  
весной системы населения, уста-

навливающейся в данных экологических условиях.“

## Versuch einer praktischen Lösung der Biocoenosenfrage.

G. S. Karsinkin.

(Vorläufige Mitteilung).

### I.

Das Vorhandensein verschiedener theoretischer Meinungen in Bezug auf die Definition des Begriffes von Biocoenose macht eine rein praktische Prüfung der Richtigkeit dieser Definitionen notwendig.

Diese Arbeit wurde im Jahre 23—24 am Glubokoje See gemacht. Sie wurde auf zweifache Weise geführt: 1) Durch Analyse von natürlichen Biocoenosen, 2) auf experimentellen Wege. Im ersten Teil der Arbeit wurden die Aufwüchse reiner abgesonderter Pflanzenvegetationen unter eingehenden Studium von Biotop erforscht. Beim Studium von Biotop wurden folgende Faktoren berücksichtigt: die Beziehung zu den am meisten wehenden Winden, an welchem Ufer gelegen, Charakter des Ufers, Charakter des Bodens, Temperatur, O<sub>2</sub>, pH, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca, Charakter des Substrates an welchem der Organismus befestigt ist.

Auf Grund dieser Beobachtungen haben die Vegetationsansammlungen von Phragmites und Equisetum grosse Aehnlichkeit von einander; sie haben auch am meisten ähnliche Biocoenosen (Siehe Tab. 1 und 2). Bei der Analyse der Biocoenosen wurde nicht nur ihr qualitativer Be-

<sup>1)</sup> Насколько мною изучены биоценозы „свободной воды“ между зарослями, они в различных зарослях почти идентичны, следовательно, не так сильно реагируют на изменения условий как биоценозы связанные с субстратом.

stand, sondern auch ihre quantitativen Beziehungen berücksichtigt. Zwecks quantitativer Berechnungen wurden Ausschnitte von 1 cm<sup>2</sup> oder 30 mm<sup>2</sup> gemacht, deren Aufwüchse abgeschabt und auf Deckgläschen berechnet.

Dabei hat sich die Abhängigkeit der Organismen vom Substrate ergeben. Bei der geringen Verschiedenartigkeit die z. B. bei Equisetum sich vorfindet 1) Die Blattscheiden, 2) Stengel im eigentlichen Sinn, ergeben nur 5 Formen eine quantitative Reaktion (Siehe Tab. 3). Eine grössere Veränderung des Substrates, wie z. B. bei frischen und daneben liegenden abgestorbenen Abschnitten von Blättern des Naphar zeigt auch eine grössere Biocoenosenveränderung auf; im ganzen reagieren darauf 6 Arten, davon 2 qualitativ (Siehe Tab. 4).

Der Einfluss des Lichtes ist an der Biocoenose der Blätter und Stiele von Nuphar deutlich ersichtlich, erstere ist durch animalische, zweite durch vegetative Bionten gekennzeichnet.

Bei der Beobachtung von Biocoenose in den Vegetationsansammlung von Equisetum und an seinem Rande, wo alle übrigen Faktoren des Biotops vollständig gleich waren ausgenommen Beleuchtung und Wellen, hat es sich erwiesen, dass die Wellenbewegung von grosser Bedeutung ist. Die Biocoenose verändert sich stark sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Beziehung (siehe Fig. 5), die am meisten charakteristischen Formen wie z. B. Cladophora fallen aus.

Der Einfluss der chemismus ist vorläufig nicht aufgeklärt.

Es muss also die Veränderung des Biotops eine Veränderung der Biocoenose zur Folge haben.

Schon auf Grund theoretischer Erwägungen muss ein bestimmter biocoenetischer Zusammenhang hier bestehen.

Zwischen einigen Organismen von gegebener Biocoenose existiert ein engerer biocoenetischer Zusammenhang den ich als + oder — correlative Abhängigkeit bezeichne. Die positive Correlation — der Eintritt einer Form in die Biocoenose hat den Eintritt anderer Formen in dieselbe zur Folge; so ist z. B. Anwesenheit von *Lyngbya radiosa* mit Eintritt von Wasserpflanzen in die Biocoenose verbunden. Bei negativer Correlation verhindert der Eintritt einer Form die Entwicklung einiger anderer Formen, so wird z. B. bei üppiger Entwicklung von *Cladophora* die Entwicklung von *Coleochaete*, etwas weniger von *Oedogonium* und *Bulbochaete* unterdrückt.

## II.

Experimenteller Teil der Arbeit. Die Kultivierung einzelner Bionten und ihrer verschiedenen Kombinationen hat gezeigt, dass die Würmer und Larven der Chironomidae am schwersten am Leben bleiben. Um den Zusammenhang des sekundären Aufwuchses mit den Fadenalgen aufzuklären, wurden Experimente mit Kinderhaar, welches die Fadenalgen ersetzen sollte veranstaltet. Es ergab sich, dass Fadenalgen bei 6 Organismen die Rolle des Substrates erfüllen und mit 3 Organismen ein engerer Zusammenhang besteht (Siehe Fig. 7). Das zur Feststellung der Bedeutung der Mehrzahl der Faktoren des Biotops mit Ausnahme von Substrat und Boden, veranstaltete Experiment (Uebertragung fertiger Biocoenose der Vegetation von *Potamogeton perfoliatus* von Ufer in die Mitte des Sees) erwies wiederum, dass es einen Zusammenhang zwischen der Mehrzahl der Faktoren von Biotop und Biocoenose gibt (Tab. 8).

Alles das spricht für die Definition des Begriffes Biocoenose als eines in beweglichem Gleichgewicht befindlichen Systems, welches sich unter den gegebenen ökologischen Verhältnissen einstellt.

## Результаты бактериологических исследований воды Глубокого озера.

С. И. Кузнецов.

### 1. Количественный анализ вертикального распределения бактерий в 1923 году.

В результате исследований по химизму воды Глубокого озера, произведенных Воронковым<sup>1)</sup> в 1909—12 г. и нами<sup>2)</sup> в 1921—22 г. удалось подметить некоторые закономерности в вертикальном распределении растворенных газов в воде Глубокого озера.

А именно, в середине лета на глубине 8—10 метров намечается зона с минимальным содержанием кислорода и максимальным содержанием свободной углекислоты, при чем слой с минимумом кислорода и максимумом углекислоты зачастую не совпадают.

Образование зоны минимума кислорода Воронков объяснял малым количеством света, отсутствием циркуляции, потреблением кислорода зоопланктоном, отмершими в верхних слоях и разлагающимися планктонными организмами. Нам же казалось, что одной из причин и, может быть, наиболее существенной, образования зоны минимума кислорода и максимума углекислоты, является деятельность бактерий, развивающихся за счет отмершего фито- и зоопланктона.

И вот весной 1923 года, когда выработывалась программа работ станции на текущий год, А. В. Румянцев и предложил нам заняться вопросом о вертикальном распределении бактерий в воде Глубокого озера.

Первые бактериологические исследования в Глубоком озере были произведены в 1913 году над образцами ила Николаевой и Сулима<sup>3)</sup>. Ими были поставлены пробы на разложение белков, на денитрификацию и брожение клетчатки, кроме того, был выделен ряд отдельных представителей бактерий.

Литературные данные по вопросу о вертикальном распределении бактерий, в связи с химизмом воды очень бедны. По исследованию русских озер нам не удалось найти ни одной работы; более

<sup>1)</sup> Воронков, Н. В. Вертикальное распределение кислорода в Глубоком озере и т. д.

Труды Гидробиологич. станц. на Глубок. озере, т. V, вып. I, стр. 36. 1913.

<sup>2)</sup> Кузнецов и Дуплаков. — Физико-химическ. исследования Глубок. озера и т. д. Русский Гидробиологич. журн. 1923, т. II, № 7—10.

<sup>3)</sup> Николаева и Сулима. К вопросу о микробной флоре и биохимич. процессах озера Глубок. Труды Гидробиологич. ст. на Глубок. оз., т. V, вып. I, стр. 9.

полно исследованы реки. По исследованию бактерий морской воды имеется работа Исаченко<sup>1)</sup>, где приведена сводка литературы.

Из озер Западной Европы в бактериологическом отношении обстоятельно исследовано Leo Minder'ом<sup>2)</sup> Цюрихское озеро и в результате своей работы он приходит к следующим выводам:

1. В вертикальном распределении бактерий в продолжении года замечается некоторая периодичность—большее количество зимой с максимумом в ноябре, и меньшее количество летом с минимумом в июне.

2. Во время летней и зимней стратификации количество бактерий с глубиной увеличивается.

3. Периодичность в распределении бактерий есть функция солнечного освещения. Летнее увеличение бактерий с глубиной приблизительно согласуется с констатированным Liesbaueg'ом уменьшением фотохимически действующих лучей. Колебания в питательном материале играют для развития бактерий подчиненную роль.

Таким образом количество бактерий в озере определяется величиной названных, задерживающих развитие, факторов и конвекционными токами, играющими важную роль в распределении бактерий.

Автор химических анализов попутно не производил, да и по биологическому типу Цюрихское озеро отличается от Глубокого, обладая большей прозрачностью, и являясь озером в большинстве зимних периодов не замерзающим. Вследствие этого нам казалось возможным встретить в Глубоком озере иное распределение бактерий и обнаружить связь с физико-химическими данными озера.

Пробы для бактериологического анализа брались нами следующим образом: в банку, вместимостью около 100 см<sup>3</sup>, вставлялась пробка с двумя стеклянными трубками, из которых одна доходила почти до дна.

Трубки затыкались ватными пробками и все стерилизовалось сухим жаром два часа при 160° С. Затем на концы трубок стерильно надевался таким же образом стерилизованный кусок каучуковой трубки.

При взятии проб воды банка привязывалась к веревке, с нанесенными метрами, и опускалась на нужную глубину. При помощи второй веревки каучуковая трубка сдвигивалась и батометр наполнялся водой. При извлечении на поверхность концы трубок вновь затыкались стерилизованной ватой. Пробы по возможности быстро отвозились в лабораторию и производился посев на желатину или агар, по 1 см<sup>3</sup> воды на чашку Петри. С каждой глубины засевалось по две параллельные чашки. Подсчет колоний производился при помощи десятикратной луцы: агаровых культур на седьмой день, желатиновых—на 5-й. В таблицах приведены цифры соответствующие среднему из числа колоний, выросших в двух чашках.

В Глубокое озеро поступает вода из окружающих торфяных болот. Вследствие этого нам казалось, что наиболее благоприятной средой для выделения бактерий из озера будет твердая среда на торфяной вытяжке с добавлением  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

<sup>1)</sup> Исаченко.—Исследования над бактериями Сев. Ледов. Океана. Труды Мурманск. Научно-Промыслов. Экспед. 1906. Петербург. 1914.

<sup>2)</sup> Leo Minder. Zur Hydrophysik des Zürich-und Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobacteriologie des Zürichsee. Приведена сводка литературы. Archiv für Hydrobiologie. Том XII, тетр. I, стр. 122. (1918).

Торфяная вытяжка готовилась аналогично тому, как поступал Н. Fischer при выделении бактерий из почвы, на почвенной вытяжке<sup>1)</sup>; а именно,—5 гг неразложившегося сфагнового торфа кипятились 30 минут в 250 см<sup>3</sup> торфяных выжимок с добавлением 0,1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и 0,2% KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> и фильтровались; фильтрат получался темно-буровато-коричневого цвета.

Пробы первых четырех анализов были посеяны на 1,5% агар, а последних трех на 10% желатине на торфяной вытяжке.

Анализы производились один раз в месяц и с 22-го июня по 28-е октября нами было произведено 6 анализов и затем один зимний анализ в январе 1924 года.

Сопоставляя полученные результаты (смотри таблицу), в случае каждого отдельного анализа, не всегда удается установить закономерную связь в вертикальном распределении всех входящих компонентов. В некоторых же случаях, действительно, подобно подмеченной Leo Minder'ом, правильности, количество бактерий с глубиной возрастает.

Даже, больше того, анализ от 14/IX указывает на очень хорошее соответствие между количествами растворенных свободной углекислоты и уменьшением количества кислорода, при увеличении количества бактерий, как раз в зоне на глубине 7 мт., т.е. на нижней границе температурного скачка.

Если мы теперь рассмотрим, как изменялось количество бактерий в продолжении лета и осени в отдельных слоях, то мы увидим следующую картину.

Количество бактерий в 1 см<sup>3</sup>.

Глубина в мт.	Время анализа	22/VI	13/VII	27/VII	16 VIII	14/IX	23/X	14/I
		23 г.						24 г.
0		71		61	21	50	48	110
4		64		28	108	77	154	61
8		126	69	26	47	94	382	67
12			106	100	64	64	281	51
15		14						
18			98	130	42	72	28	24
23		81						
25			59					
27				185				
28		365						101
29					29			
30						98	130	

В поверхностном слое количество бактерий колеблется около 50 шт. на 1 см<sup>3</sup>, при чем минимальное количество бактерий было

<sup>1)</sup> Цитировано в статье А. Войткевича и А. Коленева. Бактериологический анализ почвы. Вестник бактериолого-агрономической станции имени В. К. Феррейна. 1912. № 19, стр 135.

в середине августа—21 шт. в 1 см<sup>3</sup>. Осенью количество бактерий увеличилось и зимой, анализ от 14/1—24 г., достигло 110 в 1 см<sup>3</sup>.

На глубине 4 мт. в конце июля количество бактерий достигало своего минимума—28 шт. в 1 см<sup>3</sup>, а к осени начало увеличиваться, достигнув в конце октября максимума—154 шт. в 1 см<sup>3</sup>. Зимой, как показал анализ 14/1—24 г., количество бактерий упало до 61 шт. на 1 см<sup>3</sup>.

На глубине 8 мт., та же картина, что и на 4, но выражена более ярко. В конце июля минимум (28 шт.), затем повышение к осени, причем 28 октября в 1 см<sup>3</sup> наблюдалось 382 бактерии. Зимой количество бактерий вновь падает до 67 шт. на 1 см<sup>3</sup>.

На 12 мт. минимум бактерий сдвигается на август. К осени и здесь наблюдается резкое повышение количества бактерий (в конце октября 281 шт. в 1 см<sup>3</sup>). Зимой же количество бактерий вновь падает до 51 шт. в 1 см<sup>3</sup>.

Несколько иную картину мы видим в придонных слоях. На глубине 18 мт. максимальное количество бактерий наблюдалось в июле (130 шт.), затем количество бактерий начало падать и в середине августа наблюдался минимум (29). К осени количество бактерий начало вновь возрастать и держалось с небольшим уменьшением вплоть до января.

#### Результат предварительных количественных анализов бактерий.

Таким образом, наше предварительное исследование, поставленное с целью—выяснить общую картину и порядок величин с какими приходится иметь дело, показало:

1. В противоположность Цюрихскому озеру количество бактерий с глубиной в Глубоком озере увеличивается не всегда.

2. Летом количество бактерий достигает некоторого минимума в июле или в августе, в зависимости от глубины слоя. К осени количество бактерий сильно возрастает, но зимой, в противоположность Цюрихскому озеру, количество бактерий вновь падает.

3. Связи с физико-химическими данными в вертикальном распределении бактерий в общем случае установить не удастся.

Результаты анализов показывают, что зависимость между бактериальным населением и физико-химическими данными воды, более сложная, чем казалось бы с первого взгляда. Несомненно, на вертикальное распределение углекислоты и кислорода влияют температура воды, конвекционные токи, свет, фито-и зоопланктон, флагоеллы, бактерии и т. д., причем все эти факторы очень тесно переплетены между собою.

Нам кажется, что изучая отдельно деятельность различных групп организмов, легче будет подойти к физиологии всего водоема.

В частности, что касается бактерий, то на очередь надо поставить не общий количественный подсчет, а изучение вертикального распределения отдельных групп, например, денитрификаторов, нитрификаторов, гнилостных бактерий и т. д.

## 2. Количественный анализ вертикального распределения отдельных групп бактерий в Глубоком озере

### Вертикальное распределение денитрификаторов.

В результате работ 1923 г. на очередь встал вопрос о вертикальном распределении в Глубоком озере отдельных групп бактерий, и летом 1924 г. мы произвели анализ вертикального распределения денитрификаторов—*Bac. Stutzeri* и *Bac. denitrofluorescens*.

В литературе вопрос о денитрификации в пресноводных водоемах затрагивался очень мало, да и то в связи с исследованием вопроса о поднятии производительности прудов в рыбных хозяйствах.

Опыты ставились на прудовой опытной станции в Вильбахе <sup>1)</sup>. 48 прудов означенного хозяйства удобрялось в различное время и различными дозами кальциевой и натронной селитры. Но селитра быстро пропадала из-за того, что сильно развивался процесс денитрификации, как результат жизнедеятельности *Bact. fluorescens liquefaciens*, и вследствие этого планктон почти не реагировал на селитру. Денитрификация превышала усвоение селитры в тех случаях, если дно и вода пруда отличались большим количеством углеводов, если в силу разложения органических веществ происходило сильное падение кислорода и, если значительно поднималась температура воды в летние месяцы.

Относительно денитрификации в морской воде сводка литературы приведена в работе Исаченко: „Исследование бактерий Северного Ледовитого океана“. Автор выделил из морской воды целый ряд бактерий, способных разлагать нитраты и нитриты до свободного азота.

Исследование носит в значительной мере качественный характер, но все же он указывает, что денитрификаторы были им обнаружены в каждом кубическом сантиметре воды, за исключением поверхностных слоев океана.

Литературных указаний о распределении денитрификаторов в пресноводных озерах нам найти не удалось.

О распределении денитрификаторов в реках есть указания в статье А. Войткевича <sup>2)</sup>. Автор произвел бактериологический анализ воды реки Москвы, у Рублева, в декабре месяце, и обнаружил присутствие денитрификаторов в 150 см<sup>3</sup>; при засеве среды Giltay'a меньшим количеством не фильтрованной москворецкой воды процесс не шел.

Как мы уже указывали в результате работ 1923 г. казалось вероятным связать причины образования кислородного минимума с вертикальным распределением бактерий. Исследование отдельных групп бактерий летом 1924 г. мы начали с денитрификаторов.

Питательная среда употреблялась элективная для *Bac. Stutzeri* и для *Bac. denitrofluorescens*, следующая:

<sup>1)</sup> Fischer, H. Über Denitrification in Teichen und ihre praktische Bedeutung. Habilitationsschrift a. d. Techn. Hochschule München. 1916. (Цитировано по реферату).

Fischer, H. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen. Arch. f. Hydrobiologie. und Planct. Bd. X (1915). 417.

<sup>2)</sup> А. Войткевич. „К микробиологии воды“. Вестник бактериолого-агрономической станции имени Феррейна. 1913 г., № 20, стр. 102.

Таблица анализов.

Глубина в м.	t°C.	рН.	CO <sub>2</sub> см <sup>3</sup> на Lt.			O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> на Lt.	Бактерий в см <sup>3</sup> .	Глубина в м.	t°C.	рН.	CO <sub>2</sub> см <sup>3</sup> на Lt.			O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> на Lt.	Бактерий в 1 см <sup>3</sup> .
			Свободн.	Связанная.	Полусвязанная.						Свободн.	Связанная.	Полусвязанная.		
Анализ 24/VI 23 г.							Анализ 14/I 24 г.								
0	17.5	7.4	1.8	7.2	7.2	5.1	71	0	0.1	7.3	6.5	6.5	6.5	8.4	110
4	12.5	6.9	6.6	7.0	7.0	3.4	64	4	7.3	5.1	6.4	6.4	8.2	61	
8	5.5	6.8	4.6	6.2	6.2	3.3	126	8	2.5	7.2	4.6	6.9	6.9	67	
12	5.0	6.7	4.6	8.6	8.6	3.9		12		7.0	5.1	6.5	6.5	51	
15							14	18		6.6	9.9	4.4	4.4	24	
23							81	27	2.7	7.0	5.5	5.5	7.0	101	
28							365								
Анализ 13/VII 23 г.							Анализ 3/VII 24 г. Bacillus Stutzeri.								
0	18.2	7.5	1.4	7.6	7.6	5.5		0	20	7.7	0.7	7.9	7.9	7.5	в 10 см <sup>3</sup>
4	15.2	6.8	6.9	8.6	8.6	4.3		4	16.6	6.9	4.5	8.6	8.6	5.3	>10 "
8	5.6	6.8	6.2	7.6	7.6	3.4	69	8	8.2	6.9	5.1	6.4	6.4	5.6	5 "
12	5.0	6.8	5.7	7.2	7.2	3.8	106	12	5.5	6.9	5.0	7.9	7.9	7.5	10 "
18	4.5	6.8	6.6	8.0	8.0	3.8	98	18	5.0	6.9	5.9	7.2	7.2	8.0	10 "
25	4.5	6.7	8.6	7.2	7.2	3.1	59	30	4.9	6.9	5.0	7.5	7.5	6.3	5 "
Анализ 24/VII 23 г.							Анализ 28/VII Bacillus denitrofluorens.								
0							61	0							в 6 см <sup>3</sup>
4							28	4							7 "
8							26	8							8 "
12							100	12							7 "
18							130	18							18 "
27							185	30							6 "
Анализ 16/VIII 23 г.							Анализ 9/VIII Нитрификаторы.								
0	16	7.4	1.6	6.6	6.6	6.2	21	0	22.1	8.8	-1.3	7.0	5.7	8.6	в 11 см <sup>3</sup>
4	16	7.3	1.6	7.2	7.2	6.3	108	4	20.1	7.1	5.9	7.0	7.0	2.8	10 "
8	7.2	6.8	6.6	6.0	6.0	3.5	47	8	8.2	6.8	6.0	7.4	7.4	4.5	7 "
12	4.7	6.8	6.6	6.6	6.6	3.8	64	12	6.0	6.7	6.2	5.7	5.7	5.9	7 "
18		6.8	6.9	6.8	6.8	3.2	42	18	5.3	6.8	6.4	6.4	6.4	6.1	17 "
29		6.8	8.0	8.0	8.0	3.2	29	29	4.9	6.8	7.7	6.9	6.9	3.7	17 "
Анализ 14/IX 23 г.															
0		7.6	0.7	8.1	8.1	6.3	50								
4		7.3	2.4	7.0	7.0	5.8	77								
8		6.8	7.2	6.5	6.5	3.2	94								
12		6.8	6.3	6.9	6.9	3.4	64								
18		6.8	7.7	6.4	6.4	2.8	72								
30		6.8	7.9	6.9	6.9	3.0	98								
Анализ 23/X 23 г.															
0	6.8	6.9	4.4	6.3	6.3	6.2	48								
4	7.0	7.1	4.6	6.4	6.4	6.2	154								
8	7.0	7.1	4.3	7.0	7.0	6.3	382								
12	4.5	6.8	4.5	5.9	5.9	6.2	281								
18		6.9	4.9	7.6	7.6	4.7	28								
30		6.9	6.6	5.7	5.7	4.2	130								

Озерная вода + 0,1%  $KNO_3$  + 0,05%  $Na_2HPO_4$  с добавлением виннокислого кальция для *Bac. Stutzeri* и лимоннокислого для *Bac. denitrofluorescens*.

Культуры *Bac. Stutzeri* и *Bac. denitrofluorescens* ставились в пробирках и заражались озерной водой. Общий объем жидкости 15 см<sup>3</sup>.

Денитрификация обнаруживалась по помутнению раствора и по появлению пены. Культуры стояли в термостате при температуре около 30° С. Длительность культур *Bac. Stutzeri* 14 дней, *Bac. denitrofluorescens* 32 дня. Результат обнаружился уже через неделю, но культуры были оставлены, чтобы проверить, не разойдется ли денитрификация в большем числе культур.

Количество денитрификаторов в Глубоком озере очень невелико, как выяснилось из анализов, одна бактерия находится в 5—10 см<sup>3</sup> воды. Такое малое количество денитрификаторов можно связать с кислой реакцией озерной воды (рН=6,7—6,9), так как по исследованиям Т. М. Захаровой означенные виды начинают энергично разлагать нитраты лишь при реакции рН=7,0—8,2. В кислую сторону от рН=6,1 процесс денитрификации приостанавливается <sup>1)</sup>.

#### Вертикальное распределение нитрификаторов.

В выше цитированной статье А. Войткевич: „К микробиологии воды“—есть также указания и на присутствие в москворецкой воде нитрификаторов, причем он обнаружил процесс нитрификации при заражении среды Омелянского, видоизмененной Löhnis'ом, пятью кубиками воды.

Мы также ставили летом 1924 года культуры в колбах Эрленмейера на 60 см<sup>3</sup>; в каждую колбу вносилось по 20 см<sup>3</sup> питательной среды Виноградского. Процесс обнаруживался по появлению азотной кислоты. Анализ был произведен на 21 день и обнаружил, что одна бактерия находится в 10—20 см<sup>3</sup> воды.

Таким образом выясняется, что количество нитрификаторов и денитрификаторов в Глубоком озере настолько незначительно, что они, конечно, не могут оказывать никакого влияния на образование кислородного минимума и в дальнейшем к этому вопросу может быть целесообразнее всего будет подойти, изучая электропроводность и окислительный потенциал воды.

## Die Bakteriologische Untersuchung des Wassers vom See Glubokoje.

S. I. Kuznetzoff.

### I. Quantitäts Analyse der verticalen Verteilungen der Bakterien im Jahre 1923.

Die Resultate der Quantitäts Analyse der Bakterien in den verschiedenen Schichten des Sees Glubokoje können folgendes erweisen:

1. Im Gegensatz zum Zürischer See vergrößert sich die Menge der Bakterien je nach der wachsenden Tiefe im See Glubokoje nicht.
2. Im Sommer erreicht die Menge der Bakterien ein gewisses minimum im Juli, oder August, was von der Tiefe der Schichte in Ab-

<sup>1)</sup> Т. М. Захарова. О денитрификации в зависимости от реакции среды. Н. Т. Отд. В. С. Н. Х. № 85. Труды инст. по удобрениям, № 29, 1925.

hängigkeit steht. Im Herbst vermehrt sich die Anzahl der Bakterien bedeutend, im Winter aber, im Gegensatz zum Züricher See, vermindert sich die Menge der Bakterien wieder und kommt derjenigen des Sommers gleich.

Beziehungen zwischen den physikalisch-chemischen Verhältnissen und der vertikalen Verteilung der Bakterien in allgemeinen Fall, ist nicht gelungen festzustellen.

Die Resultate der Analysen erweisen, dass die Abhängigkeit zwischen der bakteriellen Besiedelung und den physikalisch-chemischen Verhältnissen des Wassers komplizierter ist, als es vom ersten Blick erscheint.

Zweifellos wirken auf die vertikale Verteilung der Kohlensäure und des Sauerstoffes die Temperatur, die Konvections-Ströme, das Licht, Phyto und Zooplankton, Flagellaten, Bakterien u. s. w., wobei alle diese Factoren sehr eng unter einander verbunden sind.

Uns scheint es, dass separate Studien der Tätigkeit einer jeden der verschiedenartigen Organismen-Gruppen es erleichtern werden der Physiologie des ganzen Wasserbehälters näher zu kommen.

Was die Bakterien anbetrifft, so muss man in die erste Reihenfolge nicht die allgemeine Quantitäts Zusammenzählung, sondern die Studierung der vertikalen Verteilung der verschiedenen Gruppen stellen, z. B. der Denitrificatoren, Nitrificatoren, u. s. w.

## II. Quantitative Analyse der vertikalen Verteilung einzelner Bacterien Gruppen im See Glubokoje.

Im Sommer 1924 machten wir eine Analyse der vertikalen Verteilung von Denitrificatoren (*Bac. Stutzeri* und *Bac. denitrofluorescens*) und Nitrificatoren im see Glubokoje.

Als Ergebniss der Arbeit hat es sich herausgestellt, dass die Verteilung genannter Bacterien in allen Tiefen des Sees eine ziemlich gleichmässige ist, und ihr absolutes Quantum so geringfügig ist, das von einem Einfluss genannter Arten auf die Bildung eines Minimums von Sauerstoff und Maximums von Kohlensäure keine Rede sein kann. So kommt im Falle von *Bac. Stutzeri* eine Bacterie in 5—10 cm<sup>3</sup> Wasser vor., *Bac. denitrofluorescens*—1 Bacterie in 6—18 cm<sup>3</sup> und bei Nitrificatoren—1 Bacterie in 7—17 cm<sup>3</sup> Wasser.

## К вопросу о распределении болотных микроорганизмов в зависимости от физико-химических свойств болотной воды.

С. И. Кузнецов и А. П. Щербаков.

До сих пор на Гидробиологической станции на Глубоком озере производились лишь исследования самого озера и прилежащих водоемов, болото же, окружающее озеро с трех сторон, исследовалось очень мало и чувствовалась большая необходимость пополнить этот пробел.

Весной 1924 года на совете станции, обсуждая программу работ станции на текущий год, мы и решили взять на себя эту задачу.

Вопрос о влиянии активной реакции, количества железа, кальция и других веществ, растворенных в болотной воде на распространение и развитие микрофауны и микрофлоры интересует в настоящее время многих исследователей. Но из печатных трудов нам известна лишь работа С. Н. Скадовского <sup>1)</sup>. Эта работа представляет для нас тем больший интерес, что исследованное им болото находится в сходных климатических условиях с Глубоким озером, отстоя от последнего всего верстах в 15-ти. Однако, нужно отметить, что болото исследованное С. Н. Скадовским верхового происхождения, а болото окружающее Глубокое озеро по своему образованию низовое.

В результате своей работы автор разбил болото на 3 зоны в связи с активной реакцией воды.

I зона—Периферия болота.

$t^{\circ} = 22^{\circ}\text{C}$ ; электропроводность  $0,295 \cdot 10^{-4}$ ;  $\text{pH} = 6,05-6,50$ , окисляемость  $38,93 \text{ mg. O}_2$  на 1 Liter.

### Характерные микроорганизмы:

<i>Eudorina elegans</i> .	<i>Ascomorpha ecaudis</i> .
<i>Trachelomonas</i> (6 видов).	<i>Taphrocampa selenura</i> .
<i>Phacus</i> (2 вида).	<i>Arcella vulgaris</i> .
	<i>Actinosphaerium Eichhornii</i> .
	<i>Diaschiza coeca</i> и <i>D. gracilis</i> .

II зона представляет из себя лужи; биоценоз соответствует торфяным карьерам.

$t^{\circ} = 26^{\circ}\text{C}$ ; электропроводность  $0,518-0,559 \cdot 10^{-4}$ ;  $\text{pH} = 4,38-4,50$ , окисляемость  $62,94 \text{ mg. O}_2$  на 1 Liter.

<sup>1)</sup> Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und angewandte Limnologie. Stuttgart. 1923. стр. 352.

Х а р а к т е р н ы е м и к р о о р г а н и з м ы :

<i>Dinobryon cylindricum</i> v. <i>palustre</i> .	<i>Trachelomonas volvocina</i> .
<i>Nuclearia delicatula</i> .	<i>Synura verrucosa</i> .
<i>Arcella vulgaris</i> .	<i>Notommata cerebrus</i> .
<i>Actinosphaerium Eichhornii</i> .	<i>Diaschiza</i> (неск. видов).
	<i>Anuraea aculeata</i> v. <i>serrulata</i> и v. <i>cochlearis</i> .

III зона—характерный сфагновый торфяник.

$t^{\circ}=21,6^{\circ}\text{C}$ ; электропроводность  $1,02 \cdot 10^{-4}$ ;  $\text{pH} = 3,7 - 3,8$  окисляемость  $133,40 \text{ mg. O}_2$  на 1 Litr.

Х а р а к т е р н ы е м и к р о о р г а н и з м ы .

<i>Carteria obtusa</i> .	<i>Arcella discoides</i> .
<i>Menoidium</i> sp.	<i>Nebela collaris</i> .
<i>Astasia Dangeardii</i> .	<i>Philodina roseola</i> .
<i>Chylomonas oblonga</i> .	<i>Monommata longisetata</i> .
<i>Assulina seminulum</i> .	<i>Diaschiza gibba</i> .
<i>Hyalosphenia papilio</i> .	<i>Elosa woralli</i> .
	<i>Monostyla lunaris</i> .

Как видно из вышеприведенных данных автору удалось подметить ряд характерных микроорганизмов для каждой зоны.

Что касается болота исследованного нами, то там картина получается более сложная. По высшей растительности и активной реакции воды можно наметить 5 характерных зон:

1. Сфагновое болото.
2. Сфагново-осоково-злаковое болото.
3. Заросли хвоща.
4. Лес на болоте.
5. Гипновое болото.

Микрофауна может быть также разбита на пять групп соответствующих этим зонам, по распределению же микрофлоры зона 2 и 3 могут быть без особенной натяжки слиты воедино.

М е т о д и к а р а б о т ы .

Все химические исследования, за исключением определения окисляемости, производились на месте взятия проб. Реакция воды определялась колориметрически по методу Sørensen'a. Железо колориметрически с роданистым калием (вода предварительно фильтровалась). Азотная кислота с дифиниламином. Кальций и серная кислота—нефелометрически.

Для получения микроорганизмов болотная вода бралась из верхнего горизонта и пропускалась через планктонную сетку Кольквица из газа № 20. Пробы просматривались тотчас по возвращении в лабораторию по возможности в живом виде. Учет микрофауны и флоры—производился нами лишь качественный, а количество встречавшихся микроорганизмов отмечалось на-глаз, в зависимости от частоты их попадания, буквами: сс — очень много, с — много, гс — средне, г — мало, гг — очень мало. В прилагаемых в конце таблиц

Таблица I.  
Распределение физико-химических условий на болоте летом 1924 года (Глубокое озеро).

ЗОНЫ. ДАТЫ.	I.				II.				III.				IV.				V.				
	4/VI.	1/VII.	10/VIII.	5/IX.	1/VI.	5/IX.															
t° по С.	18°	25.3°	18.5°	14°	11°	14°	17°	13°	10°	14°	21°	16.7°	12.5°	8°	14°	17°	16.2°	12.5°	9°	19.7°	17°
		25°				13.9°					17°										
	16°	25.4°				16°															
pH. . . .	4.3	4.5	4.1	4.6	4.6	5.6	5.7	5.4	5.2	6.1	6.6	5.9	6.0	6.1	6.6	6.5	6.5	6.7	6.5	6.9	6.5
	4.2	4.7				5.6	5.5			6.1	5.9										7.4
	4.7	5.3				5.65															
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	0.75			0.5	1	1.2		5.0	5	2		3.5	3	3	12			9	6.5		0.8
	0.75					1.2															
Ca . . . .	0			0	0	30		15	20	35		10	10	10	35			25	20		80
Окисляемость..			121.6			148.6						159.6					72.9				115.1

организмы отмеченные нами сс и с зачернены, встречавшиеся же в меньших количествах—заштрихованы. Таким образом можно составить себе представление о распределении микроскопического населения по зонам болота и отличить характерные формы.

Приводимые нами таблицы не разбиты по отдельным анализам, а представляют из себя суммарные данные от двух серий анализов. Данные отдельных анализов, по отношению к характерным формам, сходятся.

Химических анализов за лето удалось произвести пять (с 4/VII—5/X), пробы микроорганизмов были взяты два раза.

### Описание болота.

Глубокое озеро почти с трех сторон окружено болотами. С северо-западной стороны, вплотную к самому озеру примыкает сфагновое болото, представляющее сплошной сфагновый покров с довольно значительным количеством клюквы, *Andromeda*, *Cassandra*, *Drosera* и поросшее отдельными редкими березками. Этот участок у нас обозначается как 1-я зона.

Если идти от этого пункта на запад, то картина постепенно меняется: шагов через 300—400 клюквы, *Andromeda*, *Cassandra* и *Drosera* исчезают; количество березок значительно увеличивается, и, прежде ровная поверхность становится кочковатой. Появляются *Frangulus alnus*, высокая, жесткая осока, мелкий злак; мох сверху покрыт остатками сухой травы. Эту часть болота мы обозначаем II-й зоной.

Дальше начинает появляться *Menianthes trifoliata*, *Ranunculus Lingua*, преобладание осоки заменяется злаком, затем начинает появляться *Equisetum limosum* и, наконец, шагов через 800 от начала второй зоны мы попадаем в зону с чрезвычайно высокой и густой травянистой растительностью, среди которой преобладающее место занимает *Equisetum limosum*. Березняк становится высоким и густым. Почва покрыта гнилыми листьями и мох почти пропал. Это место мы называем III-й зоной болота—зоной хвоща.

Величина зоны хвоща не превышает 150—200 шагов, а затем хвощ начинает пропадать и березняк заменяется лесом. Около деревьев моховые кочки из *Sphagnum* и *Hypnum*, между кочками жидкая грязь; если неосторожно оступиться, то нога уходит по колено. Местами растет частуха (*Alisma*), а ближе, к концу леса—осока. Ширина полосы леса (IV зона) не больше 200 шагов.

Наконец, за лесом болото обрамляется узкой полоской гипнового моховика с бедной травянистой растительностью. Это—зона V-я.

### Физико-химические особенности болота.

Химизм болота не представляет из себя чего нибудь постоянного и в течение лета претерпевал довольно сильные изменения. Однако, как видно из приводимой таблицы, колебания некоторых элементов, например, активной реакции, в пределах отдельных участков были заключены в строгие рамки.

I. зона.—Сплошной сфагновый покров с отдельными березками. Реакция колеблется в пределах  $pH=4.1-4.6$ , в большинстве же случаев равна  $4.3-4.4$ .

Количество окисного железа ( $Fe_2O_3$ )  $0,5-0,75$  mg. на Litr.

Количество Са=0.

Окисляемость 121.6 mg. O<sub>2</sub> на Litr.

II зона. Преобладает осока и злак; березки гораздо чаще. рН=5.3—5.7.

Колебания в количестве окисного железа велики, с заметным увеличением к осени 1.2—5 mg. на Litr.

Количество кальция наоборот к осени уменьшается 30—15 mg. на Litr.

Окисляемость 148.6 mg. O<sub>2</sub> на Litr.

III зона—хвоща является как бы переходной зоной к лесу.

Реакция здесь возрастает до рН=6.1 (5.6—6.1).

Количество окисного железа 2—3.5 mg. на Lt.

Количество кальция—35—10 mg. на Lt. К осени количество кальция также падает.

Окисляемость возрастает до 159.6 mg. O<sub>2</sub> на Litr.

IV зона—лес на болоте.

Реакция здесь приближается к нейтральной: рН=6.5—6.7.

Количество окисного железа в этой зоне возрастает до 12—9 mg. на Litr, но к осени падает до 6.5 mg. на Lt.

Количества Са 35—20 mg. на Litr.

Окисляемость меньше, чем в других частях болота—72.9 mg. O<sub>2</sub> на Lt.

V зона—Далее к лесу примыкает гипновое болото и для него мы приводим некоторые цифры.

Реакция здесь становится нейтральной, к осени даже щелочной и очень велико содержание кальция, достигая 80 mg. на Lt.

Железа очень мало 0,8 mg. на Lt.

Окисляемость 115.1 mg. O<sub>2</sub> на Lt.

Общая картина, которую можно себе составить по таблице и описанию зон, такова. Температура, начиная от края болота у озера, где она наиболее высока, постепенно падает, достигая минимума в лесной части. Дальше в гипновом болоте она несколько поднимается. Реакция наиболее кислая у озера постепенно подщелачивается в следующих зонах пока не доходит до почти нейтральной в лесу и нейтральной в гипновом болоте. Содержание железа изменялось также начиная от минимума в I зоне (0,5—1 mg.) и до 6.5—12 mg. в IV зоне, но в пятой зоне его так же мало, как и в первой. Кальция не обнаружено в первой зоне, во второй он уже заметен, в третьей его столько же, в четвертой—количество несколько увеличивается и, наконец, в гипновом болоте его содержание наибольшее—80 mg. на Litr.

Окисляемость была измерена всего один раз; ее колебания незначительны и минимум приходится в IV зоне.

### М и к р о ф л о р а.

I зона характеризуется преобладанием сине-зеленых водорослей. Часто встречаются *Nostoc punctiforme*, *N. paludosa*, *Anabaena catenula* и *An. variabilis* и *Napalosisiphon* sp. Сравнительная бедность десмидиевыми. Здесь почти совершенно отсутствуют диатомовые.

Во II-й зоне можно отметить уменьшение количества сине-зеленых; в значительном количестве встречаются лишь виды *Nostoc*. Видовое количество десмидиевых значительно увеличивается, и из

них *Closterium acerosum* много. Особенно заметно увеличиваются в числе диатомовые (5 видов); много *Pinnularia viridis*.

III зона хвоща характеризуется резким выявлением тех черт, которые наметились уже во второй зоне. Сине-зеленые здесь встречаются лишь в виде отдельных экземпляров. Видовой состав все еще очень разнообразен и *Closterium acerosum* в большем числе экземпляров. Что отличает эту часть болота от предыдущих, — это большое развитие *Zignema* sp. и *Conferva* sp. Особенно поражает увеличение количества диатомовых. В значительном количестве встречаются *Nitzschia*, *Amphipleura* sp. и *Pinnularia viridis*. Так же в большом числе панцыри отмерших диатомей.

IV зона. В лесу можно отметить большую бедность микрофлоры. Почти полное отсутствие сине-зеленых, лишь к осени можно было видеть отдельные экземпляры этих водорослей. Почти полное отсутствие десмидиевых и диатомовых, последние были замечены в небольшом числе только к осени. Здесь было обнаружено жгутиковых больше чем в остальных частях болота. В заметном количестве были лишь две формы: *Pinnularia viridis* и *Conferva* sp.

V зона. В гипновом болоте снова появляются сине-зеленые водоросли: *Апабаена* 2 вида и в значительном количестве *Nostoc*. Также в большом числе *Pinnularia viridis* и из зеленых *Ophiocytium majus*. Из десмидиевых только *Cosmarium botritis* и *Closterium acerosum*, но в порядочном числе.

	I зона.	II зона.	III зона.	IV зона.	V зона.
Количест. видов.	16	28	25	17	15
Из них в значительном числе экземпляров . .	5	4	6	2	7

### М и к р о ф а у н а.

Не все группы животных одинаково внимательно просматривались. Лучше других, по условиям литературы, обработаны: *Crustacea* и *Rotatoria*, хуже *Rhizopoda* и совсем плохо *Infusoria*, мелкие формы которых совсем не удалось учесть.

Микрофауна, так же как и микрофлора и высшая растительность, в каждой зоне болота своеобразна и отлична от соседних зон. Отличия микрофауны наблюдаются, как в видовом составе и видовом разнообразии ее, так и в числе индивидуумов.

	I зона.	II зона.	III зона.	IV зона.	V зона.
Количест. видов..	50	57	40	22	27
Из них в значительном числе экземпляров..	9	4	—	—	—

I зона населена очень сильно. По составу фауна этой зоны отличается от остальных: во-первых, необыкновенным богатством коловраток из группы *Vdelloidea*, которые здесь составляют половину всех коловраток, и ни в одной другой зоне не представлены так обильно и разнообразно; во-вторых, обилием панцырных корненожек из которых *Arcella vulgaris* и *Hyalosphenia papilio* дали массовое развитие в начале лета. Третья характерная черта — это бедность инфузориями, здесь были найдены только две. Только в первой

зоне были встречены: *Trinema enchelys*, *Nebela marginata*, *Diaschiza coesa*, *Polyarthra platiptera v. minor*, *Elosa woralli*, *Callidina tetraodon*, *Philodina hexodonta* и *Rotifer macrurus*, все это—формы характерные для сфагнового моховика.

II зона населена тоже богато, по количеству видов она превосходит все остальные, но количество индивидуумов в ней меньше, чем в первой. Здесь, по сравнению с предыдущей зоной меньше коловраток отряда *Vdelloidea*, а также и панцирных корненожек, но зато увеличилось количество инфузорий, а видов ракообразных больше, чем в какой либо другой части болота. Некоторые виды были встречены только здесь, но не принадлежат к характерным болотным видам. По своему общему характеру микрофауна этой зоны близка к микрофауне первой, от которой отличается примесью некоторых новых форм и некоторым ослаблением тех характерных особенностей микрофауны мха, которые были так резко выражены в первой зоне.

В III зоне, в отличие от двух предыдущих, хотя количество видов лишь немного меньше, все они в небольшом числе, а некоторые и в единичных экземплярах. Видовой состав здесь тоже иной. Коловраток отряда *Vdelloidea* здесь мало, других коловраток еще довольно много, но их видовой состав изменился. Меньше также и корненожек, но зато больше, чем где бы то ни было инфузорий, это, по видимому, объясняется особенно подходящими условиями, которые для них представляли гниющие листья, обильно покрывавшие поверхность болота в 3-й зоне и постоянно очень влажные. Третья зона служит как бы переходной от двух первых к следующей части болота, которая, в свою очередь, разбивается на две зоны.

IV зона—это лес на болоте. Здесь, между сухими кочками, у деревьев, располагаются лужи жидкой и топкой грязи, которая в себе микрофауны почти не имеет и все население в этой части болота ютится по маленьким, наполненным водой углублениям или просто лужам, которые иногда покрывают топкие места. Вероятно, сам характер этой зоны объясняет чрезвычайную бедность микрофауны, как в отношении качественного состава, так и количества. И коловратки, и инфузории, и корненожки одинаково малочисленны, только рачков в лужах было порядочно. Четыре формы были встречены только здесь, это: *Cyclops serrulatus*, *Rotifer neptunius*, *Metopidia parvula* и *Urolepto sp.*

V зона немного богаче видами, чем четвертая, но все же население здесь бедно, это можно объяснить большой сухостью этой части болота. Форм, встреченных только в гинновом болоте мы имеем только три: *Cyclops vernalis*, *Triphylus lacustris* и *Diffugia amphora*. В этой зоне несколько увеличивается количество коловраток группы *Vdelloidea*, что может быть стоит в связи с тем, что здесь имеется моховой покров, который для этих коловраток особенно благоприятен. Большое значение для животных имеет влажность болота. В начале лета на всем протяжении болота встречались лишь два вида циклопов—*Cyclops diaphanus* и *serrulatus*, а к концу было констатировано присутствие еще трех. *C. vernalis*, *bicuspidatus* и *viridis*, появление этих видов совпало с сильными дождями, которые на время увлажнили усыхавшее болото. Относительно корненожек нужно сказать, что они были многочисленны в начале лета, но постепенно уменьшались, и к осени почти исчезли. Что явилось причиной их исчезновения, сказать наверное трудно, но возможно здесь играет роль усыхание, которое наблюдалось к концу лета.

Сопоставляя результаты работы можно видеть, что в распределении отдельных организмов замечается зависимость от физико-химических свойств болота. Граница колебания этих свойств для различных организмов весьма различны. Отдельные условия оказывают, несомненно, большое влияние на распределение отдельных организмов, но вследствие большой сложности картины учесть их влияние довольно трудно, и приходится учитывать влияние целого комплекса условий.

В качестве попытки учета отдельных компонентов можно привести *Nostoc*. Он встречается, как при реакции  $\text{pH}=4.2$ ,  $0,75 \text{ mg. Fe}_2\text{O}_3$  на Lt. (сфагновое болото), так и при реакции  $\text{pH}=7,4$ ,  $0,8 \text{ mg. Fe}_2\text{O}_3$  на Lt. (глиновое болото), выпадая в средней зоне,  $\text{pH}=6.6$ ,  $12-9 \text{ mg. Fe}_2\text{O}_3$  на Lt. Наиболее естественным кажется связать такое распределение *Nostoc* не с активной реакцией болота, а с распределением железа. В самом деле, как в I зоне, так и в гипновом болоте, количество  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , не превышает  $1 \text{ mg.}$  на Lt., в то время, как в лесу, где *Nostoc* отсутствует, количество  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  достигает  $9-12 \text{ mg.}$  на Lt. Далее к осени, когда количество  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в лесу упало до  $6.5 \text{ mg.}$  на Lt., можно было встретить и отдельные экземпляры *Nostoc*.

Думается, что обобщать результаты работы пока еще преждевременно, необходимо исследовать еще несколько иных болот, проверить влияние отдельных факторов на микроорганизмы в искусственных питательных средах, и тогда уже можно будет с уверенностью указать ряд показательных микроорганизмов для отдельных физико-химических свойств болота, а также и для отдельных частей его.

## The distribution of microorganisms in the moor in connection with physico-chemical properties of moor water.

Kouznetzoff S. I. and Scherbakoff A. P.

In the summer 1924 we decided to start an investigation of the moor, which is adjacent to the lake Glubokoje from the west.

During the summer, approximately once a month, the chemical analysis of the moor-water was produced and at the same time samples of organisms were collected. Chemical analysis were performed at the spot, to get the microorganisms we filtered the water through Kolkwitz's plancton net (gas No. 20) and the samples were immediately studied in the laboratory, in living state.

Results of our investigation are shown in tables I, II and III. These results enabled us to divide all the moor into five parts or zones, which are the following:

I zone — is a typical sphagnum moor. The active reaction is  $\text{pH}=4.2-4.7$ . There are no calcium here and iron is in a minimum quantity. The abundance of Cyanophyceae and the absence of Diatomaceae is characteristic of this zone. The Bdelloidal Rotifers are well represented. Only in this zone *Trinema enchelys*, *Nebela marginata*, *Diaschiza coeca*, *Polyarthra platyptera v. minor*, *Elosa woralli*, *Callidina tetraodon*, *Philodina hexodonta* & *Rotifer macrurus* were met with.

II zone — is a sphagnum — sedge moor. The active reaction is  $\text{pH}=5.2-5.6$ . The small quantity of calcium was found. Here Cyanophyceae grow more scarce, but for that the Diatomaceae appear

and the number of Desmidiaceae increase. Among the animals the quantity of Infusoria grows; here the Rotifers become fewer and the typical forms of the I zone disappear.

III zone — is an area where *Equisetum limosum* is highly developed. The actual reaction is  $\text{pH}=5.6-6.1$ . Cyanophyceae almost disappear. Very abundant are the Diatomaceae and Desmidiaceae are also represented. The animal life is poor, but here we have more Infusoria than in any other part.

IV zone — is a swampy forest. Active reaction is  $\text{pH}=6.5-6.7$ . Much higher contents of the iron, 9—12 mg. per Litr. The organic life is very poor. The alga except Diatomaceae appear in single specimens, the same may be said of the animals, and only the Flagellata are slightly more numerous. Only in this zone *Cyclops serrulatus*, *Rotifer neptunius* and *Metopidia parvula* were met with.

V zone — is a narrow region of Hypnum moor. This is the most dry part of all the moor. The active reaction is near to the neutral point being  $\text{pH}=6.5-7.4$ . Calcium reaches the value of 80 mg. per 1 Litr. Cyanophyceae again appear in a considerable quantity. The animals are scarce. Bdelloidal Rotifers increase, perhaps in connection with the presence of moss.

---

Таблица II

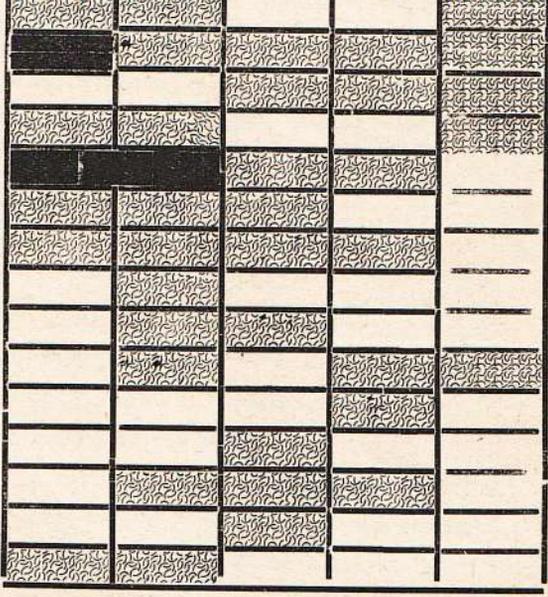
Распределение микрофауны летом 1924 года на болоте

(Глубокое озеро)

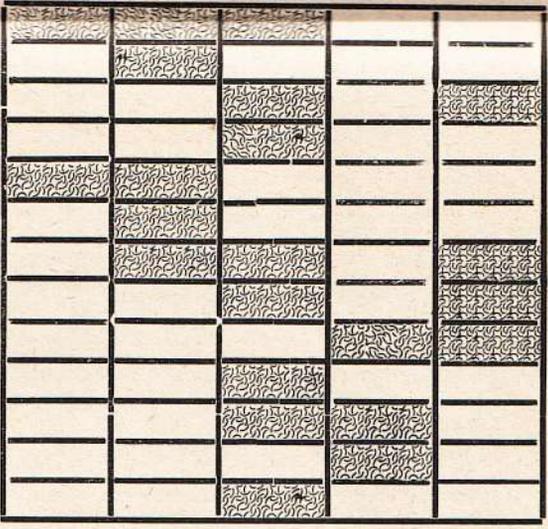
Зоны:	Много		Мало		
	I	II	III	IV	V
<i>Cyclops viridis</i> . . . . .					
„ <i>bicuspidatus</i> . . . . .					
„ <i>diaphanus</i> . . . . .					
„ <i>serrulatus</i> . . . . .					
„ <i>vernalis</i> . . . . .					
<i>Canthocamptus</i> sp. . . . .					
<i>Nauplii</i> . . . . .					
<i>Chydorus ovalis</i> . . . . .					
„ <i>sphaericus</i> . . . . .					
<i>Pleuroxus trigonellus</i> . . . . .					
<i>Alona tenuiseta</i> . . . . .					
<i>Rotifer macrurus</i> . . . . .					
„ <i>vulgaris</i> . . . . .					
„ <i>tardigradus</i> . . . . .					
„ <i>neptunius</i> . . . . .					
<i>Philodina macrostyla</i> . . . . .					
„ <i>roseola</i> . . . . .					
„ <i>aculeata</i> . . . . .					
„ <i>hexodonta</i> . . . . .					
<i>Callidina constricta</i> . . . . .					
„ <i>quadricornifera</i> . . . . .					
„ <i>magna</i> . . . . .					
„ <i>plicata</i> . . . . .					
„ <i>tetraodon</i> . . . . .					
„ sp. . . . .					
<i>Adineteta vaga</i> . . . . .					
„ <i>gracilis</i> . . . . .					
„ sp. . . . .					
<i>Elosa woralli</i> . . . . .					
<i>Triphylus lacustris</i> . . . . .					
<i>Monommata longiseta</i> . . . . .					
<i>Notommata</i> sp. . . . .					
<i>Polyarthra platyptera</i> v. <i>minor</i> . . . . .					
<i>Diglena</i> sp. . . . .					
<i>Diaschiza gibba</i> . . . . .					
„ <i>derbyi</i> . . . . .					



*Dinocharis tetractis* . . . . .  
*Monostyla lunaris* . . . . .  
 „ *hamata* . . . . .  
 „ *sp.* . . . . .  
*Distyla flexilis* . . . . .  
 „ *sp.* . . . . .  
*Colurella compressa* . . . . .  
*Metopidia acuminata* . . . . .  
 „ *oxysternum* . . . . .  
 „ *lepadella* . . . . .  
 „ *parvula* . . . . .  
*Mytilina brevispina* . . . . .  
*Pterodina patina* . . . . .  
*Noteus quadricornis* . . . . .  
*Anuraea aculeata v. serrulata*



*Spirostomum ambiguum* . . . . .  
 „ *teres* . . . . .  
*Bursaria truncatella* . . . . .  
*Stentor sp.* . . . . .  
*Climacostomum virens* . . . . .  
*Dileptus gigas* . . . . .  
*Coleps hirtus* . . . . .  
*Glaucoma scintillans* . . . . .  
*Halteria grandinella* . . . . .  
*Paramecium caudatum* . . . . .  
 „ *bursaria* . . . . .  
*Uroleptus sp.* . . . . .  
*Oxytricha sp.* . . . . .



*Diffugia globulosa* . . . . .  
 „ *pyriformis* . . . . .  
 „ *urceolata* . . . . .  
 „ *amphora* . . . . .  
*Arcella vulgaris* . . . . .  
*Centropyxis aculeata* . . . . .  
*Hyalosphenia elegans* . . . . .  
 „ *papilio* . . . . .  
*Lecquereusia spiralis* . . . . .  
 „ *epistomium* . . . . .  
*Nebela collaris* . . . . .  
 „ *marginata* . . . . .  
 „ *carinata* . . . . .  
*Euglypha alveolata* . . . . .  
*Cyphoderia ampulla* . . . . .  
*Trinema enchelys* . . . . .

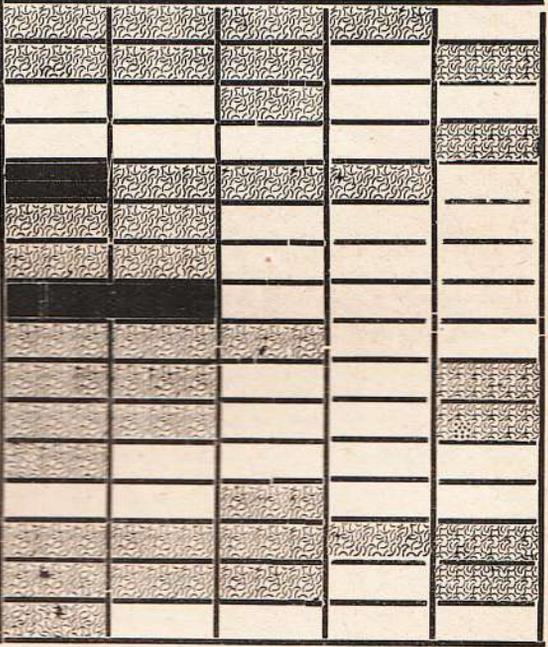


Таблица III

**Распределение микрофлоры летом 1924 года на болоте**

(Глубокое озеро).

Зоны:	I	II	III	IV	V
<i>Nostoc punctiforme</i> . . . . .	■	■	▒	▒	■
„ <i>paludosa</i> . . . . .	■	■			■
<i>Anabaena catenula</i> . . . . .	■	▒			▒
„ <i>variabilis</i> . . . . .	■	▒			▒
<i>Toliptotrix</i> sp. . . . .			▒		
<i>Aphanotheca</i> sp. . . . .			▒		
<i>Phormidium</i> sp. . . . .				▒	
<i>Hapalosiphon</i> sp. . . . .	■				
<i>Nodularia</i> sp. . . . .			▒		
<i>Microchaete</i> sp. . . . .		▒			
<i>Gleocystis</i> sp. . . . .	▒	▒			■
<i>Stigonema</i> sp. . . . .	▒				

<i>Cosmarium margaritiferum</i> . . . . .		▒			
„ <i>phaseolus</i> . . . . .		▒			
„ <i>botrytis</i> v. <i>emarginatus</i>		▒			■
<i>Closterium acerosum</i> . . . . .		■	■	▒	■
<i>Cosmarium</i> sp. . . . .		▒	▒		
<i>Closterium moniliferum</i> . . . . .	▒		▒		
„ sp. . . . .					
<i>Penium libellula</i> . . . . .		▒			
„ sp. . . . .	▒				
<i>Pleurotaenium coronatum</i> . . . . .			▒		
„ <i>trabecula</i> . . . . .			▒		
<i>Mesotaenium endlicherianum</i> . . . . .	▒	▒	▒		
<i>Euastrum gemmatum</i> . . . . .		▒			
„ <i>oblongum</i> . . . . .		▒	▒		
„ sp. . . . .				▒	
<i>Micrasterias</i> sp. . . . .		▒			
<i>Desmidium swartzii</i> . . . . .	▒	▒	▒		
<i>Staurastrum gracile</i> . . . . .			▒		
<i>Oedogonium</i> sp. . . . .					▒
<i>Conferva</i> sp. . . . .			■	■	▒
<i>Zygnema</i> sp. . . . .		▒	■		
<i>Ophiocytium majus</i> . . . . .			▒	▒	■
„ <i>cochleare</i> . . . . .	▒	▒	▒	▒	■
<i>Eremosphaera viridis</i> . . . . .		▒			



## О горизонтальном распределении планктона на поверхности Глубокого озера в августе 1924 г.

А. П. Щербakov.

Летом 1924 года мною были взяты две серии проб из поверхностного слоя Глубокого озера для ознакомления с горизонтальным распределением планктона.

Первая серия, из шести проб, была взята 31 июля поперек озера в направлении с востока на запад. Станции могут быть определены по глубинам <sup>1)</sup>, приводимым в таблицах А. и С. Первая и последняя (6-я) пробы этой серии были взяты на границе прибрежных зарослей. Вторая серия из восьми проб была взята 28 августа вдоль озера с севера на юг. В этой серии первая и последняя (8-я) пробы были взяты в прибрежных зарослях, а 2-я и 7-я на границе этих зарослей. Надо иметь в виду, что расстояние между станциями 1 и 2 и станциями 7 и 8 в этой серии очень невелико.

Планктон собирался путем отстаивания, из поверхностного слоя не глубже 25 см. В обыкновенную банку зачерпывался, по возможности точно, 1 литр воды к которой приливался формалин до концентрации 0,5%. Банки стояли от 10 до 14 дней и за это время планктон успевал отстояться. При сливании воды сифоном она процеживалась через газ № 20 и все, случайно захваченные током воды организмы, которые задерживались газом, смывались в осадок.

Подсчет планктона производился на счетном столике. Из 50 куб. сант. осадка просчитывалось 0,5 куб. сант. Ракообразные сосчитывались во всем осадке. Просчет двух контрольных проб заставляет считать, что ошибка для получающихся чисел доходит до 17% у редких форм и 10%—у частых. При взятии планктона измерялась температура, а во второй серии активная реакция. Сбор планктона происходил в тихие, безветренные дни, но в обоих случаях в предшествовавшие дни был ветер, менявшийся от северного до северо-западного. В период с 31 июля по 28 августа качественный состав планктона у поверхности почти не изменился, изменились лишь количественные соотношения некоторых форм. В планктоне господствовали Суанорфусеае. В большом количестве, особенно к концу августа, был представлен *Ceratium hirundinella*. Приводимый ниже список форм дает довольно полное представление о качественном составе планктона за это время. В этом списке не указаны некоторые, встречавшиеся в зарослях в очень незначительном количестве и при подсчете неза-

<sup>1)</sup> Карту глубин см. в Трудах Гидроб. ст. на Глубок. озере, том II. „Семка Глубокого озера“ Н. В. Воронков и В. Троицкий.

меченные, нетипичные для планктона Глубокого озера формы. Планктон в это время составляли:

<i>Aphanizomenon flos aquae.</i>	<i>Diaptomus graciloides.</i>
<i>Anabaena flos aquae.</i>	<i>Cyclops leukarti.</i>
<i>Anabaena spiroides.</i>	<i>Nauplii.</i>
<i>Gomphosphaera naegeliana.</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum.</i>
<i>Chroococcus sp.</i>	<i>Daphne longispina.</i>
<i>Innefigiata sp.</i>	<i>Bosmina sp. sp.</i>
<i>Staurastrum sp. sp.</i>	<i>Leptodora Kindtii</i>
<i>Tabellaria fenestrata.</i>	<i>Notholca longispina.</i>
<i>Asterionella gracillima.</i>	<i>Anuraea cochlearis.</i>
<i>Fragillaria crotonensis.</i>	<i>Pompholyx sulcata.</i>
	<i>Rattulus capucinus.</i>
	<i>Polyarthra platyptera.</i>

Кроме того, у берегов встречались: *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia sp.*, *Scapholeberis mucronata*, некоторые *Chydoridae* и *Microcystis*.

Результаты просчета сведены в прилагаемых таблицах: А, В, С и D и в вычерченных на основании их диаграммах. Там же указаны данные о температуре и рН.

На основании таблиц и диаграмм можно сказать следующее о горизонтальном распределении температуры, рН и планктона в поверхностном слое Глубокого озера в августе 1924 года:

1. Температура по поверхности озера была распределена равномерно. Она колебалась очень незначительно (наибольшая разница  $0^{\circ},4\text{ C}$ ), повышаясь несколько у берегов и постепенно падая к середине озера.

2. Реакция воды на поверхности озера в этот период была почти нейтральной— $\text{pH}=7,1-7,4$ . Горизонтальное распределение реакции было изучено только один раз, при взятии второй серии проб 28/VIII и оказалось, что реакция по всему озеру неизменна— $\text{pH}=7,1$ , лишь у берегов, в зоне прибрежных зарослей, она была немного щелочнее— $\text{pH}=7,2$ .

3. Планктон у поверхности в изученный период был распределен неравномерно. Общее число организмов было больше к середине озера и уменьшалось к берегам, причем в первой серии (диаграмма В) максимум общего количества планктона совпадает с серединой озера и областью наибольших глубин, а во второй (диаграмма D) этот максимум несколько сминут к югу.

Кроме указанной неравномерности в распределении планктона наблюдалась и другая—общее количество организмов у различных берегов озера различно; оно было больше у берега, подверженного действию господствующих ветров. Так как в этот период преобладали ветры северный и северо-западный, то получилось некоторое увеличение количества планктона в первой серии у восточного берега, а во второй серии—у южного.

Только синезеленые водоросли сгоняются ветром, на распределение других организмов ветер не влияет (см. диаграммы). Возможно, что при более сильном ветре могут захватываться и другие организмы, но в подтверждение того, что именно синезеленые водоросли главным образом поддаются влиянию ветра, я могу привести тот факт, что когда я просматривал скопления выброшенных

планктонных организмов, которые образуются у воды на песке во время ветреной погоды, то эти скопления состояли почти исключительно из сине-зеленых водорослей и, главным образом, *Aphanizomenon flos aquae*. Планктон озера в это время был также богат *Ceratium hirundinella*, как и *Cyanophyceae*, да и другие организмы были в порядочном количестве. Объяснение тому, что синезеленые водоросли так сильно сгоняются ветром, надо искать, повидимому, в том, что они населяют воду до самой поверхности, тогда как остальные планктонные формы живут отступая на небольшое расстояние вглубь.

В распределении разных организмов наблюдаются различия. Очень закономерно был распределен *Ceratium hirundinella*, кривые распределения которого в обеих сериях проб почти одинаковые, равносторонние, с максимумом у середины и постепенно падающие к берегам. Водоросли, за исключением синезеленых, зависящих сильно от ветра, дали такую же картину распределения, хотя и менее схематичную; они обильнее к середине озера и уменьшаются к берегам.

Распределение животных чрезвычайно разнообразно и не укладывается в схему. Возможно, что они действительно распределены более неравномерно и неправильно по сравнению с растениями, но может быть это объясняется тем, что на них, благодаря их незначительному количеству, более сильно сказались ошибки всегда сопутствующие количественному учету планктона.

## On the horizontal distribution of plancton on the surface of the lake Glubokoje in August 1924.

Scherbakoff A. P.

In August 1924 fourteen samples of plancton were taken from the upper layer of the lake Glubokoje, for investigating the horizontal distribution. The plancton at this period consisted mainly of *Cyanophyceae* and at the end of August *Ceratium hirundinella* was also abundant. The temperature and the active reaction were measured.

The results of counting are shown in tables and curves.

The main lines in horizontal distribution of plancton are the following. The plancton is more abundant in the middle of the lake and its quantity diminishes gradually in the direction of the banks. This regularity is broken by the action of the wind, which drives the plancton to the weather-shore. The wind influences only the *Cyanophyceae* and does not affect the distribution of all other organisms.

*Ceratium hirundinella* is the most regularly distributed organism, other plants, except *Cyanophyceae* show a similar character in their distribution. The curves that point out the distribution of animals show no such regularity. Whether this absence is due to the actual distribution of animals, it is difficult to say; perhaps, owing to the small quantity of animals, the errors of the counting method are shown up more strongly.

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое  
Глубокого озера 31/VII 1924 г.

Т а б л. А.  
Число организмов в 1 литре. I-я серия, по линии О—W.

Места взятия проб по порядку . . . . .	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Глубина в метрах. . .	1.	11.	28,5	29	8,5	1,5
Температура воды по Цельсию. . . . .	23,4 <sup>0</sup>	23,2 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23,1 <sup>0</sup>	23,2 <sup>0</sup>	23,4 <sup>0</sup>
<i>Diaptomus graciloides</i> ..	7	14	9	19	17	1
<i>Cyclops leukarti</i> .. . . .	6	6	3	23	12	9
Nauplii . . . . .	5	7	8	11	11	5
<i>Diaphanosoma brachyur.</i>	—	31	8	15	1	2
<i>Daphne longispina</i> . . .	3	6	2	1	1	—
<i>Scapholeberis mucronata</i>	—	—	—	—	—	1
Bosmina . . . . .	—	10	4	13	—	1
<i>Leptodora Kindtii</i> . . .	—	1	—	—	1	—
Alona . . . . .	1	—	—	—	—	—
<i>Pompholyx sulcata</i> . . .	129	178	312	625	737	532
<i>Diurella stylata</i> . . . .	775	1249	1144	937	147	1003
<i>Anuraea cochlearis</i> .. . .	—	—	—	—	—	125
Infusoria <sup>1)</sup> . . . . .	4908	803	1144	3125	1769	1318
Innefigiata . . . . .	2712	4108	4368	6874	5455	4014
<i>Ceratium hirundinella</i> .	12011	31894	46592	34373	11795	5770
Diatomeae . . . . .	517	267	104	730	—	376
<i>Gomphosphaera</i> . . . . .	21439	10977	11960	21092	15186	15063
<i>Chroococcus</i> . . . . .	774	1428	520	2656	589	1631
<i>Anabaena</i> . . . . .	9170	3570	12896	23115	23148	6774
<i>Aphanizomenon flos aquae</i> . . . . .	56513	25563	26334	51715	41632	20196
Общее количество организмов . . .	108970	80112	105408	145324	100491	56853

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое  
Глубокого озера 31/VII 1924 года.

Т а б л. В.  
Количество организмов в 1 литре. I-я серия, по линии О—W.

Места взятия проб по порядку . . . . .	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Crustacea . . . . .	22	75	34	82	43	19
Rotatoria . . . . .	904	1427	1456	1562	884	1639
Chlorophyceae . . . . .	2712	4108	4368	6874	5455	4014
Dinoflagellata . . . . .	12011	31894	46592	34373	11795	5770
Ditomeae . . . . .	517	267	104	730	—	376
Cyanophyceae . . . . .	87896	41538	51710	98578	80555	43664
Infusoria . . . . .	4908	803	1144	3125	1759	1380
Общ. колич. организм.	108970	80112	105408	145324	100491	56853

<sup>1)</sup> Неопределенная более точно инфузория из Peritricha, сидящая на колониях *Aphanizomenon*.

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое  
Глубокого озера 28/VIII 1924 года.

Т а б л. С.  
Число организмов в 1 литре. II-я серия, по линии N—S.

Места взятия проб по порядку. . . . .	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Глубина в метрах. . .	1.	1,5	4,5	5,25	30	13,75	2,5	1,25
Температура воды по Цельсию. . . . .	15,4 <sup>o</sup>	15,2 <sup>o</sup>	15,2 <sup>o</sup>	15,2 <sup>o</sup>	15,2 <sup>o</sup>	15,4 <sup>o</sup>	15,6 <sup>o</sup>	15,6 <sup>o</sup>
pH воды. . . . .	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2
<i>Diaptomus graciloides</i> . . . . .	—	—	2	6	5	15	11	2
<i>Cyclops leukarti</i> . . . . .	5	2	12	12	11	22	7	3
Nauplii. . . . .	3	24	47	46	30	35	29	9
<i>Diaphanosoma brachyur.</i>	2	8	25	28	5	4	1	3
<i>Daphne longispina</i> . . . . .	—	—	—	3	7	4	1	—
<i>Ceriodaphnia</i> . . . . .	—	—	1	—	—	—	—	3
<i>Bosmina</i> . . . . .	—	—	7	21	15	44	3	1
Chydoridae. . . . .	1	—	—	—	—	—	—	1
<i>Polyphemus pediculus</i> . . . . .	33	—	—	—	—	—	—	7
<i>Leptodora kindtii</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Pompholyx sulcata</i> . . . . .	—	526	372	588	235	231	—	—
<i>Diurella stylata</i> . . . . .	350	700	930	353	235	1269	327	157
<i>Polyarthra platyptera</i> . . . . .	—	88	—	—	—	231	—	157
<i>Notholca longispina</i> . . . . .	—	—	186	—	118	—	—	—
<i>Anuraea cochlearis</i> . . . . .	—	—	186	588	—	—	—	—
Innefigiata. . . . .	1398	1050	1674	823	1882	2539	2941	2676
<i>Staurastrum</i> . . . . .	117	176	744	235	—	577	—	157
<i>Ceratium hirundinella</i> . . . . .	350	2272	13206	19740	34692	59200	28758	13222
Diatomeae. . . . .	117	526	558	353	235	1039	817	157
Gomphosphaera. . . . .	13871	15382	22878	16568	20227	21464	21242	20777
Chroococcus. . . . .	350	700	1604	1528	2117	4039	3758	2361
Anabaena. . . . .	3730	2148	2232	2350	4234	1962	5392	5037
Microcystis. . . . .	234	—	—	—	—	—	—	315
Aphanizomenon fl. aquae. . . . .	11421	5944	8370	11280	17640	18694	11601	24397
Общ. колич. организ..	31982	29546	53034	54522	81688	111369	74889	69442

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое  
Глубокого озера 28/VIII 1924 года.

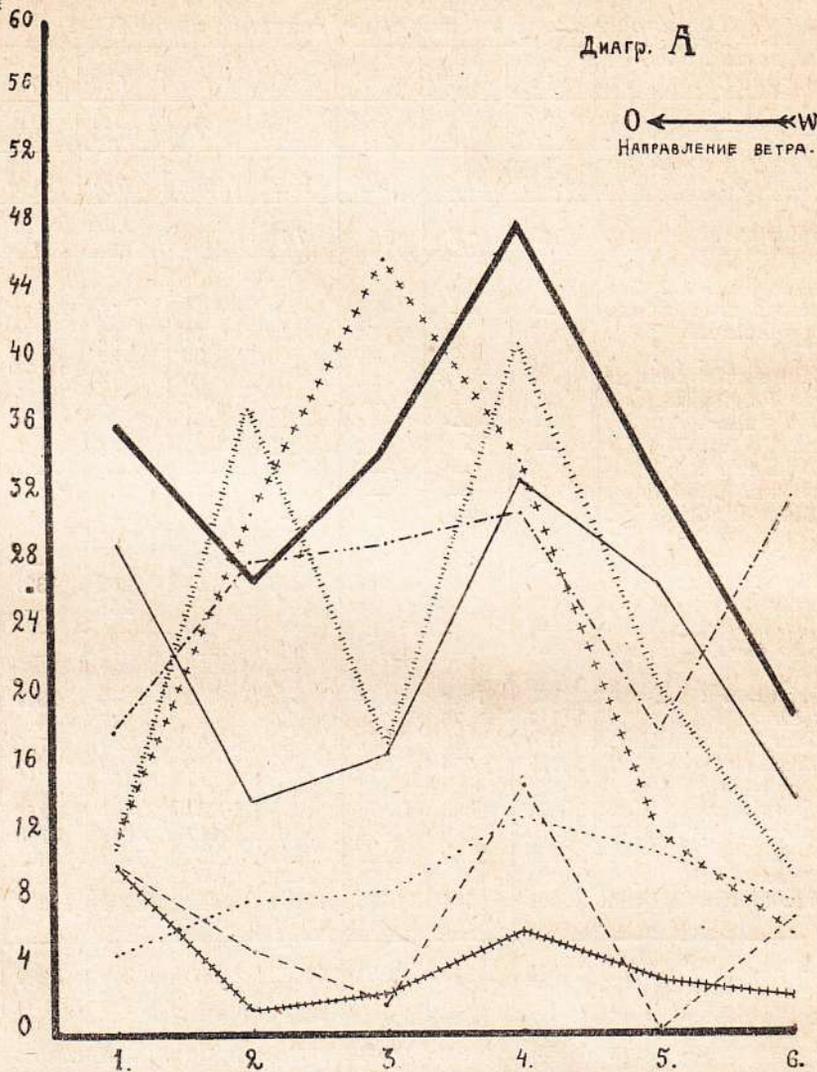
Т а б л. D.  
Количество организмов в 1 литре. II-я серия, по линии N—S.

Места взятия проб по порядку. . . . .	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Crustacea. . . . .	44	34	94	116	73	124	53	29
Rotatoria. . . . .	350	1314	1674	1529	588	1731	327	314
Chlorophyceae. . . . .	1515	1226	2418	1058	1882	3116	2941	2831
Dinoflagellata. . . . .	350	2272	13206	19740	34692	59200	28758	13222
Diatomeae. . . . .	117	526	558	353	235	1039	817	157
Cyanophyceae. . . . .	29606	24174	35084	31726	44218	46159	41993	52887
Общ. колич. организ..	31982	29546	53034	54522	81688	111369	74889	69442

ЧИСЛО ОРГАНИЗМ.  
в 1 ЛИТРЕ

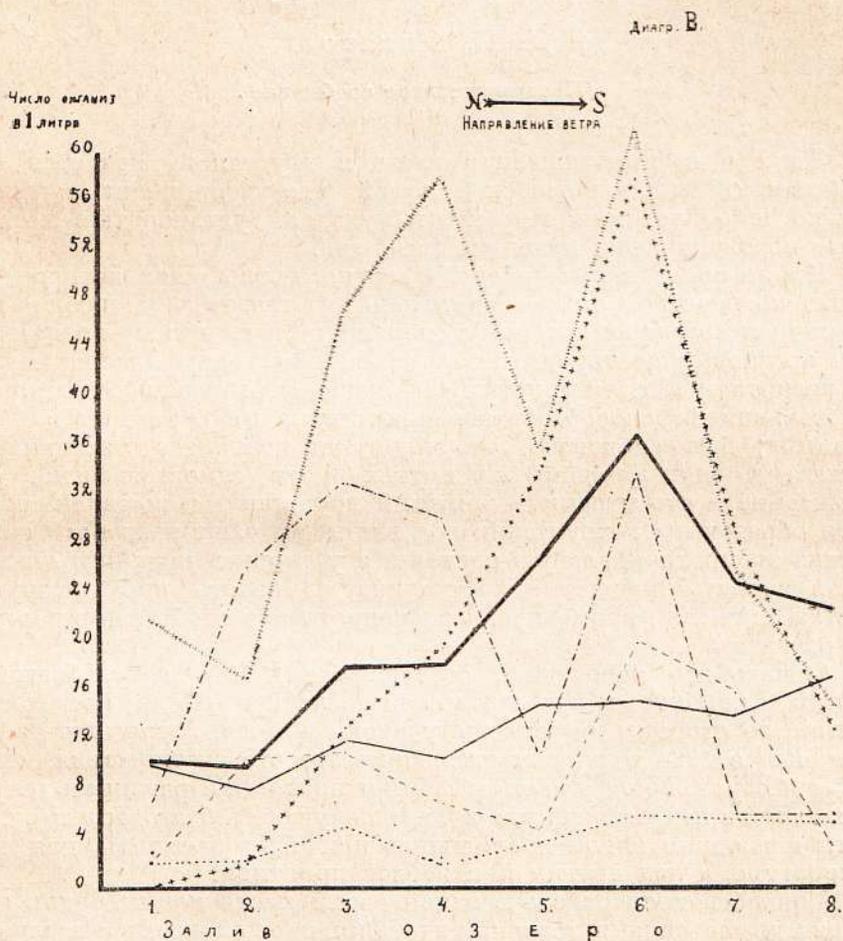
Диагр. А

0 ← W  
НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА.



—	□	Общее количество организмов	1 = 3000 организмов.
—		Cyanophyceae	1 = 3000 "
- - - - -		Diatomaceae	1 = 50 "
.....		Chlorophyceae	1 = 500 "
+ + + + +		Dinoflagellata	1 = 1000 "
+++++		Infusoria	1 = 500 "
- - - - -		Rotatoria	1 = 50 "
.....		Crustacea	1 = 2 "

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое  
Глубокого озера 31/VIII 24 г.



Обозначения и масштаб те-же, что и в диаметре А.

Горизонтальное распределение организмов в поверхностном слое Глубокого озера 28/VIII-24 г.

## К механике развития хрусталика.

Д. П. Ф и л а т о в.

(Предварительное сообщение).

Тема о взаимоотношении глаза и хрусталика является пока единственной морфологической темой, где эксперимент нашел настолько широкое применение, что удалось установить некоторые новые положения для механики развития.

Кроме сравнительно давно известного положения, которое было добыто посредством опытов не только над глазом, но и над другими органами и согласно которому, наряду с „зависимым“ возникновением органов существует „независимое“, благодаря экспериментам над развитием глаза и хрусталика близких форм, удалось установить, что „зависимый“ способ образования органа переходит в „независимый“; было доказано, что хрусталик возникает в зависимости от глаза у одних амфибий, а у других имеет самостоятельное происхождение и что у первых эпителий представляет по своей способности образовывать хрусталик под влиянием чаши из любого своего участка эквипотенциальную систему, а у вторых никакими опытами нельзя вызвать появление хрусталика из какогонибудь другого участка эпителия, кроме предназначенного для этой цели в нормальном развитии.

Однако, это положение, создавшееся к 1915 году, благодаря работам Спеманна и его школы, в последнее время подверглось критике со стороны немецкого ученого Убиша, который в работе, вышедшей в 1924 году, пытается доказать, что соотношения между глазом и хрусталиком у всех амфибий одинаковы, а разница в результатах опытов над различными видами получалась благодаря тому, что опыты над одним видом проводились при благоприятной для него температуре, а над другим при неблагоприятной.

Моя последняя работа в одной своей части новым рядом опытов над двумя видами травяной лягушки, проведенных в совершенно сходных условиях, одновременно и при одинаковой температуре, доказывает, что у одного вида, под влиянием глазной чаши, хрусталик может возникнуть и не из того участка эпителия, из которого возникает нормально, а у другого вида такого соотношения нет. Опыт заключался в том, что у зародышей того и другого вида вырезался лежащий над глазом линзообразующий эпителий; через некоторое время, когда рана затягивалась регенерировавшим эпителием, оказывалось, что у одного вида, под влиянием глазной чаши из регенерата образовывалась линза, а у другого нет.

Таким образом, эти опыты показывают, что соотношения между глазом и хрусталиком у различных видов неодинаковы и что Убиш в своих возражениях Спеманну был неправ.

Вторая часть моей работы имела целью выяснить, отчего зависит указанное выше различие, наблюдаемое у отдельных видов.

Вопрос был поставлен так, почему у зародышей *Rana escul.* глаз, покрытый эпителием взятым с какого нибудь удаленного от глаза участка тела, не образует из этого участка хрусталика, что имеет место, например, у одной из травяных лягушек и у жабы; глаз ли утратил способность влиять определенным образом на эпителий, или эпителий *Rana escul.* изменился так, что туловищная его часть, несмотря на наличность этого определенного влияния, уже не может дать начало линзе. Для решения этого вопроса с глаза зародыша *Rana esc.* снимался линзообразующий эпителий и дефект закрывался эпителием, взятым с брюшной части зародыша *Bufo*, у которой этот эпителий несомненно обладает свойствами, под влиянием глаза превращаться в линзу.

Если бы этот эпителий, перенесенный на глаз зародыша *Rana escul.* не образовал линзы, то опыт не дал бы на поставленный вопрос определенного ответа, потому, что результат можно было бы объяснить двояко: или глаз *Rana escul.* вообще утратил способность индуцировать появление хрусталика из эпителия, или же его влияние оказывается недействительным по отношению к эпителию представителя другого семейства. Однако, опыт дал результат положительный: глаз *Rana escul.* образовал хрусталик из эпителия *Bufo* взятого с туловищного отдела. В таком случае толкование опыта может быть только одно: глаз *Rana escul.* не утратил способность индуцировать появление линзы из любого участка эпителия, следовательно, то обстоятельство, что опыт дает отрицательные результаты, если глаз *Rana escul.* покрывается ея же собственным эпителием, но взятым с туловищного отдела, должно объясняться утратой эпителием *Rana escul.* его эквипотенциальных свойств.

Из этого главного вывода следуют некоторые вторичные:

1) Особенности эпителия *Rana esc.* являются результатом его дифференцировки, пошедшей дальше, чем у представителей с зависимым возникновением линзы.

2) Свойство глаза вызывать из эпителия образование линзы должно быть причислено к слабо специализированным свойствам постольку, поскольку оно не является специфическим даже для представителей различных семейств.

3) Эволюция глаза не координируется с эволюцией хрусталика, и когда возникновение последнего, как, например, у *Rana escul.* является уже в значительной мере самостоятельным, глаз все-таки сохраняет все те свойства, которыми он обладает у форм с „зависимым“ возникновением хрусталика.

---

## Zur Frage über Entwicklungsmechanik der Linse bei Amphibien.

D. Filatow.

Mein Versuch bestand darin, dass über dem Augenkeime von *Rana esculenta* in dem Stadium sogleich nach dem Schliessen der Nervenrinne, als er kaum zum Epithel gelangt war, ein Bezirk des Epithels

herausgeschnitten wurde, und die Wunde mit einem Stücke Rumpfepithels von *Bufo* bedeckt wurde.

Nach einigen Tagen konnte man an den Schnitten feststellen, dass eine Linsenanlage in die Öffnung des Augenbeckers seitens des von der Bauchgegend des *Bufo* genommenen Transplantats hineinwächst. Der Versuch beweist also, dass unter dem Einfluss des Beckers von *R. esculenta* das Bauchepithel von *Bufo* zur Linsenbildung induciert werden kann.

Wäre die Wunde über dem Augenkeime des *Rana esculenta* mit dem von dem Rumpfe derselben Art genommenen Epithel bedeckt, so würde sich aus dem Transplantat keine Linse entwickeln, wie es von Spemann bewiesen worden ist. Die Bedeutung meines Versuches mit der Umpflanzung des *Bufo*epithels besteht also darin, dass er die Frage löst, warum der Augenbecher des Teichfrosches sein eigenes Rumpfepithel zur Bildung einer Linse nicht induciert. Es ergibt sich, dass der eben besprochene Vorgang nicht aus dem Grunde stattfindet, dass der Becher des *R. esculenta* seine induzierende Eigenschaft verloren hätte, sondern weil das Epithel seine Fähigkeit eine Linse zu bilden in seiner ganzen Ausdehnung (einen kleinen Distrikt über dem Augenkeime ausgeschlossen) eingebüsst hat. Die letzterwähnte Fähigkeit ist den Epithelien der Grasfrösche, des *Bufo* und anderer eigen.

Derselbe Versuch gestattet uns noch andere Schlussfolgerungen zu ziehen: a) Die Fähigkeit des Augenbeckers aus dem Epithel eine Linsenbildung hervorzurufen muss zu den schwach spezialisierten Eigenschaften zugerechnet werden, insofern sie für die verschiedenen Familien gemein ist; b) die Evolution des Auges ist nicht mit der Evolution der Linse coordiniert, und wenn die Entstehung der letzteren (wie bei *Rana esc.*) schon einen bedeutenden Grad von Selbständigkeit besitzt, bewahrt das Auge doch dieselben Eigenschaften, welche ihm bei dem Arten mit den „abhängigen“ Entstehung der Linse zugeteilt sind.

---

## Исследование хромидия *Chlamydothrys major* Bélár.

Б. В. Алешин.

(Предварительное сообщение).

В настоящее время едва ли кто из исследователей рассматривает хромидиальную субстанцию, как вещество ядерного происхождения и как источник возникновения вторичных половых ядер. Однако эта структура, постоянно находящаяся у Rhizopoda, представляет интерес с точки зрения метаболизма веществ и строения плазмы.

В своих работах по изучению хромидиальной субстанции А. В. Румянцев у *Diffugia rugiformis* и *Actinosphaerium* показал, что хромидиальные субстанции этих форм — структуры вполне определенные, состоящие из веществ, ничего общего с ядром не имеющих. Рассеянная в плазме хромидиальная субстанция *Diffugia* состоит из белково-липидных веществ, а у *Actinosphaerium*, у которого отлично выражен хондриом, хромидиальная субстанция, по видимому, гликопротеид.

Среди корнежочек существуют формы, у которых хромидиальная субстанция не рассеяна, а собрана в плотную массу вокруг ядра и нам казалось интересным попытаться установить ее характер и отношение к хромидиальной субстанции изученных представителей *Rhizopoda*. Для этой цели мы остановились на корнежочке *Chlamydothrys*, как вполне удовлетворяющей поставленному выше условию. Считаю своим приятным долгом выразить благодарность А. В. Румянцеву за предложение темы и ряд ценных советов во время работы.

Роду *Chlamydothrys* посвящено несколько работ (Ценковский — 1875, Schaudinn — 1903, Breuer — 1916), но все они трактуют или о внешней морфологии, либо же о явлениях размножения. В последнее время Bélár (1921) весьма точно и подробно изучил размножение и, в частности, впервые описал нашу форму — *Chl. major* Bélár, избранную нами в качестве материала для исследования благодаря удобству культивирования ее на искусственных средах („Pferdekotagar“ по Nöller'у).

Наблюдения были начаты с исследования при помощи параболоид — конденсора. Оказалось, что хромидий оптически пуст. Это указывает на значительную степень дисперсности входящих в него веществ. По периферии хромидия находятся ярко светящиеся капли, хорошо заметные благодаря своему сильному светопреломлению и при обычном наблюдении *in vivo*. Число, форма, величина и расположение их весьма не постоянны. Ниже хромидиальной субстанции ярко блестит с сильным светорассеянием зона фееосом и нутриторных вакуолей, внутри последних местами поблескивают заключенные

бактерии, именно здесь светятся стенки нутриторных вакуолей,—плазма между ними оптически пуста.

Методы витального окрашивания не дали положительных результатов: хромидиальную субстанцию не удалось окрасить ни одной из употреблявшихся красок. Красятся быстро и интенсивно лишь вакуоли нутриторной зоны.

Методы фиксирования и специфических обработок дали следующее. Краски лакового типа (после всех фиксаций; сулема, спирт, жидкости Schaudinn'a Flemming'a, Carnoy и др.) дали резкое окрашивание хромидиальной субстанции, даже более интенсивное, чем кариосомы, зато метахроматические краски (Giemsa, Mann, Toluidinblau) обнаружили явственную метахромазию ядра, тогда как хромидий окрашивается весьма интенсивно в основной цвет краски. Этот факт, аналогичный с описанным для *Diffugia* (Румянцев, 1922), дает первое указание на неидентичность веществ ядра и хромидия.

При применении метода Feulgen'a у *Chlamydomorphys* обнаружить присутствие в хромидиальной субстанции тимонуклеиновой кислоты не удается, так же, как и в ядре; следовательно этот отличный метод не позволяет разрешить вопрос о природе хромидиальной субстанции.

Примененные методы переваривания в ферментах дали следующие результаты—суточное пребывание в пепсине при  $t = 25^{\circ}$  дало частичное растворение и вакуолизацию хромидия. Обработка панкреатином в течение суток при той же температуре после предварительного обезжиривания вызвала полнейшее растворение и исчезновение хромидия, тогда как ядро осталось совершенно незатронутым. Различная перевариваемость указывает на различие веществ, из которых состоят ядро и хромидиальная субстанция. Перевариваемость в панкреатине указывает на присутствие в хромидиальной субстанции значительных количеств белковых веществ.

В целях выяснения роли хромидия в физиологической деятельности *Chlamydomorphys* нами был применен метод Unna (1918) с Neutralviolett extra. После этой краски хромидиальная субстанция принимает промежуточный красно-фиолетовый тон (приблизительно так же окрашивается кариосома, а внешнее вещество ядра красится в нежный голубой цвет). Эта красочная реакция показала, что 1) хромидий состоит из кислого белка и, 2) что в нем одновременно происходят и окислительные и восстановительные процессы.

Раз это так, то естественно было предложить, не находятся ли в связи с хромидием скопления углевода, на счет которого происходили бы дыхательные процессы, как это имеет место у других анаэробных паразитов, напр. у *Ascaris*. Окраска на гликоген по Best'у дала сомнительные результаты, зато окраска сафранином по Fischer'у на гликопротеид окрасила хромидий в ярко красный цвет. Окраска была столь типичной, что первое время мы готовы были признать наличие гликопротеида в составе хромидия. Но тщательно проведенная обработка подом с одной стороны и пталином с другой указала на полное отсутствие углеводов.

У *Puxidicula Doflein* описал хромидий, состоящий из волютина. Возник вопрос, не входит ли это вещество в состав хромидиальной субстанции *Chlamydomorphys major*, аналогично *Puxidicula*, раз углевода, (как это имеется у *Diffugia* (Румянцев—1922), *Actinosphaerium* (Румянцев—1925), *Pelomyxa* (Leiner—1924) и ряд других форм) в ней нет. Обработка по А. Мауег'у дала следующее: в типичный для волютина метахроматический фиолетовый цвет окрасилась широкая

полоса зернистостей внизу хромидия, в области фэосом, но гораздо шире этой последней. Сами фэосомы окрасились также, но плохо. Контроль на растворение подтвердил окраску. Оказалось, что в горячей воде, в 3% КОН и в 5% HCl эти зернистости, а равно и фэосомы растворяются очень быстро и легко. Возможно однако, что эти палочки—фэосомы состоят не из чистого волютина.

Выше упоминалось, что при рассматривании *in vivo* по периферии хромидия видны сильно преломляющие свет капли. Методика на жир (по Daddi) позволила обнаружить, что эти капли весьма энергично красятся суданом III в типичный красный цвет. Обработка по Ciaccio дала те же результаты. Лучшие результаты мы получили осмиевым методом Ciaccio (1910). На обработанных по этому способу препаратах можно различить капли в хромидиальной субстанции и капли в нутриторной зоне. Первые чернятся или буреют, вторые сохраняют красно-желтый цвет судана III. Помимо этого, стенки вакуолей окрашиваются в типичный для липоида желто-оранжевый цвет. Иногда на препаратах можно было видеть, что и вся масса хромидия принимает явственный желтый оттенок.

Таким образом, эти результаты показывают, что:

1. Капли в хромидиальной субстанции состоят из нейтрального жира.
2. Плазма хромидиальной субстанции, в которой нет жира, слабо липофильна.

Количество, величина, форма и распределение жиролипоидных капель весьма не постоянно. Молодые особи их не обнаруживают вовсе, или же имеют в незначительном количестве. Зато у них хорошо выражены липоидные оболочки вакуолей. Затем количество капель возрастает. Одновременно замечаются и липоидные капли в пересечении стенок нутриторных вакуолей. Процесс с возрастом особи продолжается в том же направлении, причем самые большие капли находятся по нижнему краю хромидия. Наконец в цисте количество капель становится чрезвычайно большим.

Не указывает ли этот процесс, что жировые вещества в течение жизни обособляются, так сказать, отщепляются от хромидия, и если это так, то не имеем ли мы право рассматривать хромидиальную субстанцию состоящей из двух компонент: белок + жир. Возможность размешивания этих компонент нам удалось подтвердить заставляя культуру быстро инцистироваться.

Интересно отметить, что метод Колачева на обнаружение аппарата Golgi вычернивает стенки вакуолей. Вычерненные стенки дают картину, весьма напоминающую вследствие своей сетчатости, ретикулярный аппарат в его классической форме.

Установив распределение липоида и белка естественно было перейти к изучению хондриома. Однако, попытки эти не увенчались успехом и хондриома окрасить нам не удалось. Дело в том, что плазма набита огромным количеством заглоченных бактерий, которые отлично окрашиваются всеми митохондриальными красками и маскируют картину.

Необходимо отметить, что хромидий интенсивно окрашивается применявшимися митохондриальными красками (по методам Altmann'a, Kull'я, Benda).

Подводя итоги вышесказанному, мы приходим к следующему представлению. Хромидиальная субстанция у *Chlamydomonas major* состоит из белковой и жиролипоидной компонент. Эти компоненты находятся в подвижном равновесии. В непосредственной связи с

хромидием находится волютиновая зернистость. Хромидий окрашивается митохондриальными красками. На нем локализируются окислительные и восстановительные процессы. Допуская, что хондриосомы представляют собою адсорпционное соединение белка и липоида (как это доказано в ряде работ), что волютин у Protozoa часто связан, по крайней мере топографически, с хондриосомами, и, что большинство авторов приписывает этим последним важную роль в обмене веществ, мы замечаем значительный параллелизм в свойствах этих образований и хромидия. Конечно, говорить о полном тождестве хромидиальной субстанции и хондриосом нельзя, но считать их близкими и родственными по составу и функциональной деятельности мы повидимому, имеем право.

Цитируемая литература:

- Bělár. Arch. f. Protistenk Bd. 43.—1921.  
Breuer. Ibidem Bd. 35.—1916.  
Ciaccio. Arch. f. Zellforsch. Bd. 5—1910  
Cienkowski. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12—1875.  
Doflein. Zoolog. Jahr. Abt. f. Anat. B. 39.—1916.  
Leiner—Arch. f. Protistenk. Bd. 47.—1924.  
Румянцев—Арх. Русск. Протист. О-ва Т I —1922  
Rumjanzew—Arch. f. Protistenk. (в печати)  
Schaudinn Gesammelte Abhandlungen, Verlag G. Fischer—Jena—1911.  
Unna—Arch. f. mikr. Anat. Bd. 91.—1918.

## Untersuchung des Chromidium bei Chlamydophrys major Bělár.

Von B. Aleschin.

(Vorläufige Mitteilung).

1. Bei der Verwendung des Paraboloid—Kondensors erscheint die Chromidialsubstanz von Chlamydophrys major optisch leer, d. h. sie ist homogen.

2. Die Hauptmasse der Chromidialsubstanz besteht aus Eiweiss, da sie durch Pankreatin völlig verdaut wird. Während dieses Prozesses wird der Kern gar nicht beschädigt, folglich sind die Chromidial- und Kernsubstanzen ganz verschieden.

3. In der Zone der Phaeosomen befindet sich ein breiter Streifen von Volutinkörner; die Phaeosomen selbst bestehen aus einer Substanz, die dem Volutin ähnlich ist.

4. Mit der Chromidialsubstanz sind vielleicht Oxydations- und Reduktionsprozesse verbunden.

5. An der Peripherie der Chromidialsubstanz, besonders an ihrem unteren Rande befinden sich Tropfen von neutralem Fette. Die Chromidialsubstanz im Ganzen weist aber eine deutliche Lipophilie auf.

6. In dem Plasmaknoten zwischen den Vakuolenwänden der nutritischen Zone befinden sich oft Tropfen, die mit Sudan III sich färben und wahrscheinlich aus Lipoidsubstanz bestehen.

7. Die Fett- und Lipoidtropfen bei jungen Individuen sind klein und nicht zahlreich, aber mit dem Alter nehmen sie an Grösse und Zahl

bedeutend zu, während der Incystierung sind sie besonders zahlreich und gross.

8. Die Zusammensetzung der Chromidialsubstanz aus Eiweiss- und Fettkomponenten, ihre enge topographische Verhältnisse mit dem Volutin, die mit ihr räumlich verbunden Oxydations- und Reduktionsprozesse (die als Stoffwechselsprozesse betrachtet werden können), ihre Färbbarkeit durch die mitochondrialen Färben — alle diese Tatsachen zwingen uns zu Vermutung, dass die Chromidialsubstanz mit den Plastosomen viel Gemeinsames besitzt.

## Выживание плотвы и карася при различных концентрациях водородных ионов.

А. А. Махотин.

Адсорбирование кислорода рыбами представляет очень интересную проблему, особенно при изучении влияния Н-ионов на механизм дыхания. Для морских рыб в этом отношении кое-что сделано; и в настоящее время, кроме работ Krog'a и Bagcroft'a, мы имеем ряд исследований американского физиолога Powers'a (1921, 1922, 1923), установившего не только пределы щелочности и кислотности, но и влияние Н-ионов на адсорбирование кислорода. В результате своих наблюдений Powers приходит к следующему выводу: способность морских рыб выдерживать большие изменения в концентрации водородных ионов может быть связана с их поведением и образом жизни. т. е. рыбы, выдерживающие значительные концентрации водородных ионов наиболее космополитичны, виды наименее стойкие к изменениям Н-ионов почти всегда имеют ограниченный предел обитания. Так как для пресноводных рыб в этом отношении пока ничего не сделано, то нам казалось интересным поставить ряд опытов над нашими обычными обитателями пресноводных водоемов. Этот интерес усиливался еще другими соображениями. Как известно, вода моря сохраняет почти постоянную реакцию, в то время как в пресноводных водоемах мы имеем не только резкое отличие между различными типами водоемов, но иногда резкие периодические изменения реакции в одном и том же водоеме. <sup>1)</sup>

Наши опыты должны были разбиться на две части. Прежде всего необходимо было определить границы выживаемости рыб при изменении реакции воды, за которыми даже при вполне достаточном кислородном давлении наступает смерть, а затем, определить пределы рН в которых возможно дыхание при минимуме кислорода.

Первая часть этого исследования была проделана летом 1924 г., и в виде предварительного сообщения печатается в настоящем выпуске, что же касается второй части, то ее окончательное выполнение пока задержалось, вследствие отсутствия необходимых приборов.

Материалом для опытов служили озерная плотва (*Rutilus rutilus*) и прудовой карась (*Carassius carassius*).

Плотва ловилась в озере, а караси в Константиновском пруду, расположенном вблизи станции.

Экземпляры, служившие для опытов, имели следующие размеры.

Плотва: а) мальки: 1,5 ст., б) взрослые экземпляры: длина от 11 до 13 ст.; вес 34—50 гр.

<sup>1)</sup> Неопубликованные наблюдения из дневника станции.

Карась: длина от 6,3 до 10 ст., вес от 7 до 24 гр.

Методика опытов была такова. После того, как испытуемые животные просидели сутки или двое в аквариуме, считая от момента привоза их в лабораторию, они помещались в сосуд до верха наполненный водой.

Мальков помещалось не менее 10 шт. в 2 литр. сосуд, а взрослые — до 5 штук в сосуд емкостью 9 литров.

Вода этого сосуда заранее насыщалась кислородом, после чего устанавливалась добавлением  $\text{HCl}$  или  $\text{NaOH}$  ее реакция до желаемой величины.

Перед началом и после окончания опыта промерялся  $\text{O}_2$  по методу Винкляра.

Для предохранения от  $\text{CO}_2$ , особенно в больших сосудах, над поверхностью воды под крышкой герметически закрывающей края, помещалась едкая щелочь или пирогалловая кислота.

Однако, это не спасало от изменения реакции, и, чтобы поддерживать реакцию на определенной высоте, особенно растворов щелочных в продолжительных опытах, реакция воды промерялась несколько раз в день, и, если замечалось изменение, то сейчас же доводилась до первоначальной величины.

Определение концентрации  $\text{H}$ -ионов производилось обычным колориметрическим методом с индикаторами Зеренсена. В опытах с мальками плотвы в кислую сторону за сутки не наблюдалось колебаний больших, чем 0,2 значения рН; в сторону кислую особенно при  $\text{pH} > 8$  за ночь реакция падала на 0,5. В опытах со взрослыми животными щелочная реакция воды за ночь падала на 1,0 первоначального значения рН. Такие резкие изменения для нашей цели не имели большого значения, т. к. в предельных концентрациях или близких к ним, отмирание наступает в такой сравнительно короткий промежуток времени, в течение которого, как показывают промеры, реакция или не меняется (в кислую сторону), или, если меняется (в сторону щелочную), то очень немного. В опытах со взрослыми животными ежедневно продувался воздух для насыщения воды кислородом. В общем во всех опытах с мальками количество  $\text{O}_2$  было не меньше, чем 5,2 ст<sup>3</sup> на литр, а в опытах со взрослыми животными не падало меньше чем 1,3 ст<sup>3</sup> в конце опыта.

Каждый опыт имел контроль и был повторен минимум два раза.

Результаты опытов получились следующие.

Мальки плотвы отлично выживают, с тем же процентом гибели, как и в контроле, при концентрациях от рН 6,3 до рН 8,2. За этими пределами как в кислую, так и щелочную сторону начинается отмирание. Если подсчет отмирающих вести в процентах, то можно заметить что отмирание в сторону щелочную идет более энергично, чем при укислении.

Так, от рН 8 до рН 9 в 3 дня гибнут 100% мальков, в то время как в сторону кислую в пределах от рН 6,5 до 5, гибнет 75% и только при  $\text{pH} > 5$  в сутки гибнет 100%, а при рН 4 гибель наступает почти мгновенно.

По сравнению с мальками границы выживаемости взрослой плотвы раздвинуты несколько шире, хотя оптимум лежит в тех же границах, т. е. от рН 6 до рН 8.

При достаточном количестве  $\text{O}_2$  взрослая плотва в течение 2—3 дней не обнаруживает никаких патологических явлений при реакции воды рН 4,6 в одну и при рН 9,2 — 9,4 в другую сторону.

Но, начиная от указанных величин, как в сторону в кислую, так и в сторону щелочную взрослая плотва быстро гибнет.

По сравнению с плотвой карась еще менее прихотлив, можно сказать совершенно безразличен к изменениям реакции воды. Так, в пределах рН 4,5 — 9,6 караси живут так же хорошо, как и в контроле.

При рН 10, 10,1 караси живут не больше 2 дней, и только доводя реакцию воды до рН 4 или рН 11 можно заставить карасей мгновенно отмирать.

## Ueber den Einfluss aktiver Reaktion der Medien auf einige Süßwasserfische.

von A. A. Machotin.

Als Object unserer Beobachtungen haben *Rutilus* und seine Jungen, die im Glubokoje selbst leben, sowie auch *Carassius* aus dem benachbarten Teichen gedienten.

Die Technik der Experimente war folgende: die gefangenen Exemplare wurden in's Laboratorium gebracht wo sie eine Zeitlage bis 48 Stunden halten, dann wurden sie in den Untersuchungsgefäßen untergebracht, deren Wasser entweder mit NaOH eingelangt oder mit Salzsäure angesäuert und mit Sauerstoff gut gesättigt war. Die Fische wurden in Gefäße mit Rauminhalt von 1, 2, 3, 6 und 9 Liter untergebracht, je nach ihrer Größe und Quantität. Die Gefäße welche Säuremedien enthielten wurden ohne besondere Vorsichtsmassregeln aufbewahrt, die Gefäße mit alkalischen Medien wurden mit geschliffenen Propfen verschlossen und in ihnen kleinere Gefäße mit Pyrogallol und Kalilauge untergebracht. Im Laufe von je 24 Stunden wurde in diesen Gefäßen mit Anwendung kalorimetrisches Methode die Reaction des Wassers bestimmt und Sauerstoff durchgeblasen. Das Experiment dauerte eine Woche und falls die Fische am leben blieben, so zog man daraus den Schluss, dass bei gegebener Concentration von H-ionen die Existenz der entsprechenden Art von Fischen möglich ist. Nach Beendigung der Experimente wurde nach dem Winkler Methode die Menge von Sauerstoff in den Gefäßen bestimmt. Mit Hilfe von diesen Versuchen gelang es festzustellen, dass das Optimum für *Rutilus* zwischen pH 6,3 und pH 8,2 liegt. Nach Ueberschreiten dieser Grenzen beginnt das Absterben und bei pH 4,5 — 9,2 kommen die Jungen sofort um. Für erwachsene Exemplare sind die Grenzen der tödtlichen Concentration breiter gezogen, besonders nach der alcalischen Richtung hin. Erwachsene *Rutilus* können pH 4,2 — pH 9,8 nicht vertragen und können schnell um. Mehr angepasst ist *Carassius*; er beginnt bei pH 4,3, pH 10,0 abzusterben. Bei allen anderen Concentrationen von H-ionen äussert *Carassius* im Laufe einer Woche keinerlei Abnormalitäten.





50

ЗФК  
Г464

Научная библиотека МГУ



48984125

Т-6.  
В. 2 и 3.