

NATURFORSCHER GESELLSCHAFT ZU LENINGRAD
BERICHTE DER BIOLOGISCHEN BORODIN STATION
Bd. VII Heft 3

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОБЩЕСТВО ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

Т Р У Д Ы
БОРОДИНСКОЙ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
В К А Р Е Л И И

Том VII вып. 3

Издатели: Совет Народных Комиссаров АКССР
и
Государственное Издательство Кирья
Ленинград
1935

58-958

958

1973 г.

NATURFORSCHER GESELLSCHAFT ZU LENINGRAD
ERICHTTE DER BIOLOGISCHEN BORODIN STATION

Bd. VII Heft 3

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОБЩЕСТВО ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

664499
664499

Т Р У Д Ы
БОРОДИНСКОЙ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
В К А Р Е Л И И

Том VII вып. 3

Карело-Финская Баз.
Академии Наук СССР
БИБЛИОТЕКА

Издатели: Совет Народных Комиссаров АКССР
и
Государственное Издательство Кирья
Ленинград
1935

ОГЛАВЛЕНИЕ—INHALT.

	стр. Seite
1. Вукотич-Черновская Е. Н. Гидрологический режим соприкасающихся частей озер Кончезеро и Пертозеро	3
Helene Vukotic-Cernovskaja. Sur Kenntnis des hydrologischen Regimes der anliegenden Teile der Seen Kontschezero und Pertozero	10
2. Трифонов А. К. Результаты гидрохимического исследования озера Габ-озера Trifonov, A. Resultate der hydrochemischen Untersuchung der Gabozero Sees	11 28
3. Ischreyt G. Zooplankton des Sees Gabozero in Karelien	29
4. Пельш. А. Д. К методике количественного учета ультрамикропланктона	31
Pelsch A. D. Zur Methodik der quantitativen Schätzung des Ultramicroplanktons	37
5. Лепилова Г. К. и Чериов В. К. К вопросу об интенсивности распространения <i>Elodea canadensis</i>	39
Gali Lepilowa und Tschernow W. K. Beobachtungen über die Schnelligkeit der Verbreitung von <i>Elodea canadensis</i> in Kontschezero-Seen	44

Отв. ред. Б. В. Перфильев

Тех. ред. А. Аланен

Ленгорлит № 14503 Кирья № 65 Сдано в набор 17/1—35 г. Подписано к печ. 15/V—35 г.
4,13 авт. лист. 49,000 зн. в п. л. Тираж 600 Зак. 162

Типография Кирьяпая Ленинград Харьковская 9.

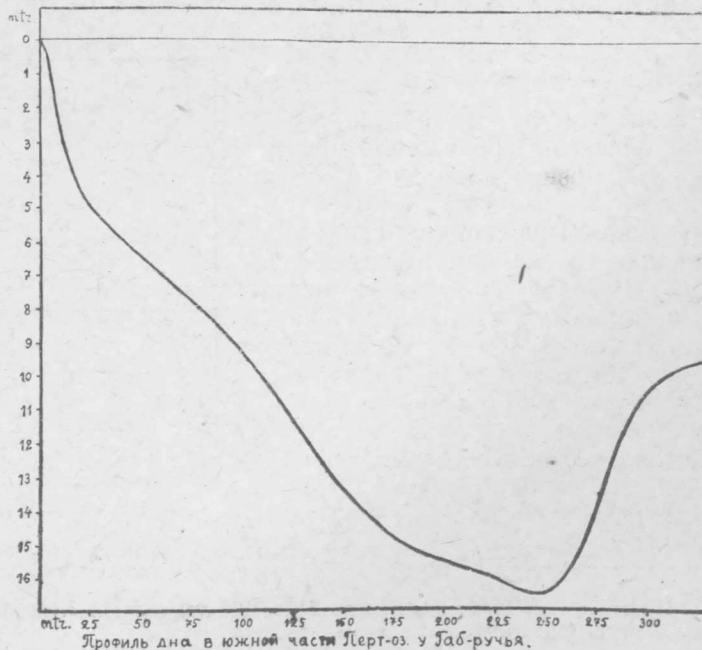
Гидрологический режим соприкасающихся частей озер Кончезера и Перт-озера

Е. Н. Вукотич-Черновская.

Летом 1929 года, во время моего пребывания на Бородинской Биологической Станции, мне было поручено произвести обследование частей Перт-озера и Кончезера, непосредственно прилегающих к селу Кончезеро, в отношении температурного и кислородного режимов. Эти ближайшие к Кончезеру части до сих пор были почти не исследованы в гидрологическом отношении. Мною были обследованы: часть Перт-озера, южнее Габ-ручья с Гнилой (Якушевой) губой, проток, соединяющий Перт-озеро и Кончезеро, Кончезерская губа Кончезера и водоскат плотины. Обследование велось как уже сказано в направлении изучения термического и кислородного режимов. К работе я приступила в июне 1929 года и закончила ее в августе 1929 года.

Мною было сделано 5 разрезов: 1) Разрез вдоль протока, начиная от плотины и кончая мелью у южной части Перт-озера (9 ст.) 2) Поперечный разрез через проток от старых свай (из восточного берега протока на противоположный берег по направлению к зданию Б. Б. Ст. (3 ст.). 3) Поперечный разрез в части протока, непосредственно прилегающей к расширенной

его части (3 ст.). 4) Поперечный разрез южной части Перт-озера от устья Габ-ручья на N 0, 306° (4 ст.) 5) Продольный разрез Кончезерской губы Кончезера от плотины до перехода губы в открытое озеро у Боярского наволока (3 ст.) Кроме разрезов были взяты серии на отдельных станциях, а именно: 2 станции в заливчике Перт-озера, у Верхней улицы с. Кончезеро, 1 станция в Гнилой губе и одна станция в самом водоскате плотины. Всего



Профиль дна в южной части Перт-оз. у Габ-ручья.

было сделано 27 станций, взято 72 кислородные пробы и соответственно, 72 температурных измерения.

Кроме того был произведен промер глубин в Перт-озере в направлении от Габ-ручья на N 0, 306°.

Обследованная мной часть Перт-озера представляет собой суженный южный его конец, заканчивающийся на юго-западе мелкой зарастающей Гнилой губой. — Наибольшие глубины этой части озера прижаты к западному берегу и достигают 16,5 м. (по измерениям 1929 г.). Эта глубина находится в 250 м. от западного берега и расходится с данными Дитмар и Пиотровского¹ по которым глубины этой части озера не превышают 10 метров. Повидимому область наибольших глубин представляет из себя узкую борозду, которая переходит непосредственно в русло протока. Борозда является руслом речки бывшей на месте протока до устройства плотины.

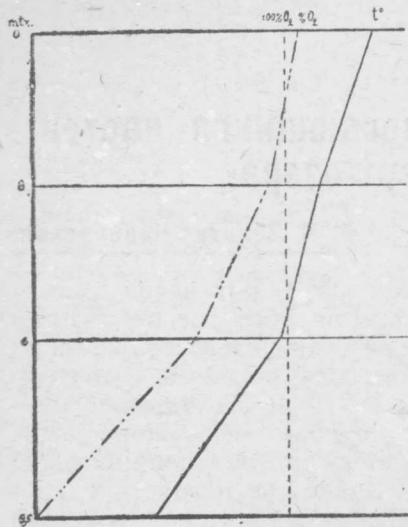
К сожалению, за недостатком времени это не удалось вполне установить. В северном конце протока находится большая мель, которая клином далеко заходит в южную часть Перт-озера. Проток на всем своем протяжении однообразен в отношении глубин, — наибольшие глубины достигают 9—10 м. и

имеет крутоспадающие берега. Прилегающая к плотине часть Кончезера — Кончезерская губа — мелкая; глубины постепенно увеличиваются по мере удаления от его северного конца и достигают 5—6 м. при переходе Кончезерской губы в открытую часть озера. Сообщение озер происходит через плотину, состоящую из двух водоскатов — гладкого и ступенчатого. Оба водоската сплошь заросли нитчатками.

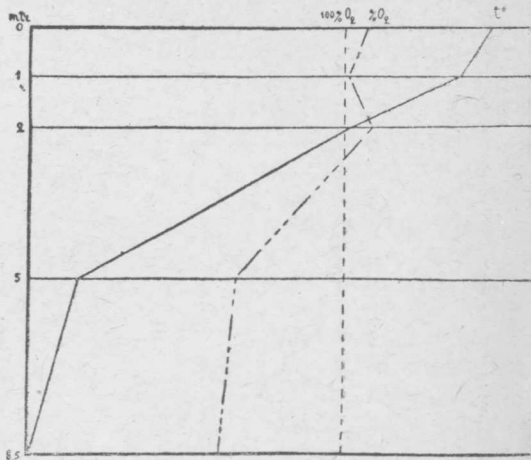
1. Перт-озеро.

Распределение температур в июле месяце на протяжении протока Перт-озера довольно однообразно. Мы имеем достаточно отчетливо выраженную стратификацию со скачком между 6—8 м. Разница поверхностных и придонных температур на глубинах в 9—10 м. достигает 5°—6°. Распределение кислорода соответствует распределению температур.

Также выражена стратификация; с глубины 6-ти м. начинается резкое падение содер-



Разрез 1, проток из Перт-оз. в Конче-оз., ст. III, 29 VII



Разрез 1, проток из Перт-оз. в Конче-оз., ст. V, 5 VII

¹) Пиотровский, В. Ф. и Дитмар, В. П. „К лимнология Петрозав. уезда, Олбн. губ.“ Изв. Русск. Геогр. Общ. 1912 г. т. XLVII стр. 225.

Mr.	Ст. 1,25/7		Ст. 2,25/7		Ст. 3-я 29/7		Ст. 4,23/7		Ст. 5,5/7		Ст. 6,31/7		Ст. 7,10/8		Ст. 8,31/7		Ст. 9,31/7	
	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %
0	16,75	96,1	16,9	95,6	17,7	102,9	19,22	103,2	19,85	103,9	19,72	105,1	19,2	100,6	19,55	102,7	19,3	110
1									19,33	100,9								
1,5	15,7	91,7																
2									17,19	106,1	17,6	98,1						
3	15,53	75,5	15,54	78,5	16,72	97,1	17,95	98,7										
4													16,93	100,3			17,3	98
5									11,8	79	17,25	100,7			17	95,5		
6			15,25	77,3	15,85	83,1	16,2	99,8										
7,5											14,8	67						
8													15,8	74,4			14,56	58,5
8,5			14,35	54,5			13,72	60,5	10,8	76,8								
9															14,2	54,2		
9,5					13,4	50,4												

жания кислорода. Мелководные (прибрежные) станции поперечных разрезов через проток характеризуются слабой температурной стратификацией и насыщенностью кислородом до дна. Если рассматривать разрез в целом, данные мелководных станций как бы повторяют данные соответственной толщины верхнего слоя глубоководных станций. На глубоководных станциях разреза № 4 явления стратификации выражены наиболее резко.

Подобные исследования в протоке Перт-озера и части его лежащей на юг от Габ-ручья производились первый раз в 1929 году. Но имеется возможность сравнить эти данные с данными М. В. Зеленковой¹ по северной, широкой части Перт-озера, а именно: в июле 1927 года на станции на глубине 31,5 м. при t поверхности $16,6^\circ$, t° у дна равнялась $5,88^\circ$, O_2 на поверхности было 93,6%, у дна—79%. Затем на станции на глубине 11 м. в Викшицком заливе мы имеем поверхностно t° — $20,1^\circ$, у дна $7,5^\circ$, O_2 на поверхности—107,8%, у дна 79,6%.

Разрез № 2.

Мг.	Ст. 1,29/7		Ст. 2,29/7		Ст. 3,29/7	
	t°	$O_2\%$	t°	$O_2\%$	t°	$O_2\%$
0	17,8	101,9	17,7	102,9	17,7	103,5
3	16,9	101,5	16,72	97,1	16,8	97,9
6			15,85	83,1		
9,5			13,4	50,4		

Разрез № 3.

Мг.	Ст. 1,10/8		Ст. 2,10/8		Ст. 3,10/8	
	t°	$O_2\%$	t°	$O_2\%$	t°	$O_2\%$
0	19,05	98,4	19,2	100,6	14,4	102,3
4			16,93	100,3	16,8	98,4
5	16,85	97,9				
8			15,8	74,4		

¹) Зеленкова-Перфильева, М. В. „К гидрохимии Кончезерской группы озер.“ Труды Бородинск. Преснов. Биол. Ст. 1927 г. V. стр. 87—89.

Разрез № 4.

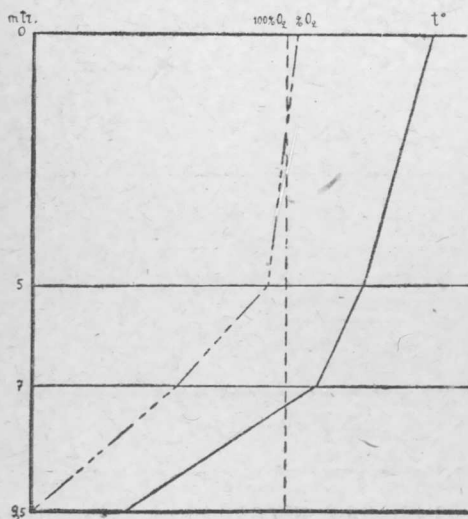
Мг.	Ст. 1,7/8		Ст. 2,7/8		Ст. 3,7/8		Ст. 4,7/8	
	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %
0	17,73	101,7	17,75	100,9	18	100,5	17,82	98,1
3	16,72	99						
4,5							16,85	98,5
5	16,6	93	16,52	96,5	18	100,8		
7			15,45	77,7				
9,5			11,55	48,7				
10					13,5	43,6		
16					8,05	24,2		

Что касается южной части Перт-озера, у Габ-ручья, то низкий процент содержания кислорода в придонных слоях, можно по всей вероятности объяснить следующим: наибольшие глубины расположены в виде борозды или ямы (это покажет дальнейшее изучение глубин этой части озера), прижаты к западному берегу, и, хотя эта часть озера и подвержена ветрам, но придонные слои этой борозды перемешиванию не подвергаются и застаиваются.

Повидимому продолжение той же борозды с застаивающейся водой, мы видим и в протоке, где и в конце лета мы наблюдаем сохранившуюся стратификацию. К сожалению не было возможности продолжить работу на осенние месяцы.

Остается еще дополнить данные по трем отдельным станциям в Перт-озере.

В Гнилой губе станция взята в ее глубокой части на глубине 1,5 м. Наблюдалось полное насыщение кислородом до дна. Разница же температур на поверхности и у дна для такой маленькой глубины была сравнительно велика (ключи?). В заливчике протока Пертозера было взято 2 станции, в глубине и у



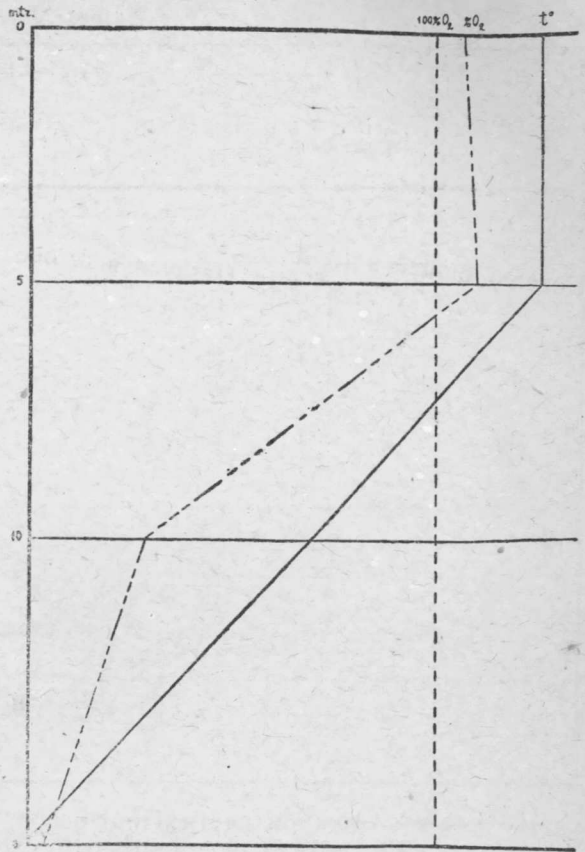
Разрез 4, южная часть Перт-оз., ст. II, 7 м

островка, обе на глубине 2,5 м. Как в отношении содержания кислорода, так и в распределении температуры, наблюдалась лишь очень незначительная стратификация.

2. *Оз. Кончезеро*. Кончезерская губа.

Кислородный и термический режимы Кончезерской губы Кончезера резко отличаются от таковых Протока и южной части Перт-озера. Вдоль губы было взято 3 станции. Мелкая губа отлично прогревается и благодаря своему открытому положению подвергается действию ветров. Этим целиком определяется однородность ее термического и кислородного режимов. №№ станций идут от плотины на юг.

Было интересно выяснить, какую роль играет водоскат плотины в смысле насыщения кислородом воды выливающейся через плотину из Перт-озера в Кончезеро. Для выяснения этого были взяты пробы на кислород в один



Разрез 4, южная часть Перт-оз., ст. III, 14 VIII

Мг.	Гнилая губа 5/8		Залив в глуб. 23/7		Залив у остр. 23/7	
	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %
0	17,08	102,8	19,23	104,4	19,7	102,7
1.2	15,16	99,3				
2			18,1	103,4	18,12	98,3

день в Перт-озерском протоке, в самом водоскате и сразу за плотинной в Кончезере. Эти данные относятся к июню 1929 года. Всюду наблюдалось более или менее одинаковое пересыщение кислородом. Очевидно процесс поглощения и выделения кислорода в водоскате уравновешивают один другой.

Разрез № 5.

Мг.	Ст. 1,5/7		Ст. 2,10/7		Ст. 3,10/7	
	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %
0	21,45	106,1	19	102,2	18,75	95,6
1	21,45	103,3				
2			18,83	99,1		
2,5	20,19	99,1				
4			18,56	97,8		
5					18,15	97,8

Мг.	Перт-оз. у зд. Станции		Водоскат		Кончез. около плот.	
	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %	t°	O ₂ %
0	19,85	103,9	18,7	102,2	21,45	106,11

Helene Vukotic-Černovskaja.

Zur Kenntnis des hydrologischen Regimes der aneinandergrenzenden Teile der Seen Kotschezero und Pertozero

Zusammenfassung

Im Sommer 1929 wurden die Thermik und der O₂-Gehalt der aneinandergrenzenden Seen Pert und Kotschzero und des sie verbindenden Durchflusses erforscht. Diese Seen sind durch einem Damm getrennt.

Im ganzen wurden in 27 Stationen 72 Sauerstoffproben entnommen und dementsprechend 172 Temperaturbestimmungen erhalten. Im Juli war die thermale Schichtung längs des ganzen Durchflusses (dessen Tiefe der ganzen Länge nach 9—10 m. beträgt) deutlich ausgeprägt. Der thermale Sprung befand sich in der Schicht von 6—8 m. Die Differenz der Oberflächen- und Bodentemperaturen erreichte 5—6°.

Die O₂-Verteilung entsprach der Temperaturverteilung und bei einer Oberflächenschichtensättigung bis zum 100% und höher, fanden wir am Boden 50% O₂-Sättigung vor.

Die Stratifikation ist besonders, im Süden des Pert-ozero, wo in 1929 eine

Einsenkung bis zu 16,5 m entdeckt war, deutlich ausgeprägt. Bis dahin glaubte man, dass die Tiefen des Südendes des Pert-ozero 10 m. nicht übertreffen.

Anfang August erwies sich in dieser Einsenkung die Bodentemperatur nur als $8,5^{\circ}$ und der O_2 -Gehalt am Boden 24, 2%.

Wahrscheinlich sind die Bodenschichten dieser Einsenkung oder Furche keiner Stratifikation (Mischung) unterworfen und bleiben stehend. Der Durchfluss muss offenbar eine Fortsetzung dieser Furche bilden und beide mit das Bett eines vor der Konstruktion des Dammes existierten Flusses sein. Der dem Damm anliegende Teil des Sees Konce-zero und die kleinen Buchten des südlichen Teiles des Sees Pert-ozero sind dank ihrer Seichtheit bis zum Boden erwärmt und zusammen O_2 gesättigt.

Результаты гидрохимического исследования Габ-озера

А. К. Трифонов.

Летом 1927 г. было предпринято гидрохимическое исследование Габ-озера, расположенного в районе работ Бородинской Биологич. Станции в Карелии.

Габ-озеро принадлежит к Кончезерской группе озер, описанной Пиотровским и Дитмаром в статье „К лимнологии Петрозаводского уезда Олонецкой губ.“ (1), в которой дано географическое описание местности, прилегающей к Габ-озеру и выясняется отношение Габ-озера к другим озерам группы. Краткое описание Пиотровского и Дитмара необходимо дополнить наблюдениями, произведенными мной во время экскурсий по берегам Габ-озера. Габ-озеро расположено выше ближайшего к нему Пертозера и имеет в него сток — Габ-ручей. Северная часть восточного берега Габ-озера до Габ-ручья представляет возвышенность. В месте выхода Габ-ручья берег становится низменным, незначительно приподнятым над уровнем Габ-озера (25 июля 1927 г. на 30—40 см). Образующееся здесь при высоком уровне Габ-озера болото питается за счет Габ-озера. Южнее Габ-ручья высокий берег постепенно понижается и в южном конце Габ-озера становится болотистым, но совершенно пересыхает уже в первую половину лета, что указывает на невозможность питания его за счет грунтовых вод или ключей. Наблюдения над состоянием болота при разных метеорологических условиях и наблюдения над расходом Габ-ручья подтверждают это предположение.

В северной части западного берега имеются выходы водоносных пластов, в гидрологическом отношении, впрочем, весьма маломощных. Произведенные А. М. Гуревич анализы крупнейших питающихся из этого пласта ручейков и мочажин приведены ниже (табл. 1). Вследствие своего незначительного расхода эти ручейки не могут оказывать заметного влияния на солевой баланс Габ-озера. Северный берег Габ-озера занят поймой ручья Раударги. Этот берег представляет болотистый луг, незначительно приподнятый над уровнем Габ-озера.

Ручей Раударга вытекает из весьма богатого железом минерального источника „Марциальные Воды“, расположенного севернее. Прилегающая к Габ-озеру часть русла Раударги имеет ширину до 2—3 м¹⁾ и глубину до относительно твердого грунта до 1,5 м. Почти все русло, исключая верхние 20 см до поверхности воды занято чрезвычайно рыхлым и проницаемым осадком охряно-желтого цвета, повидимому, состоящим в значительной части из гидратов окисей железа.

¹⁾ В дождливые годы почти вся пойма Раударги, имеющая здесь ширину около 400 м, бывает покрыта водой.

Эта часть русла Раударги поросла болотной растительностью. Геохимический состав почвы, окрашенной в характерные темнокрасные до охряно-желтого цвета, указывает на то, что эта часть поймы Раударги образовалась за счет чрезвычайно богатых железом отложений Раударги.

Ознакомление с берегами Габ-озера приводит к заключению, что основным источником минеральных солей, с которым приходится считаться при исследовании солевого баланса Габ-озера—это ручей Раударга. К такому же заключению приводит и сравнение расхода Раударги с расходом Габ-ручья, а именно, уже при грубом подсчете, расход Габ-ручья оказывается меньше расхода Раударги.

Наряду с этим Габ-озеро имеет единственный сток—Габ-ручей. Эти обстоятельства обуславливают легкий контроль над составными частями воды, поступающими и выносимыми из озера и делают Габ-озеро удобным объектом для наблюдений над гидрохимическими процессами, общими для многих других озер.

Особенности химического состава воды Раударги и Габ-озера заставляют в первую очередь обратить внимание на процессы осаждения железа и кальция и на некоторые сопряженные с ними процессы.

Распределение грунтов и, до известной степени, проточный характер Габ-озера делает вероятным предположение о химической неоднородности его воды в меридиональном направлении. Для выяснения настоящего вопроса, имеющего первостепенное значение для гидрохимического исследования озера, произведен ряд измерений электропроводности воды, непосредственно на месте работы.

Очевидные преимущества применения электропроводности в качестве вспомогательного средства исследования водоемов в настоящем случае увеличивается тем обстоятельством, что нами захвачены придонные слои озера в несколько см толщиной, исследование которых в гидрохимическом отношении осуществимо только при условии применения измерений электропроводности.

Концентрация растворенных в воде солей, имеющая большое значение при изучении затронутых в настоящей работе вопросов, легко может контролироваться измерениями электропроводности. Кроме того, определение электропроводности во многих случаях представляет удобный метод, позволяющий экстраполировать результаты углубленного исследования, полученные в одном пункте или разрезе, на ряд пунктов, в которых при помощи измерений электропроводности, констатирована одна и та же концентрация солей или одно и то же распределение общей концентрации по вертикали.

Результаты определения электропроводности Габ-озера, приведены в табл. 2. Удельная электропроводность главной массы воды Габ-озера колеблется между 6×10^{-5} и 7×10^{-5} и закономерно изменяется от поверхности к дну. Распределение электропроводности, также как и температуры по вертикали на всем протяжении Габ-озера совершенно однообразны. Это позволяет сделать вывод, что определяющие электропроводность соли на всем протяжении Габозера распределены по вертикали под влиянием одной и той же причины.

Таким образом цифры электропроводности и температуры для отдельных горизонтов Габ-озера идентичны. Результаты, полученные в течение экскурсии Бородинской Станции на Габ-озере в феврале 1927 года, приводят к заключению о таком же расслоении озера в отношении газов и бикарбонатов. Габ-озеро разделяется на ряд горизонтальных зон, в каждой из которых существуют идентичные физико-химические условия.

Как объем этих зон, так и их значение и участие в гидрохимических процессах, разумеется, далеко неравноценно. Вычисляя на основании данных Пиотровского и Дитмара объем зоны от поверхности до 5-ти м глубины, получаем приблизительно $0,016 \text{ км}^3$, в то время как остальная масса воды Габ-озера $0,0095 \text{ км}^3$.

В илообразовании, в более мелких частях озера участвует меньшая толща воды и ряд процессов, возможных в более глубоких горизонтах (напр. восстановительные процессы) совершенно исключается в мелких частях озера, что вероятно отражается на химическом составе отложений не только в качественном, но и в количественном направлении.

Для дальнейшей характеристики Габ озера необходимо изложить результаты наблюдений над газовым режимом.

В течение лета 1927 г. практикантом Гидрохимической Лаборатории Бородинской Станции А. М. Гуревич производились определения растворенных в воде Габ-озера газов, щелочного резерва и РН. Наблюдения производились в наиболее глубокой по нашим измерениям точке Габ-озера, на глубине 14,5 метров. На рис. 1 этот пункт обозначен под N VII. Пробы воды извлекались с 4-х горизонтов 1, 5, 10 и 14 ти метровой глубины. Результаты определений изложены в таблице 3.

Необходимо отметить весьма устойчивую температурную стратификацию в течение всего захваченного наблюдениями промежутка времени с 14/VI по 28/IX, до самого наступления осенней циркуляции. Устойчивая температура нижних слоев, начиная с 10-ти м, может быть и с менее глубоких горизонтов, позволяет говорить о полной изоляции этих слоев от остальной массы воды Габ-озера в течение всего лета. Исследование распределения температур по вертикали обнаруживают, что с июня по сентябрь температура поверхности и дна разнится на $12-15^\circ$. Слой температурного скачка, лежащий в начале лета на глубине 4-5 м, спускается незначительно к началу осенней циркуляции.

Устойчивая стратификация и изоляция отдельных слоев подтверждается результатами определения кислорода. Концентрация кислорода в придонном слое (гл. 14 м) систематически убывает в течение всего лета. В то время как в верхних слоях % насыщения превышает 100%, на глубине имеется постоянно увеличивающийся кислородный дефицит. Определения растворенного в воде Габ-озера кислорода в феврале 1927 г.¹ позволяют определить большой кислородный запас, который, как известно, увеличивается в течение весенней циркуляции.

Вследствие этого в течение лета в придонных слоях Габ-озера концентрация кислорода близка к насыщению при температуре весенней циркуляции (т. е. не больше чем при 4°C). Как видно из таблицы, к концу лета содержание кислорода равно только $0,35 \text{ mgr/L}$, что составляет 3,3% от насыщения при данной т-ре ($8,30^\circ\text{C}$).

Концентрация водородных ионов (РН) обнаруживает в верхних слоях небольшие неправильные колебания, вероятно обусловленные ассимиляцией водяных растений и водорослей, и в более глубоких слоях остается



Рис. 1.

¹) От 6 mgr/L в наиболее глубокой точке до 12 mgr/L в верхних слоях—по определениям М. В. Зеленковой.

почти постоянной в течение всего лета. Относительно большое увеличение кислотности к дну нельзя объяснить увеличением концентрации свободной углекислоты. Это увеличение, повидимому, зависит от возрастания концентрации органических кислот, вероятно, гуминовых.

В дальнейшем изложении затронуты остальные ингредиенты, подвергавшиеся наблюдению в течение лета. Поэтому здесь мы их не касаемся.

Не останавливаясь на определении лимнологического типа Габ-озера, вследствие трудности применения существующих классификаций озер к определению типа озер Карелии, необходимо отметить некоторые его особенности, выясняющиеся, главным образом, из наблюдений над газовым режимом.

1. Большой кислородный запас, локализованный, главным образом, в верхних слоях озера, где концентрация растворенного кислорода постоянно близка к 100% насыщения при данной температуре. В придонных слоях изменение концентрации кислорода в течении года имеет вид двухвершинной кривой, имеющей два максимума в течение весенней и осенней циркуляций.

2. Незначительная электропроводность указывает на относительно небольшую общую концентрацию растворенных солей. Общая концентрация солей незначительно колеблется в течение лета.

3. Небольшой щелочный резерв, указывающий на слабую забуференность и на возможность колебаний pH в широких пределах при небольших изменениях концентрации свободных кислот.

4. Устойчивое (в каждом отдельном слое озера) pH. В связи с наличием в воде Габ-озера незначительного щелочного резерва, устойчивое pH позволяет говорить о почти полной неизменяемости в течение года (исключая моментов весенней и осенней циркуляций) концентрации свободных кислот (прежде всего CO_2).

При экстенсивном исследовании Габ-озера с помощью определения электропроводности (см. ниже) выяснилось расслоение Габ-озера на ряд горизонтальных зон, каждая из которых обладает идентичным солевым составом. Вода ручья Раударги, имеющая в летнее время температуру, достигающую 27° , поступая в Габ-озеро, распределяется, вследствие своего малого удельного веса, обусловленного высокой температурой, исключительно в верхних слоях Габ-озера. Зимой, по окончании осенней циркуляции, вода Раударги, имеющая теперь температуру незначительно выше 0° , также обладает удельным весом, меньшим, чем сохраняющая более высокую температуру вода Габ-озера. Вследствие этого вода Раударги большую часть года, исключая моменты весенней и осенней циркуляций, распределяется в верхних слоях Габ-озера, лежащих выше зоны температурного скачка.

Таким образом физико-химические условия верхнего слоя Габ озера играют исключительную роль в первой стадии процессов осаждения минеральных солей из воды Раударги. В настоящем исследовании необходимо выделить зону от 0 до 5-ти м глубины (до слоя температурного скачка) имеющую в течении лета температуру в среднем 20° , в течение всего года весьма богатую кислородом и характеризующуюся более щелочной чем другие слои реакцией, в которой происходит первичное осаждение железа, кальция и других элементов, изучение осаждения которых вошло в программу настоящей работы.

В таблице 4 сопоставлены результаты химических анализов воды Раударги, Габ-озера и Габ-ручья, из которых можно вывести заключение о балансе минеральных составных частей воды Габ-озера. Сравнение цифр электропроводности, которая в первом приближении может быть принята пропорциональной общей концентрации солей, указывает на то, что 70%

растворенных составных частей воды Раударги остается в Габ-озере, образуя ил. Концентрация кальция в воде Раударги достигает 30 *мг*/л, между тем, как в воде Габ-ручья содержится всего 8 *мг*. Са на литр. Разность в содержании Mg. составляет около 10 *мг*. L·HCO₃ (вычислено по щелочному резерву) 120 *мг*. на л. Сопоставление анализов позволяет составить таблицу осаждающихся в Габ-озере ингрэдиентов (табл. 4).

Из сравнения анализов воды Раударги и воды Габ-озера следует, что важнейший в количественном отношении ассимилируемый озером катион это кальций. 22 *мг* Са на литр вносимой Раударгой воды остается в Габ-озере. Небольшая концентрация Са в главной массе воды Габ-озера и в воде Габ-ручья указывает на то, что Са аккумулируется в глубоких слоях озера, во всяком случае исчезая из верхнего слоя (1—5 метров) по объему составляющего около 2/3 всей водной массы Габ-озера. Действительно анализ показывает, что содержание кальция в нижних слоях Габ-озера сильно повышено.

Эти слои являются приемником осаждающегося кальция, вообще аккумулируемого озером в значительной части в форме раствора высокой концентрации, скопляющегося на дне вместе с твердыми составными частями ила. Термин „осаждение“ имеет здесь условный смысл, обозначая осаждение из наиболее мощного верхнего слоя озера, имеющего для нас наибольший интерес.

Для осаждения щелочно-земельных металлов необходима щелочная реакция воды. Между тем, сравнивая реакцию воды Раударги с наиболее щелочной реакцией Габ-озера, мы видим, что реакция не отличается заметно; т. е. одного процесса смешивания воды Раударги с водой Габ-озера недост. точно для осаждения кальция и магния.

Для объяснения осаждения Са и Mg необходимо привлечь процесс фотосинтеза, который сопровождается значительным подщелачиванием воды. С этой точки зрения осаждение должно быть процессом периодическим и протекать наиболее интенсивно в местах наибольшего развития ассимилирующих растений и в летнее время.

Процесс осаждения кальция из водных растворов подробно изучен Джонстоном и Уилльямсоном (3), Mc-Coу'ем (4) и др. В СССР процесс осаждения Са в Старо-Русских водоемах изучен С. Шукаревым (2), который приводит выводы Джонстона, относящиеся к осаждению Са в естественных условиях.

В естественных условиях, т. е. при возможных в естественных условиях парциальных давлениях углекислоты, осаждение кальция может происходить в форме СаСО₃ и не может в форме Са (ОН)₂ и Са (НСО₃)₂. Начало осаждения карбоната кальция определяется уравнением:

$$[Ca^{++}] [CO_3^{--}] = K = 1.10^{-8} \dots \dots \dots (1)$$

Здесь К произведение растворимости углекислого кальция. Концентрация карбонатных ионов [CO₃⁻⁻] связана функциональной зависимостью с концентрацией водородных ионов [H⁺] по уравнению

$$[H^+] = \frac{K_1 [HCO_3^-]}{[CO_3^{--}]} \dots \dots \dots (2)$$

которое позволяет вычислить [CO₃⁻⁻], если известно РН раствора и [НСО₃⁻]. Для произведения растворимости мы принимаем значение, которое дают Джонстон и Уилльямсон (J. am. Ch. Soc 982 1916). Названные авторы при вычислении произведения растворимости исходят из концентрации растворенного СаСО₃ и, следовательно, в произведении растворимости должны фигурировать концентрации ионов Са и СО⁻⁻, а не их активности.

Вследствие этого, для вычисления начала осаждения кальция (т. е. РН раствора, при котором концентрация иона $\text{CO}_3^{''}$ достигает величины осаждения) мы вынуждены пользоваться концентрациями, несмотря на то, что такой способ дает не вполне точные результаты. Необходимо учесть величину возможной ошибки. Как показывает ближайшее исследование, ошибка увеличивается с увеличением разности концентраций ионов, входящих в уравнение и с увеличением общей концентрации солей, влияющей на величину коэффициентов активности, которые необходимо ввести в вышенаписанные уравнения, чтобы, при помощи их можно было получать точные результаты.

Величина коэффициента активности для двухвалентных солей при общей концентрации солей, соответствующей таковой в Габ-озере, равна 0,9. Вода Габ-озера содержит ионы $\text{Ca}^{''}$ (и $\text{Mg}^{''}$) в концентрации, почти эквивалентной бикарбонатным и карбонатным ионам, т. е. она весьма близка к раствору, послужившему Джонстону и Уилльямсону для вычисления произведения растворимости и т. о. ошибка, обусловленная этими причинами, в настоящем случае не превышает 10%.

Дальнейший источник ошибок лежит в определении РН и щелочного резерва. При вычислении концентрации иона $\text{CO}_3^{''}$ мы исходим из концентрации водородных ионов, определенной колориметрическим путем. Принимая, что ошибка колориметрического определения равна 0,1 РН, находим, что соответствующая ошибка при переходе к гр. эквивалентной концентрации составит 20%.

Ошибку определения щелочного резерва следует принять равной ошибке титрования, которая в наших условиях составит 0,5%.

Очевидно, что главнейшая ошибка, с которой приходится считаться при вычислении начала осаждения Ca в воде Габ-озера, заключается в определении РН и достигает 20%. При вычислении начала осаждения карбонатов Ca как функции РН ошибка лежит в пределах точности определения т. е. 0,1—0,2 РН. При вычислении же количества осевшего при данном РН карбоната мы должны считаться с ошибкой, достигающей 20, даже 40%.

Для верхнего слоя Габ-озера, исходя из цифр щелочного резерва, приведенных в таблице, вычисляем, пользуясь уравнениями 1 и 2, следующие значения РН, при которых начинается осаждение кальция. Концентрацию Ca вычисляем из содержания кальция в воде. Концентрация Ca в верхнем слое Габ-озера 0,000176 гр-ион/L и соответ. концентрация $\text{CO}_3^{''}$, при которой начинается осаждение $5,68 \times 10^{-5}$ гр.-иона/L.

Подсчитывая для Габ-озера концентрацию $\text{CO}_3^{''}$, соответствующую разным РН, получаем следующую таблицу.

при щелочном резерве = 6,0			при щелочном резерве 7,5		
РН	конц. $\text{CO}_3^{''}$		РН	конц. $\text{CO}_3^{''}$	
6,0	2,89.10 ⁻⁸		6,0	3,6.10 ⁻⁸	
" 7,0	" 2,89.10 ⁻⁷		" 7,0	" 3,6.10 ⁻⁷	
" 8,0	" 2,89.10 ⁻⁶		" 8,0	" 3,6.10 ⁻⁶	
" 9,0	" 2,89.10 ⁻⁵		" 9,0	" 3,6.10 ⁻⁵	
" 10,0	" 2,89.10 ⁻⁴		" 10,0	" 3,6.10 ⁻⁴	

Т. о. для Габ-озера осаждение кальция начинается при РН около 9,3, когда концентрация иона $\text{CO}_3^{''}$ становится больше $5,68.10^{-5}$ гр.ион/L. Между тем РН в центральной части Габ-озера по нашим наблюдениям не превы-

1521

шает—8,0 при наличии условий и в моменты дня наиболее благоприятные для наблюдения щелочной реакции воды. Отсутствие колебаний щелочного резерва в течение лета заставляет отказаться от предположения, что осаждение происходит периодически, в моменты цветения воды.

Вследствие этого необходимо предположить, что первая стадия осаждения карбоната кальция протекает исключительно в береговых зарослях водяных растений (см. 2), при чем главная масса карбоната кальция осаждается и отлагается в северной части Габ-озера, куда втекает вода Раударги и где имеются обильные заросли водяных растений. Незначительная часть карбонатов кальция, поступающая в форме коллоида в верхний слой Габ-озера, осаждается в более удаленных от Раударги частях озера.

Единственной причиной удаления Са из воды Габ-озера является подщелачивание воды, вследствие ассимиляции водяных растений. Запасы Са в верхнем слое Габ-озера пополняются сравнительно медленно. Вследствие этого в летнее время концентрация Са определяется наибольшим значением РН которое было достигнуто в данном водоеме. Наоборот, зная концентрацию Са можно найти значение РН, которое необходимо было для того чтобы Са был осажден до данной концентрации. Это значение РН соответствует вычисленному выше для начала осаждения Са, т. е. для Габ-озера равно 9,3¹⁾.

Надо заметить, что, в соответствии с уравнением $\text{РН} + \log p\text{CO}_2 = \text{K}$ выражающим в растворах бикарбонатов в зависимость между РН и логарифмом парциального давления CO_2 ²⁾, общим для всех растворов, изменение РН служит мерой изменения \log парциального давления CO_2 в данной воде и, следовательно, парциальной свободной энергии CO_2 . При щелочном резерве 7,0 максимальном для Габ-озера и РН 9,3 парциальное давление углекислоты падает до сто тысячных и миллионных долей атмосферы, и растения должны затрачивать громадную энергию при ассимиляции углекислоты под таким парциальным давлением. Содержание Са в Габ-озере доведено растениями до своего нижнего предела и дальнейшее осаждение возможно было бы только чисто химическими путями.

Нетрудно видеть, что определение концентрации Са при известных условиях (в замкнутых водоемах) может служить хорошим методом для оценки энергии ассимиляции в данном озере или для оценки продуктивности этого озера.

Следует отметить особенность в распределении солей Са и Mg по вертикали.

Сравнение цифр щелочного резерва (табл. 3) в вертикальных сериях показывает неправильное, но весьма постоянное увеличение щелочного резерва по направлению к дну и на правильное увеличение кислотности в том же направлении. Такая стратификация сохраняется в течение всего лета.

Сравнение результатов анализов с 1 и 10 метровой глубины указывает на значительное увеличение концентрации Са и Mg по направлению к дну. Это находится в согласии с измерениями электропроводности; результаты которых приведены выше, и которые указывают на увеличение концентрации растворенных солей по направлению к дну.

Сопоставляя вышеизложенные факты, можно представить такой механизм накопления солей щелочно-земельных металлов в придонных слоях Габ-озера. Образующийся в береговых зарослях нерастворенный CaCO_3 , присутствующий теперь в воде Габ-озера в форме дисперсной фазы, коллоида или мелкой суспензии, распределяется в верхнем слое Габ-озе-

1) Вероятно часть CaCO_3 , осажденного в форме коллоида, переходит обратно в раствор, что вносит некоторую ошибку в приведенный расчет. Однако, изложенные выше соображения указывают, что эта ошибка лежит далеко за пределами точности определения РН.

2) Вывод этого уравнения имеется в моей работе (7).

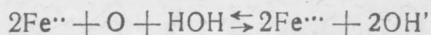
ра¹⁾). Под влиянием силы тяжести и отчасти под влиянием взаимной коагуляции с отрицательными коллоидами, частицы углекислого кальция погружаются в более глубокие слои. Реакция придонного слоя Габ-озера значительно кислее реакции верхних слоев. РН верхнего слоя колеблется в течение лета около 8,0 придонного слоя—около 7,0. Вследствие этого, по мере погружения на дно, углекислый кальций растворяется, обогащая придонные слои. Чем кислее РН, тем скорее идет растворение и, при той же скорости осаждения, большая часть Са остается в растворе. Наконец, нерастворенная часть осадка попадает в ил, где СаСО₃ растворяется до насыщения. Исследование процесса осаждения Са в Габ-озере позволяет наметить схему годовичного прироста СаСО₃ в разных частях озера. Максимальный годовичный прирост СаСО₃ должен иметь место в зарослях водяных растений, в части озера, прилегающей к устью Раударги. Затем относительно большой прирост, убывающий по мере удаления к югу, имеет место в береговых зарослях в северной части Габ-озера и дальше к югу. По мере удаления вглубь озера от береговых зарослей годовичный прирост твердого СаСО₃ убывает, отчасти сменяясь процессом аккумуляирования Са в форме раствора повышенной концентрации. Аккумуляированный в форме раствора Са, возвращается в верхний слой озера при осенней циркуляции. В этот момент года в верхнем слое естественно должен повышаться щелочный резерв и запас общей углекислоты.

Параллельно с осаждением Са протекает процесс осаждения Mg с той только разницей, что для осаждения Mg в форме гидрата окиси Mg(OH)₂ необходимо, при существующей в Габ-озере концентрации магния, более высокое РН, чтобы концентрация он⁻ионов достигла величины, необходимой для осаждения. Процесс осаждения Mg(OH)₂ сопровождается процессом осаждения СаСО₃, при чем начало осаждения Mg(OH)₂ совпадает с последними стадиями процесса осаждения СаСО₃.

Переходим к процессам осаждения железа. Общая концентрация железа в нефильтрованной воде Раударги равна 5,3 mgr/L. Профильтрованная вода Раударги содержит 0,0065 mgr/L. В такой же концентрации содержится железо и в верхнем слое Габ-озера и в вытекающей из Габ-озера воде Габ-ручья.

Для исследования процесса осаждения железа прежде всего необходимо поставить вопрос о формах растворенного в воде железа, решение которого требует рассмотрения равновесия между окисным и закисным железом в растворе.

Если в растворе присутствуют ионы закисного и окисного железа, то между их концентрациями существует соотношение, которое, как можно представить, установилось в результате следующей обратимой реакции.



¹⁾ Это предположение приобретает высокую степень вероятности, если обратить внимание на чрезвычайную медленность осаждения дисперсных веществ, протекающую по уравнению Штока

$$u = \frac{2r^2(d - d_0)g}{9\eta}$$

где *u*—скорость осаждения частиц, *r*—ее радиус, *d*—ее плотность, *d*₀ и *η*—плотность и вязкость среды, через которую движется частица под действием силы тяжести *g*.

Расчет показывает, что осаждение коллоидального золота должно было бы продолжаться несколько лет, чтобы установилось равновесие в сосуде высотой 10 см.

Растворение углекислого кальция при щелочной реакции верхнего слоя Габ-озера (РН8,0) также идет весьма медленно.

составляя уравнение закона действующих масс для написанной реакции

$$\frac{[\text{Fe}^{\cdot\cdot}]^2[\text{OH}'^2]}{[\text{Fe}^{\cdot\cdot}]^2[\text{O}]^2} = K^*$$

Приходим к заключению, что относительная концентрация ионов закисного и окисного железа зависит от концентрации гидроксильного иона (или от рОН или рН раствора) и от концентрации атомного кислорода связанной прямой пропорциональностью с концентрацией (или парциальным давлением) растворенного в воде кислорода.

При атмосферном давлении O_2 отношение $\frac{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}$ равно $5,3 \times 10^{-9}$ (5). При парциальном давлении O_2 в 5 раз меньшем (0,2 ат) отношение $\frac{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}$ увеличится в $\sqrt{5}$ раз т. е. будет равно $1,19 \times 10^{-8}$ и при парциальном давлении O_2 0,1 ат в $\sqrt{10}$ раз т. е. будет равно $1,68 \times 10^{-8}$.

По нашим наблюдениям максимальная концентрация растворенного в воде Габ-озера кислорода равна при t° 14,6 и рН 7,9 11,59 mgr/L минимальная концентрация в верхней зоне 7,50 mgr/L при $t^\circ = 23,0$ и рН 7,8, парциальное давление O_2 во всех случаях больше 0,1 атмосферы и, таким образом величина отношения закисных ионов к окисным не больше чем $1,68 \times 10^{-8}$

Вода Габ-озера без предварительного окисления не дает реакции с роданистым аммонием, являющейся весьма чувствительным методом для определения ионов окисного железа. Принимая во внимание отношение $\frac{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}{\text{Fe}^{\cdot\cdot}}$ находим, что и закисные ионы железа отсутствуют в воде Габ-озера.

Отрицательная реакция с роданистым аммонием в подкисленной, профильтрованной воде Раударги, Габ-озера и Габ-ручья, без прибавления окислителя указывает на отсутствие в этой воде коллоидального гидрата окиси железа.

Принимая во внимание большую склонность железа к образованию комплексных соединений, следует предположить, что 0,0065 mgr/L железа, поступающего в Габ-озеро из Раударги в растворимой форме, присутствует в воде в форме комплексного соединения.

Главная масса содержащегося в воде Раударги железа легко удерживается фильтром и представляет тонкую устойчивую суспензию, вероятно, гидратов окиси железа. В то время, как поступающее с водой Раударги растворенное комплексное железо, в количестве 0,0065 mgr/L уносится неизменным из озера (насколько об этом позволяет судить точность примененного метода определения железа (по Мейеру) достигающая 0,0002 mgr/L) большая часть железа, присутствующего в форме, удерживаемой фильтром взвеси целиком осаждается уже вскоре после поступления в Габ-озеро.

Осаждение этой суспензии происходит, повидимому, под влиянием коагуляции. Кроме гидрата окиси железа, в воде Габ-озера присутствуют следующие вещества коллоидального и полуколлоидального характера: CaCO_3 , SiO_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и микроорганизмы. Из них только кремнекислота и микроорганизмы несут отрицательный заряд. Все остальные извешенные частицы имеют положительный заряд. Все перечисленные вещества принадлежат к гидрофобным коллоидам и, при известных условиях, могут коагулироваться. Как известно, процесс коагуляции зависит от того, что взвешенные частицы теряют, по тем или иным причинам, свой заряд, удерживающий их от соединения между собою. Радиус частиц

*) Концентрация НОН, как практически постоянная при малых концентрациях железа величина переносится в правую часть уравнения.

увеличивается и в соответствии с уравнением Перрена ¹⁾, равновесие смещается в направлении обогащения нижних слоев взвешенными частицами. Иными словами ноступает осаждение.

Осаждение взвешенных частиц из воды Раударги, в условиях Габ-озера, нельзя объяснить коагуляцией электролитами, так как концентрация двухвалентных ионов, которым можно было бы приписать осаждение, выше в воде Раударги, чем в Габ-озере. Осаждение суспензий, повидимому, обусловлено взаимной коагуляцией, при чем осаждению подвергаются все отрицательные частицы и эквивалентная им часть положительных.

Разумеется, большую роль в осаждении играют и механические условия, резко различные в Раударге и Габ-озере.

Таким образом исследование процессов осаждения в Габ-озере приводит к заключению, что эти процессы протекают неодинаково в разных частях озера. Главнейшие факторы, определяющие интенсивность и качественный состав осадков это близость к источнику минеральных солей и РН, величина которого определяется, прежде всего, интенсивностью ассимиляции в данной части озера. В соответствии с этим химизм отложений должен резко различаться в разных частях озера и, в частности, обусловлен предельными значениями РН, достигаемыми в верхнем слое в данной части озера ²⁾.

Для проверки выводов настоящей работы необходимо изучение химизма донных отложений.

Отсутствие удовлетворительной методики изучения химического состава донных отложений побудило нас обратиться к измерениям электропроводности иловой вытяжки, при помощи которых можно получить некоторые сведения о химизме отложений.

Первоначально намеченная программа измерений электропроводности иловой вытяжки, имеющая в виду проверку выводов настоящей работы, не была выполнена. Тем не менее необходимо изложить результаты имеющихся измерений электропроводности, представляющих некоторый интерес.

Электропроводность выжимок ила.

Определения выполнены 2-го сентября 1927 г. совместно с А. Д. Пельш. Электропроводность воды Габ-озера: 6, 20 - 6, 80.

№ 1		№ 2	
Монолит ила из Габ-озера по главн. разрезу на гл. 10 м. 29/VIII 1927 г.		То же, что и предыдущий на гл. 11 м.	
Глубина слоя от поверхности в мм.	180 x 10 ⁵	Глубина слоя поверхн. в мм.	180 x 10 ⁵
Поверхность	16,1	Поверхность	—
11,0	14,2	35,0	12,5
27,0	11,1	65,0	9,65
37,0	10,7	73,0	8,10
43,0	10,2	107,0	14,2
83,0	12,0	131,0	19,9
87,0	9,65		
156,0	19,3		

$$1) \text{ Уравнение Перрена (Perrin) } \frac{x \frac{4}{3} \pi r^3 (\delta - \delta_0) N g}{KT} = \ln \frac{n_0}{n}$$

x — высота столба жидкости, считая от дна. r — радиус частиц $\delta - \delta_0$, разность плотностей частиц и жидкости n_0 и n число частиц в единице объема на дне и на высоте x .

²⁾ Интересно применить этот вывод для выяснения механизма „зарастания“ озер.

Приведенные ниже значения электропроводности ила в разных пунктах Габ-озера, полученные при помощи специально сконструированного электрода и термометра, которые под влиянием своей тяжести погружаются в верхние рыхлые слои ила. Сами по себе эти цифры не могут служить основанием для заключения о повышенной, по сравнению с основной массой воды Габ-озера, минерализации. Увеличение электропроводности могло зависеть от твердых составных частей ила, заполняющих пространство между электродами.

Произведенные впоследствии определения электропроводности в вытяжках из микрозон ила приводят к заключению, что повышенная электропроводность ила должна быть всецело отнесена на счет повышенной концентрации растворенных в иловой вытяжке солей. Влияние твердых составных частей ила в определениях электропроводности помещенных на таблице выражается в понижении электропроводности, вследствие уменьшения сечения проводящего столба жидкости и цифры электропроводности ила, помещенные в этой таблице скорее преуменьшены, чем преувеличены.

Измерение электропроводности иловой вытяжки из микрозон производилось мною, совместно с сотрудником Станции А. Д. Пельш следующим образом. Монолит ила, извлеченный при помощи стратометра Перфильева помещался в пелотом (6), откуда можно было получить ил отдельных микрозон. Иловая вытяжка приготавлилась выжиманием ила в особой цилиндрической воронке и затем переводилась в электрод. Нами произведены, таким образом, измерения электропроводности в двух монолитах, взятых в сентябре 1927 г. в точке Габ-озера, помеченной двумя крестиками. Сравнение цифр электропроводности иловой вытяжки с электропроводностью воды придонного слоя указывает на значительную, в общем, разницу минерализации воды Габ-озера и вытяжек ила.

Резкая разница в электропроводности отдельных микрозон, на незначительном протяжении, составляющем морфологическую границу между микрозонами, а также общее изменение электропроводности по вертикали обуславливает ряд электрохимических процессов, ближайшее изучение которых, конечно, не может базироваться на немногих определениях электропроводности, приведенных выше и должно составить предмет отдельного исследования. Однако даже на основании этих определений можно сделать заключение о характере и направлении этих процессов.

При соприкосновении двух растворов электролитов разной концентрации на границе этих растворов возникает диффузионная разность потенциалов, величина которой зависит от концентрации и характера электролитов.

Принимая во внимание, что важнейшие катионы, входящие в состав Габ-озерской воды (Ca^{++} , Mg^{++}) обладают большей подвижностью, чем главные анионы (HCO_3^-), приходим к заключению, что ил, содержащий более концентрированный раствор солей в условиях Габ-озера получает отрицательный заряд по отношению к менее концентрированной воде придонного слоя. Вследствие этой разницы потенциалов в придонном слое образуется электрическое силовое поле порядка нескольких милливольт на сантиметр, в котором осаждающиеся суспензии и коллоиды, еще не до конца потерявшие свой заряд подвергаются катафорезу. Направленное электрического поля способствует скорейшему осаждению положительно заряженных частиц. На отрицательно заряженные частицы это силовое поле действует в противоположном направлении. При определенной величине частиц и когда заряд имеет определенную величину, осаждение взвеси совершенно прекращается. Интересно биологическое значение этой природной зоны. Микроорганизмы, лишенные самостоятель-

ного движения, обладающие значительным зарядом и удельным весом, незначительно отличающимся от удельного веса воды, не смогут проникнуть через электрическое силовое поле придонного слоя, являющееся для них непреодолимой преградой.

По мере углубления в ил, электропроводность иловой вытяжки сначала убывает, обнаруживая ряд скачков, затем начинает возрастать.

Электрическое поле в верхнем слое ила ориентировано противоположно, чем в только что рассмотренном придонном слое озера. Скачкообразные и значительные изменения концентрации илового раствора обуславливают значительную разность потенциалов между смежными микрizonaми ила и соответствующее напряжение силового поля, обуславливающее перемещение коллоидов смежных микрizon.

Существование разности концентраций между смежными микрizonaми указывает что, по крайней мере, в некоторых микрizonaх, соответствующих минимумам электропроводности, существуют постоянные очаги энергии, которая должна быть затрачена на восполнение диффундирующих ингредиентов. Таким образом, захваченные измерениями слои ила до 20 см представляют систему, еще не достигнувшую равновесия, в которой еще продолжаются биологические и химические процессы.

Методика.

В аппаратуру для определения электропроводности воды на месте работы (прибор Кольрауша) мною введены некоторые изменения, которые, с одной стороны, весьма удешевляют аппаратуру, с другой стороны позволяют во много раз, в особенности на больших глубинах, сократить время, необходимое для наблюдения.

Погружательный электрод см. рис. 2 представляет латунный цилиндр, открытый сверху и снизу. Внутри цилиндра вставляется широкая по диаметру цилиндра, стеклянная трубка, внутри которой находятся электроды, представляющие вертикально поставленные платиновые или платинированные пластинки, впаянные в стеклянные трубки. Конструкция электродов обеспечивает наполнение их водой того слоя, в который электроды погружены. Электроды сообщены с проводами при помощи ртути. Провода изготовлены из шнура сечением 1 мм.² с изоляцией из вулканизированной резины, вставленного в каучуковые трубки 2 x 3 мм. Изоляция изготовленного таким образом кабеля, длиной в 100 м. испытана при погружении в слабый раствор поваренной соли. Кабель помещен на ворт, изготовленный без участия магнитных металлов и сообщается с аппаратурой для измерения электропроводности при помощи клемм. „Константа сосуда“ определяется вместе с кабелем два раза, при свернутом и развернутом кабеле. Оба измерения при нашей аппаратуре дали одинаковый результат.¹⁾ Точность определения электропроводности в нашей аппаратуре, при длине мостика в 50 см. приблизительно 0,7%.

В тех случаях, когда необходимо выполнить большое число определений электропроводности на глубине больше 10 м., особенное значение приобретает скорость определения температуры, которая является необходимым вспомогательным определением при измерении электропроводности. Между тем, при употреблении глубоководных термометров существующих систем, определение занимает самое меньшее 10 минут, а при больших глубинах

¹⁾ Оба при вода, намотанные на ворт, образуют безындукционную обмотку.

в несколько десятков метров если учесть время, необходимое для поднятия и опускания термометра в нужный горизонт, время должно исчисляться десятками минут. Кроме того, переворачивающийся термометр совершенно непригоден для работы в придонном слое вследствие постоянной опасности поломки. Встретившись с необходимостью производить большое число определений электропроводности в придонных слоях, я должен был прибегнуть к электрическому термометру с сопротивлением (Widerstandsthermometer). Однако, употребление термометра с металлическим сопротивлением имеет целый ряд неудобств, а именно: низкий температурный коэффициент металлов требует точного определения электропроводности, которое часто совершенно невыполнимо в экскурсионной обстановке. Крупное затруднение представляет изготовление проводки, которая должна обладать температурным коэффициентом, близким к нулю и в то же время иметь не слишком большое сопротивление. Между тем сплавы с низкими температурными коэффициентами обладают высоким удельным сопротивлением. Изготовление эластичной проводки, которую можно было бы наматывать на ворот, удовлетворяющей всем этим требованиям, представляет трудно преодолимое препятствие. Изготовленный мною электрический термометр представляет

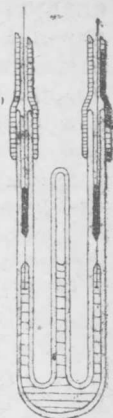


Рис. 3.

сосуд, наполненный $\frac{n}{1}$ раствором хлористого калия. В сосуд впаяны платиновые платинированные электроды. Сосуд запаян после наполнения хлористым калием. Изготовленный таким образом термометр имеет высокий температурный коэффициент, свойственный электролитам и допускает применение медных проводов, температурный коэффициент которых в настоящем случае не может иметь влияния на точность определения температуры. Изготовленный, таким образом, термометр калибруется в термостате. Изготовленный мною термометр имел площадь электродов, равную приблизительно 12 кв. миллим. (с одной стороны), объем раствора в сосуде — около 1,5 см.³, и общее сопротивление 5/2 ом при 18° и был подвергнут испытанию пропусканием тока, применяемого при измерении электропроводности в течение 24 часов. Испытание имело целью установить влияние тока на изменение сопротивления термометра, которое могло иметь место вследствие электролиза и др. причин. По истечении 24 часов электропроводность оказалась неизменной (при измерении электропроводности с точностью до 0,7%). Принимая во внимание, что продолжительность пропускания тока при измерении обычно равна нескольким секундам, испытание гарантирует надежную работу термометра в течение весьма продолжительного промежутка времени, даже без повторной калибровки термометра.

Описанный термометр употреблялся мною в качестве вспомогательного прибора при определении электропроводности воды на месте. Точность определения температуры, которая достигается при работе с мостиком длиной 50 см — около 0,4°.

Определение электропроводности в вытяжках из микрозон ила производилось при помощи прибора, изображенного на чертеже. (см. рис. 4),

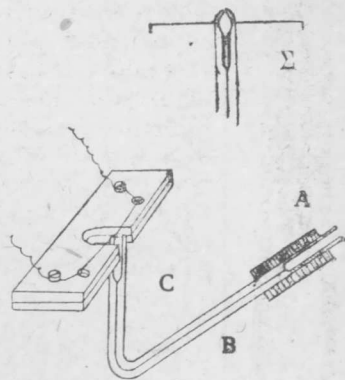


Рис. 4.

1) Подробное описание методики определения электропроводности в водной толще, а также в вытяжках ила, будет дано в подготовленной к печати в Трудах Бородинской Биологической Станции статье А. Д. Пеляш. (Печатается в 1935 г.).

А — воронка, в которую помещается ил. Воронка сообщается при помощи толстостенного изогнутого капилляра. В с измерительным сосудом С, объем которого не превышает 0,1 ст.³ Площадь каждого электрода 20 мм.² и расстояние между электродами — 2 мм. Пластина в целях более удобного промывания электродов, впаяна в стекло трубки. После промывания и наполнения электродов вытяжкой ила они погружаются в термостат. Для сообщения с измерительной аппаратурой служит ртуть, налитая в углубления эбонитовой пластинки D, служащей для подвешивания электрода E.

Результаты анализов воды ручейков и мочажин в сов.-зап. углу Габ-озера.

Таблица 1.

№№ источника	Электропроводность удельная при 18	Щелочной резерв в куб. см.	Кальций (Са) в граммах в литре	Сумма окислов железа и алюминия	Кремне-кислота
1	11,0	8,69	0,0170	0,0040	0,0120
2	—	45,99	0,0538	0,0080	0,021
3	29,8	33,84	0,0482	0,0240	0,0100
4	30,4	36,63	0,0561	0,0120	0,0340

Электропроводность воды Габ-озера 8/V—1927 г.

Таблица 2

№ пункт. по карте	Глубина в метрах	Температура воды	Электр. проводн. при 18	№ пункт. по карте	Глубина в метрах	Температура воды	Электропроводн. при 18
1	1,0	22,5	6,32	6	1,0	21,5	6,40
"	4,0 (дно)	21,5	6,28	"	5,0	14,8	6,22
2	1,0	22,4	6,32	"	7,0 (дно)	12,7	5,98
"	5,0	14,4	6,28	9	1,0	22,4	6,37
3	1,0	22,4	6,40	"	5,0	15,7	6,04
"	3,0	21,0	6,31	"	10,0	9,5	6,42
"	4,0	19,3	6,18	"	11,0	—	—
"	5,0	14,8	6,28	15	—	21,5	6,42
"	10,0 (дно)	9,9	6,2	16	1,0	22,4	6,30
4	1,0	21,5	6,42	"	4,5 (дно)	15,7	6,04
"	4,5 (дно)	21,5	6,12	"	ил	14,8	9,25
5	1,0	22,4	6,37	11	1,0	22,4	6,32
"	5,0	15,3	6,22	"	5,0	15,7	6,02
"	10,0	9,5	6,42	"	7,5	11,3	6,04
"	15,0 (дно)	7,1	6,60	"	Грунт на глуб. 7,5	11,3	5,97
"	—	—	—	—	Поверхн.	25,0	6,29
8	1,0	22,4	6,37	14	4,0 (дно)	15,7	6,48
"	5,0	15,3	6,12	"	Поверхн.	22,4	6,32
"	ил (дно)	9,5	11,80	12	1,0	22,4	6,17
"	9,0	9,5	6,28	"	1,0	22,4	6,20
"	10,0	—	6,28	"	5,0 (дно)	14,8	6,37
"	10,0	—	6,42	11	1,0	22,4	6,32
"	ил	—	17,50	"	5,0 (дно)	15,3	6,01
"	ил	—	15,80	10	1,0	21,5	6,42
14	1,0	21,5	6,42	"	4,0 (дно)	15,7	6,22
"	4,0 (дно)	17,0	6,10	13	1,0	22,4	6,32
7	1,0	22,4	6,32	"	3,0 (дно)	22,4	6,32
"	5,0	14,8	6,18	"			
"	10,0	10,4	6,13				
"	11,0 (дно)	10,4	6,12				
"	ил	9,0	5,52				
"	ил	9,0	9,98				

1) Перечисление на 18° выполнено при помощи уравнения $H_{18} = \frac{43,48H_t}{25,48 + t}$. Это уравнение показывает, что вычисленные цифры электропроводности расходятся с непосредственно определенными в небольшом интервале температур на 1% приблизительно.

Таблица 3

Результаты гидрохимических наблюдений на Габ-озере летом 1927 г.

Определения произведены практикантом Гидрохимической Лаборатории А. М. Гуревич за исключением электропроводности, опр. А. Трифионовым.

Дата.	Глубина	Температ. воды	pH	Кислород мгр/L	Щелочный резерв $\frac{n}{10}$ HCl/L	Общая CO ₂ мтр/L	Удельная электропроводность $H_{18} \times 10^{-5}$
14/VII 13 ч.	1	25	7,97	10,47	6,56	22,27	6,60
	5	14,59	7,86	11,59	6,49	21,42	6,90
	10	9,85	7,26	7,16	7,77	24,11	7,63
	14	8,01	7,61	2,98	6,72	—	6,90
21/VII 19 ч.	1	23,0	7,75	7,50	6,65	—	6,68
	5	14,65	7,30	8,52	6,67	—	6,48
	10	10,60	6,95	6,29	6,61	—	6,70
	14	8,25	6,85	2,31	6,93	24,61	7,0
2/VIII 19 ч.	1	21,8	7,85	8,66	6,59	22,44	—
	5	14,60	7,40	8,66	6,16	23,97	—
	10	10,80	7,25	6,09	6,64	26,83	—
	14	8,15	—	3,36	—	—	—
9/VIII 19 ч.	1	22,5	7,90	9,05	6,53	—	—
	5	17,0	7,25	8,13	6,94	—	—
	10	10,20	7,10	4,58	7,10	—	—
	14	8,63	7,05	1,59	6,30	—	—
20/VIII 13 ч.	1	20,10	—	8,83	6,69	20,61	—
	5	19,61	—	8,62	7,50	—	—
	10	10,68	—	4,44	6,54	30,47	—
	14	8,52	6,90	1,22	6,73	30,07	—
2/IX 13 ч.	1	16,28	7,60	9,19	6,52	—	6,21
	5	15,88	7,40	—	6,45	—	6,26
	10	10,73	7,0	3,72	6,43	—	6,20
	14	8,30	7,0	0,353	7,38	—	6,80
28/IX 13 ч.	1	10,30	7,35	9,68	6,58	—	6,12
	5	10,0	7,35	10,13	6,52	—	—
	10	9,97	7,30	10,19	6,62	—	6,12
	14	9,90	7,30	9,16	6,86	—	6,12

Таблица 4.

Результаты анализа воды Габ-озера, ручья Раударги и Габ-ручья. Концентрации в граммах в литрах.

	Габ-озеро на глуб. 1 метр.	Габ-озеро на глуб. 10 метров	Ручей Раударга	Габ-ручей	Разность концентраций в Раударге и Габ-ручье
1. Температура воды	17,6	14,9	18,7	17,5	—
2. Электропроводность условная при 18° × 10	6,10	6,65	20,7	6,42	—
3. Магний	0,0032	0,0038	0,0137	0,0036	0,0101
4. Кальций	0,0071	0,0094	0,0308	0,0079	0,0229
5. Железо а) в фильтрованной воде	0,000065	0,000055	0,000065	0,000065	0,000000
в) в нефилт. воде	—	—	0,0053	—	0,0053
6. Кремниевая кислота	0,0051	0,0196	0,0172	0,0110	0,0062
7. Щелочной резерв в куб. см.	6,9	6,9	29,4	7,0	—

Таблица 5.

Анализы воды, взятой 30/VIII—1927 г.
(Концентрации в граммах в литре)

	1 Габ-озеро на глуб. 1 метра	2 Габ-озеро на глуб. 10 метров	3 Ручей Раударги	4 Габ-ручей	Остается в Габ-озере
1. Температура воды . . .	17,61	14,9	18,7	17,46	—
2. Плотный остаток при 110°	0,040	—	—	—	—
3. Потеря при прокалива- нии плотного остатка .	0,029	—	—	—	—
4. Электропроводность . . .	6,10	6,65	20,7	6,42	—
5. pH	7,4	7,1	—	7,4	—
6. Калий (K)	0,0013	0,0002	—	0,0011	—
7. Натрий (Na)	0,005	0,009	—	0,0035	—
8. Аммиак (NH ₃)	не об	на	ру	же	но
9. Магний (Mg)	0,0032	0,0038	0,0137	0,0036	0,0101
10. Кальций (Ca)	0,00717	0,0094	0,0308	0,0079	0,0229
11. Железо а) в фильтр . .	0,000065	0,000055	0,000065	0,000065	0,000000
в) в нефилт. воде . . .	—	—	0,0053	—	0,0053
12. Алюминий	—	0,0002	0,0006	0,0009	—
13. Хлор (Cl')	0,0019	0,0080	—	0,0033	—
14. Серная к-та (SO ₄ "') . .	0,0064	0,0056	—	0,0072	—
15. Кремнев. к-та	0,0051	0,0196	0,0172	0,0110	0,0062
16. Азотн. к-та	не об	на	ру	же*	но
17. Азотист. к-та	не об	на	ру	же	но
18. Щелочной резерв	6,9	6,9	29,4	7,0	—
19. Бикарбон. CO ₂ (HCO ₃) .	—	—	—	—	0,1200

В изложенных в настоящей таблице анализах Mg, Ca, железо, алюминий, кремневая кислота во 2, 3, 4 анализах определены А. Трифионовым. 1-й анализ и остальные определения во 2, 3 и 4 анализах произведены А. Жамковым.

Таблица 6.

Гидрохимические данные экскурсии на Габ-озеро 9/II—1927 г.

Настоящая экскурсия на Габ-озеро предпринята по предложению Заведывающего Бородинской Биологической Станцией Б. В. Перфильева в составе: сотрудников Станции А. Трифонова, В. Чернова, М. Зеленковой-Перфильевой, А. Пельш. Целью экскурсии являлось исследование грунтов озера, гидробиологическое исследование озера и сопутные гидрохимические наблюдения и определения, результаты которых изложены ниже.

Температура и pH определены совместно А. Трифионовым и М. Зеленковой; щелочный резерв, окисляемость и кислород — М. Зеленковой; электропроводность и общая углекислота определены А. Трифионовым.

№ проруби	Глубина от поверхности в метрах	Электропроводность	Температура	pH	Общая углекислота	Щелочной резерв	Окисляемость	Кислород
1	Подо льдом	4,64	0,55	6,8	26,6	7,15	—	11,69
1	2,0	4,64	—	—	—	—	—	—
1	4,0	4,64	1,35	7,0	—	—	—	11,99
1	4,5	—	1,35	7,1	—	6,7	—	—
1	6,0	4,73	—	7,1	—	—	—	—

№ проруби	Глубина от поверхн. в метрах	Электропроводность	Температура	Рн	Общая углекислота	Щелочной резерв	Окисляемость	Кислород
1	6,5	—	1,70	7,1	—	6,7	—	—
1	10,0	4,90	—	—	—	—	—	—
1	10,7	—	2,50	6,9	35,9	6,9	—	8,7 ¹
1	11,0	4,90	—	—	—	—	—	—
1	11,10	4,90	—	—	—	—	—	—
1	11,20	4,90	—	—	—	—	—	—
1	11,30	4,90	—	—	—	—	—	—
1	11,40	4,90	—	—	—	—	—	—
1	11,50	5,08	—	—	—	—	—	—
1	11,60	5,08	—	—	—	—	—	—
1	11,70	5,08	—	—	—	—	—	—
2	Подо льдом	4,64	0,55	7,1	28,7	6,72	—	11,7 ⁴
2	4,0	4,64	1,32	7,2	—	6,58	—	11,0 ⁵
2	6,0	4,64	—	—	—	—	—	—
2	6,5	—	1,59	7,2	—	6,88	—	—
2	7,0	4,64	—	—	—	—	—	—
2	Придон.	—	1,81	7,1	32,0	7,90	—	10,4 ⁰
2	7,10	4,80	—	—	—	—	—	—
2	7,20	4,90	—	—	—	—	—	—
2	7,30	4,90	—	—	—	—	—	—
2	7,80	5,08	—	—	—	—	—	—
3	Подо льдом	4,64	0,55	7,1	30,5	6,6	—	12,4 ⁴
3	2,0	4,57	—	—	—	—	—	—
3	3,0	4,57	0,55	7,0	—	6,3	—	11,3
3	4,0	4,64	—	—	—	—	—	—
3	4,5	5,13	—	—	29,6	3,3	—	12,27
3	4,5	—	—	—	—	4,3	—	—
	(Стратом.)	—	—	—	—	—	—	—
3	4,60	4,90	—	—	—	—	—	—
3	4,70	4,64	—	—	—	—	—	—
4	Подо льдом	4,04	0,5	7,2	30,2	6,6	—	11,82
4	2,0	4,64	—	—	—	—	—	—
4	3,0	4,80	1,1	7,2	—	6,6	—	11,95
4	4,0	4,73	—	—	—	—	—	—
4	6,0	4,80	1,80	7,30	—	6,4	—	10,75
4	8,0	4,85	1,88	6,80	25,9	6,4	—	—
4	—	5,18	—	—	—	—	—	—
5	Подо льдом	4,64	0,15	7,2	27,7	6,7	—	12,27
5	2,0	4,64	—	—	—	—	—	—
5	3,0	4,64	1,0	7,1	—	6,6	—	11,27
5	4,0	4,73	—	—	—	—	—	—
5	4,5	4,73	1,35	—	31,1	6,6	—	11,32
5	4,60	4,73	—	—	—	—	—	—
5	4,68	4,73	—	—	—	—	—	—
5	4,85	4,64	—	—	—	—	—	—
6	Подо льдом	4,63	0,4	7,2	29,0	6,6	—	11,82
6	4,5	4,53	1,35	7,1	—	6,6	5,5	11,25
6	8,5	4,74	2,1	6,9	—	6,8	5,0	8,70
6	12,5	6,13	2,6	6,9	39,9	8,4	4,9	6,4

Литература.

1. В. Ф. Пиотровский и Б. П. Дитмар. К лимнологии Петрозаводского уезда Олонечкой губ. Изв. Русск. Геогр. Общества Т. X УШ, 1912.
2. С. А. Шукарев К вопросу о химизме грязеобразовательных процессов в водоемах Старой Руссы. Курортное Дело. № 11—12. 1925.

3. Johnson and Williamson Journ. Amer. chem. Soc. 33, 975, 1916.
4. Me—Cou Journ. Am. Chem. Soc. 463, 1911.
5. Abbeg. Auerbach u Luther Abhandl. d. deutsch. Buns. Ges. 1911 Messungen electromotorischen Kräfte.
6. Б. В. Перфильев К методике изучения озерных отложений. Труды Бородинской Пресноводной Биологической Станции. Т. У, 1927.
7. А. К. Трифонов К методике определения свободной угольной кислоты. Труды Бородинской Пресноводной Биологической Станции. Т. У. 1927.

A. Trifonov.

Resultate der hydrochemischen

Untersuchung der Gabozero-Sees

Im Laufe des Sommers 1927 (vom Juni bis September incl.) führte der Verfasser (zusammen mit Student E. I. Gurewitsch) eine physikalisch-chemische Untersuchung des Gabozero—Sees aus, indem in einem bestimmten Punkte des Sees (auf der Karte mit punct № VII bezeichnet) die elektrische Leitfähigkeit, die Temperatur, PH, Alkalireserve, der im Wasser gelöste O_2 und die Gesamt — Kohlen — Säuregehalt bestimmt wurden (s. Tafel 4).

Durch den Vergleich des chemischen Zusammensetzung der einzigen grossen Zuflusses des Sees, des Raudargi-Baches sowie des aus dem See ausfliessenden Gab-Baches, berechnet der Verfasser die Bilanz des Chemismus des Gewässers.

Besonderes Augenmerk wurde vom Verfasser auf die physikalisch-chemischen Bedingungen der Calcium — sowie der Eisensedimentation gerichtet.

Ausserdem führte der Verfasser (zusammen mit A. D. Pelsch) eine Serie von Bestimmungen der elektrischen Leitfähigkeit aus in dem aus dem Schlamm herausgepressten Wasser aus der oberen Schlammschicht sowie aus tiefer liegenden Mikrozonen. Zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit wurde vom Verfasser eine besondere Mikroelektrode konstruiert sowohl zum Gebrauch direkt am See, als auch im Laboratorium.

Zooplankton des Gab-Sees in Karelien.

von G. Ischreyt (Libau).

Von Herrn Dr. **B. W. Perfiliew** erhielt ich mehrere Planktonproben aus dem Gab-See in Karelien, um daraus die Niederen Krebse festzustellen. Die Fänge, die alle aus dem Jahre 1928, und zwar aus dem September, stammten, bezeichne ich hier fortlaufend mit römischen Ziffern. Wo die Planktonmenge gering war, wurde sie ganz durchgesehen, andernfalls nur ein Teil. Inbezug auf *Bythotrephes* durchmusterte ich stets das ganze Material. Zum Vergleiche stelle ich unten neben die absoluten Abundanzzahlen die auf 10 ccm Plankton umgerechneten Werte.

Die Hauptmasse des Planktons aller Proben bestand aus Rotatorien, ganz vorwiegend aus *Asplanchna*. Die Kopepoden wurden von Herrn **F. Kiefer** (Dilsberg) bestimmt, die Daphnien von Herrn Dr. **V. Rammner** (Leipzig), denen ich hier meinen wärmsten Dank dafür ausspreche.

I. I. Sept. 1928. 10—12 m Tiefe. 3 ccm Plankton.

Das ganze Material wurde durchgesehen. Es fanden sich darin:

Leptodora kindtii Focke	167 Tiere	auf 10 ccm :	557
Daphnia longisp. hyal.			
galeata Sars.	28 "	" 10 "	93
Bythotrephes cederstroemii Schoedler	11 "	" 10 "	37
Graptoleberis testudin. Fischer.	1 "	" 10 "	—
Kopepoden	33 "	" 10 "	110

II. 3. Sept. Oberflächenfang auf der Mitte des Sees, über einer Tiefe von 15 m. 47 ccm, darin 199 *Bythotrephes*. Ganz durchsucht 1,7 ccm. Es fanden sich:

Leptodora Kindtii	5 Tiere	auf 10 ccm :	29
Bosmina longirostr. Müller juven	1 "	—	—
Bythotrephes cederstroemii	—		42

III. 3. Sept. Tiefenfang in 15 m. 11,5 ccm. Darin 4 Bythotr.

Durchsucht 1,8 ccm. Darin:

Leptodora Kindtii	3 Tiere	auf 10 ccm :	17
Daphnia longispina	5 "	" 10 "	28
Bythotrephes cederstroemii	—	" 10 "	4
Kopepoden	3 "	" 10 "	17

IV. 13. Sept. Aus. 13—12 m Tiefe. 2 ccm, darin:

Leptodora Kindtii	37 Tiere	auf 10 ccm :	185
Daphnia longisp.	24 "	" 10 "	120
Bythotrephes cederstroemii	2 "	" 10 "	10
Kopepoden	15 "	" 10 "	75

V. 19. Sept. Aus 13—12 m Tiefe. 2,5 ccm, darin:

Leptodora Kindtii	104 Tiere	auf 10 ccm :	416
Daphnia longispina	103 "	" 10 "	412
Bythotrephes cederstroemii	4 "	" 10 "	16
Kopepoden	90 "	" 10 "	360

VI. 25. Sept. Oberflächenfang. Da das Material sehr schlecht erhalten war—die grossen Cladoceren waren meist zerbrochen, musste auf eine Auszählung verzichtet werden. Das Plankton bestand, wie bei den anderen Proben, vorwiegend aus Rotatorien (Asplanchna), denen relativ zahlreich Leptodora, etwas weniger Bythotrephes und Kopepoden und vereinzelt Daphnien beigemischt waren.

Bythotrephes cederstroemii Schoedler verteilte sich nach den Häutungsstadien folgendermassen auf die einzelnen Fänge. (In Klammern die Werte für 10 ccm Plankton).

II. 1. Sept. Tiefe.	1. St. —	2. St. 9(30)	3. St. 2(7)	Summa: 11(37)
II. 3. Sept. Oberfl.	1. " 20(4)	2. " 84(18)	3. " 93(20)*	" 199(42)
III. 3. Sept. Tiefe.	1. " 1(1)	2. " 3(2)	3. " —	" 4(3)
IV. 13. Spt. Tiefe.	1. " —	2. " 1(5)	3. " 1(5)	" 2(10)
V. 19. Sæpt. Tiefe.	1. " —	2. " 2(8)	3. " 1(4)**	" 4(16)

Die im Plankton enthaltenen Kopepoden gehörten zu den Arten: *Macrocyclops albidus* (Jur.), *Cyclops (Megacyclops) viridis* (Jur.), *Diaptomus gracilis* Sars., *Heterocope appendiculata* Sars.

Graptoleberis testudinaria und *Bosmina longirostris* sind wohl aus dem Litoral in das Plankton gelangt.

*) 2 Exemplare,

***) 1 Exemplar unbestimmt.

К методике количественного учета ультраанно-планктона.

А. Д. Польш.

По предложению Б. В. Перфильева мною были произведены некоторые испытания метода ультрафильтрации в той его форме, как это описано Е. Диановой и А. Ворошиловой.¹⁾

Кратко, сущность метода состоит в том, что известный объем исследуемой жидкости проходит через пленчатый ультрафильтр, количественно задерживающий все суспендированные частички микроскопического видения.

Затем следует бактериологическая окраска на том же ультрафильтре.

После отмывания избытка краски, подсушенный ультрафильтр помещается напр. в кедровое масло, где становится прозрачным, позволяя считать под микроскопом с иммерзионной системой окрашенные бактериологической краской тельца бактерий.

Зная площадь квадрата счетной окулярной решетки, площадь ультрафильтра и объем пропущенной жидкости, мы получаем содержание бактерий в единице объема исследуемой жидкости.

Внедрение этого довольно тонкого метода потребует все же еще не мало труда, в связи с чем, возможно, составят интерес предлагаемые заметки.

1. Зажим для счетных ультрафильтров № 1.

Взамен рекомендованной авторами импортной модели зажима фирмы Seitz я пользовался простым описываемым устройством, специально рассчитанным для приготовления счетных препаратов на ультрафильтрующей пленке. Из описания будут видны некоторые его преимущества для препаративной техники.

Прибор состоит из трех латунных частей (Рис. 1):

- 1) Верхний цилиндр (а).
- 2) Соединительная гайка (b)
- 3) Нижний цилиндр (с).

В нижний цилиндр впаяна отпрессованная по его форме латунная опорная сетка (d), которая предохраняет ультрафильтр от деформации под разрежением.

Сжимающие плоскости обоих цилиндров после токарной обработки шли фуются с мелким наждаком, так что притерты одна к другой. Вслед за этим внутренняя грань верхнего цилиндра шлифуется на чуть заметный овал, что устраняет режущее действие грани — при сильном сжатии — на ультрафильтр.

Внутренний диаметр прибора = 10 мм.

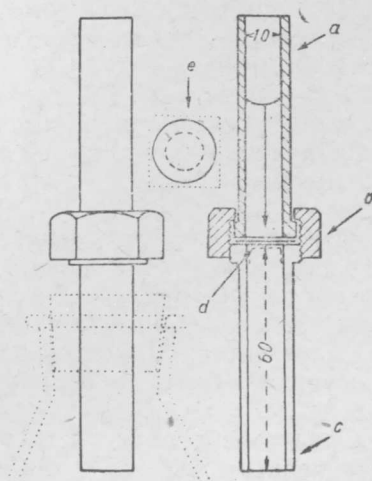


Рис. 1.²⁾

¹⁾ Ультрафильтры для бактериологических исследований. „Микробиология“ Т. I, вып. 3, 1932 г.

²⁾ Рисунки 1 и 2 в $\frac{1}{2}$ натуральн. величины.

На практике зажим для ультрафильтров оказался вполне удобным, так как хорошо зажимает пленку и просто подготавливается к работе.

Чтобы собрать прибор поступаем так: большим и указательным пальцами берем гайку (b) так, что цилиндр (a) оказывается внизу. Мизинцем приподнимаем цилиндр (a) — его сжимающая плоскость будет немного выше плоскости гайки. Пинцетом с изогнутыми кончиками кладем на плоскость ультрафильтр таким образом, что бы блестящая поверхность ультрафильтра была обращена вниз, т. е. к цилиндру (a). Поверх ультрафильтра два кружка из хорошей фильтровальной бумаги, что, как известно, устраняет влияние опорной сетки на ультрафильтр. Теперь опускаем цилиндр (a) в гайку и ввинчиваем цилиндр (c), на котором одета пробка подходящего размера, к колбе Бунзена. При ввинчивании до некоторого достаточно плотного сжатия всех трех фильтров приложение усилия должно касаться только (b) и (c). Цилиндр (a) должен совершенно свободно находиться внутри ладони.

Собранный прибор вставляется в колбу Бунзена, в цилиндр (a) вводится известный объем исследуемой жидкости (дп 5 с³.) и производится обычная процедура.

Для обратного извлечения ультрафильтра из зажима следует наоборот повторить первую операцию. В этот момент так же все усилия необходимо прилагать, не касаясь цилиндра (a). Фильтровальные кружки легко снимаются пинцетом, тогда как ультрафильтр плотно держится на сжимающей плоскости цилиндра (a). Что бы снять ультрафильтр, надо чем либо острым, напр. ланцетом, отделить его ободок, хотя бы в одном месте, от сжимающей плоскости. Подхватив пинцетом за это место, легко уже снять и ультрафильтр. Далее следует обычная процедура — подсушивание и изготовление счетного препарата на предметном стекле.

Малый диаметр прибора позволяет пользоваться ультрафильтрами диаметром в 16 мм., которые полностью умещаются под обычным покровным стеклом (18×18 мм.). Таким путем устраняется необходимость вырезывания части ультрафильтра¹⁾ указанной авторами, счетной препарат приобретает более „нормальный“ вид (e) и достигается экономия в расходовании ультрафильтрующей пленки.

Последнее можно иллюстрировать примером.

Положим, что мы приготовили по рецепту авторов пленку диаметром в 12 см. Легко рассчитать, что для 3-х сантиметровой модели Seitz'a из нее можно получить 16 отдельных круглых ультрафильтров и, значит при полном успехе, сделать столько же отдельных определений. При нашем диаметре ультрафильтров в 16 мм. из той же пленки можно получить 59 кружков. Очевидно, что это довольно большой запас совершенно одно-родных ультрафильтров.

Изготовление ультрафильтрующих кружков довольно просто.

Снятая со стекла пленка из чистой нитроклетчатки или из киноленты (с последней от случая к случаю возможна неудачная пленка, так что такой неопределенный компонент менее желателен) еще влажной помещается на лист чистой, хорошо проклеенной, бумаги. Блестящая сторона пленки — будущая рабочая поверхность ультрафильтров — должна быть обращена вверх.

Если теперь поместить бумагу на картон, то, пользуясь обычным, хорошо отточенным сверлом для пробок (d = 16 мм.) можно вырезать из пленки необходимые ультрафильтры. Легко соразмерить надавливание на сверло в такой мере, что оно будет достаточно для вырезания кружка из пленки

¹⁾ Что возникает при пользовании 3-х см. моделью Seitz'a, которая к тому же стоит 16,0 RM, т. е. 8 р. валютной.

и лишь частично коснется подстилающей плотной хорошей бумаги. С каждым надавливанием получаем ультрафильтр, внутри сверла у самого его кончика, который извлекаем пинцетом и бросаем в специальную баночку с притертой пробкой, наполненную до некоторой высоты ультрафильтрованным раствором формалина. Все изготовление, как и последующие операции, удастся провести без единого прикосновения к ультрафильтрам руками. Не лишне озаботиться об отсутствии пыли, чему способствует, между прочим, засучивание рукавов на время вырезывания.

Когда операция закончена, закрываем баночку пробкой и встряхиваем содержимое. Так поступить приходится несколько раз, при чем сливая вон прежний раствор и заменяя его новым ультрафильтрованным. Это способствует удалению волосков бумаги, которые легко отстают от влажных ультрафильтров. Сухие ультрафильтры сильно электризуются трением, почему весьма неудобны.

Для контроля чистоты ультрафильтров, несколько из них следует подвергнуть в зажиме прокрашиванию и промыванию, затем просветлению, т. е., как обычный счетной препарат, просмотреть под микроскопом. Результат обычно очень хороший. Разумеется, как краска — 1% эритрозин в 5% феноле (кристал.) — так и дистиллированная вода должны быть ультрафильтрованы весьма тщательно. Краску следует ультрафильтровать перед самым употреблением. Даже в ультрафильтрованной, но простоявшей некоторое время, снова выпадает твердая взвесь, затрудняющая счетную работу. Удобно пользоваться описанным зажимом для фильтрования небольшой порции краски. Следует изменить только порядок размещения фильтров на обратный, т. е. сначала краска пройдет через два кружка фильтровальной бумаги, что освободит ее от грубых частичек, а затем уже через ультрафильтр — в результате получается совершенно чистый раствор ритрозина. Приемником для порции ультрафильтрата должна служить небольшая плоскодонная пробирка. Ее следует заранее опустить пинцетом на дно колбы Бунзена с тем расчетом, что капли ультрафильтрованной краски будут падать именно в пробирку.

Вместо чистой дистиллированной воды для различных промываний, разбавлений и т. п. лучше пользоваться этой водой с добавлением 0,5—1,0% формалина, что, конечно, производится перед ультрафильтрацией. Таким путем исключается возможность нового развития бактерий в ультрафильтрате при его хранении в промывалке.

Понятно, что необходимо принимать все возможные меры против загрязнения заготовленной воды. Не лишне обратить внимание на резиновую пробку промывалки. Обычно она покрыта порошковатым слоем, главным образом, серы, вследствие девулканизации. Удалить этот слой легче всего, помещая пробку в нагретый крепкий раствор КОН — получается чистая от порошковатого налета мягкая пробка, что уже устраняет загрязнение воды механическими частичками. Наружный конец нагнетательной трубки промывалки делается с небольшим растягиванием ближе к пробке. Получается упор для кусочка ваты, вводимого в нагнетательную трубку, который предохраняет от случайного попадания в колбу капелек слюны — известно, что полость рта чрезвычайно богата микрофлорой.

Надо отметить еще, что перед употреблением ультрафильтр следует промывать в струе воды из промывалки, особенно его рабочую глянцевиую поверхность.

Пинцет предпочтительно употреблять с плоскими изогнутыми кончиками — остроконечный может повредить ультрафильтр. Всякое взятие пинцетом должно ограничить самой периферией ультрафильтра. Здесь нет ничего опасного, так как из общего диаметра в 16 см, в счетной работе участвует только центральная часть, тогда как ободок служит для зажи-

мания в приборе. На готовом препарате совершенно отчетливо выступает центральная поверхность, через которую прошла исследуемая жидкость (розоватое поле $d = 10$ мм.).

Ясно так же, что от определения к новому определению надо тщательно споласкивать цилиндр (а). Его легко вынуть из гайки, протереть кусочком влажной ваты (внутренняя поверхность должна быть хорошо шлифованной) и энергично несколько раз встряхнуть с ультрафильтрованной водой. Для этого чистыми пальцами сначала зажимаем одно отверстие и наливаем до половины цилиндра воды, затем зажимаем другое отверстие и встряхиваем. Под конец промываем струей воды из промывалки. Очевидно, что вытирать цилиндр досуха нет никакой надобности. Приставшая к стенкам вода-ультрафильтрована, тогда как исследуемая всегда вводится в строго известном объеме, который только и важен.

При необходимости пропустить через прибор большой объем жидкости на цилиндр (а) удобно наставить воронку. Ее конец, снабженный кусочком промытой в КОН хорошей резиновой трубки, вставляется внутрь цилиндра (а), что дает непроницаемое соединение.

Окончательно изготовленный латунный зажим №1 никкелируется или, что лучше, покрывается тонким слоем бакелита. (см. II.)

В заключение позволю себе привести один пример по учету ультрамикропланктона¹⁾ в концентрированной рапе Карабугаза. Проба рапы объемом около литра бралась для химического анализа (Сол. Лаб. Ак. Наук. Карабугазская экспедиция Ак. Наук 1932 г.), почему ничем не фиксирована. Тем не менее она интересна для относительного представления о содержании бактерий в концентрированном солевом растворе.

Согласно этикетке:

Карабугаз — Кургузульская бухта.

Футшок № 1. Поверхность.

t° воздуха = $31,1^{\circ}$. t° рапы = $32,0^{\circ}$

Плотность = 22° Ве.

Дата 25/VI — 1932 г.

Отметим, что Кургузульская бухта очень мелкая. В ней констатированы огромные скопления естественной, почти чистой культуры водоросли, оказавшейся, по моим определениям, *Aphanothece salina* El. et Dan..

Из середины длительно отстоявшейся пробы было взято 50 cm^3 рапы. Внешне совершенно прозрачная жидкость маслянистого характера.

Подсчет на ультрафильтрах показал содержание бактерий в 1 cm^3 рапы = $21,2 \times 10^6$.

Очевидно, что применение прямого метода по типу Виноградского в данном случае, вследствие кристаллизации солей и действия их на краску, встретило бы огромные затруднения.

Однако, любой прямой метод не дает много представления о бактериях, кроме их внешней формы и количества в данной пробе. Для выяснения их отношения к концентрированной рапе с большим осмотическим давлением был проделан простой опыт.

Не внося никаких солей, к рапе были добавлены легко усвояемые гетеротрофами:

1. 0,25% аспарагин — как источник N.
2. 0,25% маннит
3. 0,25% лактоза.

¹⁾ См. В. М. Рылов, Краткое руководство к исслед. планктона, Саратов 1926 г., Термин предложен автором взамен „ультрапланктон“ Е. Naumann'a. Обозначает собственно бактерий „не улавливаемых ни одним из современных (1926 г.) методов лова планктона“. Эта группа была чисто теоретической, теперь же ультрафильтрацией может учитываться.

Проба при аэробных условиях была помещена в термостат (28—30°) с сильным освещением (75 W), что давало подобие природной обстановки.¹⁾

Следует заметить, что поскольку задачей опыта было выявить, как относятся вообще бактерии к концентрированной рапе, то ясно, что преследовать в данном случае полную стерильность было бы излишне.

Среднее содержание бактерий в 1 см³ рапы оказалось (округл):

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Сразу после внесения органических веществ . . . | 21×10 ⁶ |
| 2. Через 48 часов | 34×10 ⁶ |
| 3. „ 100 часов | 55×10 ⁶ |

Таким образом, судя по изменению во времени, можно было заключить, то мы имеем дело с гетеротрофными группами, составляющими ультрамикропланктон рапы. Количество его отвечает просто питательным ресурсам в данной пробе рапы. Свойства последней, очевидно, сказываются на значительном торможении размножения наличных микробов.

Позже наступило отличимое простым глазом помутнение среды. Впоследствии образовалась слизистая бактериальная пленка, как у поверхности рапы, так и на дне колбы. И та и другая имели розовато-красную окраску, что, между прочим, известно для галофильных форм.²⁾

II. Зажим для асбестовых ультрафильтров № 2.

Для ультрафильтрации большого объема жидкости, содержащей много суспендированных частичек, пленкой из нитроцеллюлозы пользоваться весьма неудобно, фильтрующая поверхность ее будет быстро загрязнена задержанными частичками, что делает ультрафильтр практически непроницаемым. Между тем, часто может возникнуть необходимость получить некоторый порядочный объем какого либо естественного раствора, напр. рапы, совершенно свободный от взвешенного в нем ультрамикропланктона. Обычной стерилизацией взвешенные формы можно убить, но не освободить таким путем раствор от взвеси, как телец бактерий, так и иных механических частичек.

В подобных случаях удобны асбестовые ультрафильтры, производство которых освоено нашим советским заводом.

Однако для пользования асбестовыми ультрафильтрами известны, только импортные модели той же фирмы Seitz, диаметром на 3 см и больше. Модели особого интереса не представляют, а с физиологической стороны, как посеребренные, не являются полностью индифферентными.

Мною испытана изготовленная по идее Б. Перфильева описываемая здесь конструкция зажима для асбестовых ультрафильтров $d = 6$ см, рассчитанная на изготовление любой механической мастерской, располагающей токарным станком. Конечно, штампованные детали, как у Seitz'a, при массовом изготовлении будут дешевле токарных, но при заказе отдельных экземпляров, очевидно, получается обратное соотношение.

Устройство зажима показано на рис. 2.

Показанные на чертеже проекции дают в $1/2$ натуральной величины все важные детали зажима. Материал—латунь.

Вместо серебрения мною применен бакелитовый лак. Все детали (предварительно хорошо очищенные) по отдельности были окунуты в бакелитовый

1) См. А. Пельш. „К гидробиологии Карабугаза“ — принята в печать в „Трудах Сол. Лаб. Ак. Наук“.

2) См. напр. Е. К. Петрова, Красный микрококк, найденный в пов. соли и его значение. „Микробиол.“ № 2, 1932 г.

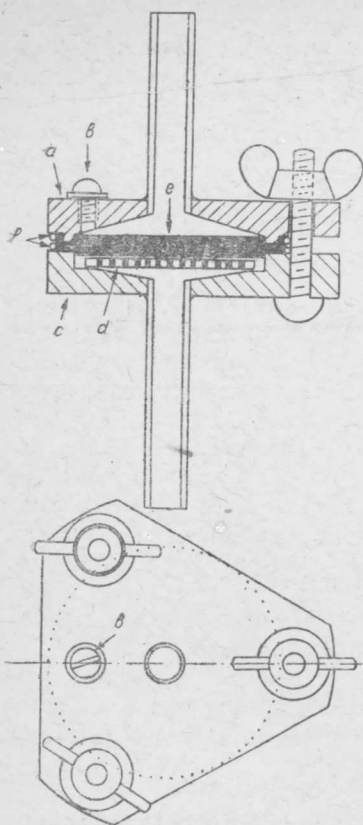


Рис. 2.

лак, разведенный спиртом для получения более тонкого слоя. По высыхании лака детали помещены в термостат на 80° , где в течение 12 часов происходила полимеризация бакелита. Лак очень прочен, тепло- и химически устойчив, индифферентен биологически в сравнении с металлическими поверхностями из Cu-Zn, Ni или Ag, так что заслуживает внимания микробиологов и в других аналогичных приборах, связанных с применением металлических деталей.

Верхняя сдавливающая плоскость (а) имеет по углам три отверстия, в которые свободно проходят болты для стягивания прибора. Небольшой винт (b) с фибровой шайбой служит для вытеснения воздуха из верхней внутренней камеры при заполнении прибора жидкостью. Для этой цели по образующей винта сделана небольшая прорезь — перпендикулярная к нарезке канавка так что, когда ослабить винт отверткой, то через прорезь выйдет пузырек воздуха из камеры, которую нацело заполнить жидкостью. Как только при небольшом наклоне из под винта покажется капелька жидкости, винт закрепляется отверткой. Удобней снабдить головку винта лопастями по типу барашка, что устранил применение отвертки.

Болты для стягивания прибора ввинчены в нижнюю сдавливающую плоскость (с). Вместо металлической сетки, как в модели Seitz'a, применена вполне индифферентная фарфоровая пластинка Витта (г). Она пропускает через свои мелкие отверстия фильтрат и одновременно про-

тиводействует деформации асбестового ультрафильтра (е), как при разрежении воздуха снизу, так и при нагнетании сверху. Последний способ иногда необходим. В практику обращения с асбестовыми ультрафильтрами я ввел некоторые простые приемы, улучшающие работу этих фильтров.

Так, при смачивании, асбестовые фильтры, напр., проявляют склонность к набуханию, что несколько разрушает их структуру. Чтобы противодействовать разрушению, можно было бы применить металлические сетки с обеих сторон фильтра, что, однако, нежелательно. Пластинки Витта для этой цели сдавливания, как хрупкие, тоже неудобны.

Достигает цели применение шелкового газа для планктических сетей. Необходимо сделать два кольца из латунной проволоки (f) диаметром 60 мм, к которым пришивается газ, что дает подобие мелкого сита. При собирании прибора одно из них помещается сверху, другое снизу ультрафильтра. Они достаточно прочны, эластичны, почему без всяких последствий выдерживают сдавливание по ободку плоскостей, весьма плотно прилегают к сторонам фильтра и противодействуют его разрушению. Газ полностью индифферентен и продолжительно служит.

Вторая особенность асбестовых ультрафильтров—это загрязнение фильтра некоторым количеством волокон асбеста. Для устранения этого недостатка под ультрафильтр следует подкладывать — между ультрафильтром и газом — хорошую фильтровальную бумагу. Достаточно один круглый фильтр. Что касается бумаги, то наилучшей надо признать уплотненные фильтры, к сожалению иностранной фирмы Schleicher & Schüll № 575 (Ge-

härtete Filter). Бумага выдерживает любое кипячение и не дает волосков, что является большим ее преимуществом. Однако и наши фильтры для $BaSO_4$ достигают цели.

Следует заметить, что при собирании прибора приходится всю комбинацию фильтров сильно стягивать болтами. Как показано на рис. поверхность фильтров вдается в обе камеры, почему, если не учесть глубину нижней камеры, пластинка Витта получить излишнюю нагрузку и может быть раздавлена. Это надо иметь в виду, сохраняя показанную ее углубленность в камере.

Так как применение метода ультрафильтрации для количественного учета бактерий требует больших количеств ультрафильтрованной воды для тщательных споласкиваний посуды, разведений и т. п., то большую экономию пленок из нитроклетчатки дает предварительное использование асбестовых ультрафильтров. Окончательная ультрафильтрация воды проводится через пленку, которая при этих условиях весьма медленно загрязняется, что и дает экономию трудоемкой при изготовлении пленки.

Не лишне отметить, что при пользовании зажимом № 1 для окончательной ультрафильтрации воды, порядок размещения фильтров должен быть такой—два первых из бумаги, последний из пленки. Следовательно, вода проходит пленку последней, после чего соприкасается только с приемником. Едва ли надо напоминать, что все должно быть многократно сполоснуто ультрафильтратом, а еще ранее, очень чисто вымыто.

Поскольку изготовление зажима № 1 обходится в 10—12 рублей, то лучше иметь их некоторый запас, специализировав применение, т. е. один для краски, другой для вспомогательных растворов и следующие для счетных препаратов.

Изготовление зажим—№ 2 обходится в 20—25 рублей.

В заключение приношу благодарность Б. В. Перфильеву за указания, содействие и предоставленную возможность осуществить описанные устройства.

Ленинград.

Бород. Биолог. Станция.

Zur Methodik der quantitativen Schätzung des Ultrannoplanktons.

A. D. PELSCH.

(Zusammenfassung).

Der Verfasser machte einige Prüfungen der Ultrafiltration in Form, wie sie von E. Dianowa und A. Woroschilowa („Mikrobiologie“, Bd. 1. Lfg. 3, 1932) beschrieben wurde.

Im der Notiz werden einige Momente der präparativen Technik beschrieben, welche das Erhalten eines bequemen Zählungspräparates aus dem Ultrafilter in besserer Form ermöglichen. Aus Fig. 1 ist in halb natürlicher Grosse die Klemme für Zählungsultrafilter dargestellt, Der Arbeitsdurchmesser beträgt 10 mm. Die verwendeten Ultrafilter haben $d = 16 \text{ mm}$ sie können leicht mit dem Korkenbohrer geschnitten werden und passen vollkommen unter das Deckläschen.

Es wird ein Beispiel der Bestimmung des Bakteriengehäites im Salzwasser mit einer Konzentration von 22° Be (Karabugas-Busen) angeführt.

Fig. 2 zeigt in halb natürlicher Grosse eine Klemme für Arbestultrafilter mit $d = 6 \text{ cm}$. Es werden praktische Hinweisungen gegeben zur Verbesserung der Leistung der Asbestultrafilter.

К вопросу об интенсивности распространения *Elodea canadensis*.

Г. К. Лепилова и В. К. Чернов.

Будучи сотрудником Бородинской Биологической Станции и изучая высшую водную растительность озер Кончезерской группы в Карелии, Г. К. Лепилова в 1927 на ряде мест северной части озера Кончезера, в Пертозерском протоке, соединяющим оз. Пертозеро с оз. Кончезером и в оз. Габозеро (входящих в состав вышеназванной озерной группы) начала регулярные многолетние наблюдения над скоростью процессов зарастания и, в частности, над скоростью распространения *Elodea canadensis*. Ее наблюдения с 1929 г. и по лето 1934 г. были продолжены В. К. Черновым.

Прежде чем приступить к изложению фактического материала необходимо привести краткое описание района, где были проведены наблюдения.

Кончезерская группа озер представляет собой озерную систему с направлением и уклоном с NNW на SSO и изливает свои воды в реку Шую, которая впадает в оз. Логозеро, соединенное далее незначительным протоком Соломенным с Петрозаводской губой Онежского озера. Озера расположены одно выше другого. По данным Пиотровского и Дитмара озеро Габозеро расположено на 22,7 м, нижележащее оз. Пертозеро на 14,6 м и оз. Кончезеро на 7,1 м выше уровня Онежского озера.

Крупное оз. Мунозеро лежит выше Габ-озера и имеет сток в оз. Пертозеро в виде речки Мунозерки длиной 9,5 км протекающей на своем протяжении через три озера: Рагой-ламбу, Долгую-ламбу и Карт-ламбу. В Мунозеро имеет сток, кроме того упоминаемые ниже и расположенные также одно выше другого озера Верхняя ламба и Нижняя ламба.

В озеро Габ-озеро имеет сток в виде небольшой заболоченной речки Раударги, небольшое озерко Габ-ламба.

Для суждения о взаимном расположении упоминаемых водоемов, прилагается схематический план, представляющий собой выборную выкопировку с карты, издания картограф. отдела корпуса военных топографов в маш. 1:420000 (см. рис. 1).

Для ориентации в интенсивности распространения *Elodea* в местах, где оно было прослежено более детально, приводится кроме того увеличенный план северной части Кончезера, южной части Пертозера и Габ-озера по съемке Дитмара и Пиотровского¹⁾ с некоторыми внесенными нами поправками.²⁾ (см. рис. 2).

¹⁾ В. Ф. Пиотровский и Б. П. Дитмар. К лимнологии Петрозаводского уезда Олонецкой губ. Изд. Русск Географ. О-ва т. XLVIII 1912.

²⁾ Коснувшиеся очертания береговой линии Кирпичной губы оз. Кончезера и островов Телячья, Овечья и Ламбаса.

батуру его воды; отмершие и загнивающие массы *Elodea* могут отравить воду и т. д.

Сведения о появлении *Elodea canadensis* в различных местах Европейской России и распространения в конце прошлого и в начале настоящего столетия собраны Стемпинским¹⁾.

Из его статьи можно сделать некоторые заключения и о скорости распространения *Elodea*. Например в 1884 г. найдена в реке Ротничанке в Друскениках (в б. Виленской губ.), через 20 лет она была найдена В. Н. Любименко в озере Друскона, расположенном вблизи р. Ротничанки, но связи с последней не имеющим.

По Регелю *Elodea* в Неве появилась в 1882 г., а через 18 лет в 1900 г. она заняла все притоки Невы, Пашу, Сясь, все речки соединяющие Неву с Волгой, все Гатчинские водоемы, водоемы в Ораниенбауме, восточную часть Финского залива.

Sprohr²⁾ приводит некоторые данные о распространении *Elodea* в Эстонии.

И. К.—н³⁾ описывает насколько интенсивно с момента внесения и водоем, *Elodea* начала распространяться в р.р. Исети и Пышмы в Зауралье.

Наши материалы касаются развития этого растения в сравнительно крупных озерах (площади Кончезера — 48,2 кв/км, Пертозера — 17,8 кв/км и Габ-озера 2,1 кв/км), обладающих значительными глубинами (Кончезеро до 25 м, Пертозеро до 37 м⁴⁾, Габ-озеро до 15 м⁵⁾, значительной прозрачностью 5—9 м.

Постановка наблюдения на озерах Кончезерской группы представлялось особенно интересной, т. к. по некоторым предварительным наблюдениям и из расспросных данных было выяснено, что *Elodea* только начала заселять эти озера. Последующие наблюдения подтвердили это положение, а также показали насколько действительно быстро (но не при всяких экологических условиях) происходит распространение *Elodea*.

В озере Кончезеро ассоциация *Elodetum* является особенно жизненной. Эта ассоциация может развиваться как на мелких местах, так и на сравнительно больших глубинах, вплоть до 7 м и заходя местами до 8,5 м.

В соответствии с этим в озере Кончезеро (а также и в ряде других озер) удастся различить две ассоциации *Elodetum canadensae vadorum* („мелководную“) и *Elodetum canadensae profundiorum* („глубоководную“⁶⁾).

Глубоководная *Elodetum* развивающаяся на глубинах от 3 м и глубже в зоне погруженных в воду растений, в значительном количестве отмечена в северной части оз. Кончезера около островов Пал, Марты, Телячьи Житков и в губах Кирпичной, Вачкой и Сявной. (См. план).

В самом северном конце Кончезерской губы озера Кончезеро, вдоль ее западного берега, почти непосредственно ниже Кончезерской плотины в 1928 г. была обнаружена чистая, сомкнутая (отметка 10 — по Norlin'у), заросль *Elodea canadensis*, расположенная на мелком месте на глубине 0,4 — 0,8 м. с внешней стороны довольно густой заросли — *Equisetum* и *Carex* и редких *Phragmites*. Эта заросль занимала площадь около 1800 кв. м. (50×60 м.). В 1929 г. эта заросль если и увеличилась, то в очень неболь-

1) Стемпинский Л. История распространения *Elodea canadensis* в России. Труды Бот. Сада Юрьев. Унив. X. 1. 1909.

2) Sprohr E. Ueber die Verbreitung und Einwanderung von *Helodea canadensis* in Estland. Mitt. Inst. Vissen. Heimatforsch Livland. 2. 1930.

3) И. К.-н. *Elodea canadensis* в Зауралье. „Вестник рыбной промышленности“ XXVI. 1908. (им же указывается, что *Elodea* весьма охотно поедается свиньями).

4) По Пиотровскому и Дятмар.

5) По данным Бород. Биол. Ст.

6) А. П. Семенову Тянь-Шанскому приношу глубокую благодарность за проявленное им содействие в подыскании латинских терминов для обозначения ассоциаций *Elodetum*.

ших размерах, но в 1930 г. отдельные экземпляры *Elodea* (по наблюдениям в июне) были находимы уже в протоке ниже шлюза плотины, до которого от края вышеупомянутой заросли было около 100 м. До этого здесь никаких макрофитов не развивалось. Эти экземпляры *Elodea* еще не представляли собой заросли и тогда еще не наблюдалось непосредственного соединения их с основной зарослью. Но в тот же год было отмечено, что *Elodea* узкой полосой, тянувшейся по краю заросли *Phragmites* распространилось к югу, примерно на 140 м. от южного края основной заросли. В 1931 г. можно было только констатировать, что отдельные пятна *Elodea* появились в разных пунктах дна озера к востоку от основной заросли, на расстоянии от нее до 50 м., где в прошлые годы *Elodea* не наблюдалась. До этого здесь была сравнительно редкая заросль *Potamogeton lucens*. *Elodea* стала развиваться между его стеблями.

В то же время пришлось наблюдать значительное сгущение *Elodea* в протоке ниже плотины. Наконец, в 1932 г. основная заросль *Elodea* значительно расширилась, занимая общую площадь примерно до 8400 кв. м. (70×120), при чем появилось непосредственное соединение заросли в виде языков с рядом пятен *Elodea* упомянутых выше, и с обильно развивавшейся *Elodea* в протоке ниже плотины.

В 1933 г. наблюдалась примерно та же картина; измерения основной заросли показали, что она почти не расширила занимаемую ее площадь, но в то же время к востоку от заросли, по направлению средней продольной оси губы появился ряд соединений отдельных пятен *Elodea*, и *Elodea* в этом направлении продвинулась пятнами почти до середины губы, т. е. примерно на 100 м. от восточного края основной заросли в 1928 г., до глубины 2,5 м. Уже в 1931 г. можно было констатировать ряд очагов *Elodea* в различных местах губы, где она до сих пор не наблюдалась, главным образом, в IV зоне зарастания (зоне погруженные растений), по краю зарослей *Potamogeton lucens*, с развитием языков заросли *Elodea* и среди рдестов.

Сейчас представляется совершенно ясным, что все эти заросли будут развиваться и в дальнейшем, образуя полосы *Elodea* в 4 зоне зарастаний на глубине в Кончезерской губе 2,5—3,5 м., и сплошные заросли в северном конце губы.

В 1931 г. вдоль северного берега губы, ближе к ее северо-восточному углу, наблюдались (на глуб. 0,5—1,0 м.), лишь единичные экземпляры *Elodea*, в 1933 г. здесь уже была почти сплошная заросль *Elodea*, до 50 м. длиной и 10 м. шириной, занимающая глубины от 0,5 до 2 м. Отмечу, что до того здесь вообще не наблюдалось развитие каких либо водных растений, за исключением отдельных экземпляров *Myriophyllum alterniflorum*, очевидно, в виду того, что дно здесь — почти завалено мелкими кусками шлака, отбросами производства быв. Кончезерского чугуно-плавильного завода. Кроме того, начиная с 1929 г. *Elodea* начала интенсивно развиваться во всех зонах водных зарослей вдоль берега — набережной Нижней улицы села Кончезеро; до 1929 г. здесь ее не было.

С 1931 г. отмечено интенсивное развитие *Elodea* по всей Сявной губе, весьма большого но достаточно мелководного (в среднем до 3,5 м. глубины) залива оз. Кончезера (см. план).

До 1930 г. *Elodea* в Сявной губе была найдена только вдоль восточного берега, близ п-ва Пурас-наволок и к югу от него, на расстоянии до 100 м.

В 1928 г. в Северной части озера Кончезера были отмечены пункты, где *Elodea* развивается и где ее еще нет. Последние были избраны с таким расчетом, что при продолжающемся развитии *Elodea* на первых пунктах можно было предполагать, что она будет через ряд лет обнаружена и на новых местах.

Пункты, где была обнаружена *Elodea* (см. план) 1) самый северный конце

Западного залива, 2) вдоль восточного берега Западного залива у дер. Западная, 3) вдоль берега Западного п-ва у дер. Западная с восточной стороны, 4) вдоль западного берега острова Житкова, 5) в проливишке между Телячьими о-вами, 6) в Вачкой губе у берега Боярского Наволока. Не была обнаружена *Elodea* в следующих местах: 1) вдоль заросли *Phragmites* к северу от о-ва Медведки, 2) в крайнем западном углу Кирпичной губы, 3) вдоль восточного берега о-ва Житкова, 4) вдоль края зарослей *Phragmites* вокруг о-ва Телячьего, (здесь проверено 28 точек), 5) вдоль берегов Рыбачьих о-вов, 6) между Западным полуостровом и о-вом Толстым, 7) между о-вом Ламбас и южной оконечностью Западного полуострова, 8) вдоль западного и южного берегов Боярского Наволока, 9) около деревни Восточная с западной стороны, 10) вдоль берегов островов Марты (проверено 22 точки). Эти пункты нахождение *Elodea*, начиная с 1929 г., проверялись ежегодно (за исключением 1930 г.), в конце августа и первой половине сентября, путем непосредственного просмотра дна при тихой погоде, где это позволяла прозрачность, и в более глубоких местах путем драгировок. Результаты также получились весьма интересные и неожиданные.

В 1929 г. как будто *Elodea* не завладела пространством; лишь вдоль западного берега большого о-ва из группы Телячьих (Марты) и вдоль восточного берега о-ва Житкова была найдена *Elodea*, но в небольшом числе. В 1931 г. было констатировано обильное развитие *Elodea* в 1, 3, 4 (во всех 28 точках), 6, 9, 10 пунктах, из числа тех, где до сих пор *Elodea* не было. При чем в пунктах 1 и 3 была обнаружена весьма густая заросль *Elodea* в первом ярусе среди *Potamogeton lucens* и вглубь от него до 4 м. 1932 г. подтвердил все наблюдения предыдущего года, кроме того, в том же году была обнаружена *Elodea* не только во всех точках вдоль берегов о-ва Марты и у дер. Восточной, но и на всем протяжении берегов от северного конца Вачкой губы до южной оконечности Восточного полуострова, а вдоль берегов островов до южной оконечности о-ва Пала, вдоль берегов которого в 1931 г. (когда его особенно южная и северная оконечности были обследованы весьма тщательно) *Elodea* обнаружено не было. В тот же год она была найдена и вдоль западного берега о-ва Пал и о-вов Марты, а также в ряде пунктов между этими о-вами, Телячьими о-вами, о-вом Медведка, о-вом Житковым и Боярским Наволоком. Во время рыбной ловли невод во всех пунктах этого района озера в 1932 г. приносил *Elodea*. Летом 1933 г. *Elodea* была найдена около луды (каменной мели) метрах в 30 к востоку от о-ва Рыбачьего, но вдоль берегов о-вов Рыбачьих ее еще не было; не было ее обнаружено еще и в пунктах 2 и 7. Этих данных вполне достаточно, чтобы видеть, насколько интенсивен процесс распространения *Elodea* в северной части оз. Кончезера.

В озере Габ-озеро (размеры озера 4,8 км, × 1,2 км), во время обследования его высшей водной растительности Г. К. Лепиловой в 1927 г.¹ *Elodea* была найдена лишь в одном месте озера, а именно в северном конце озера у западного берега, на глубине от 0 до 4 м. Ширина заросли была около 50 м. Заросль, постепенно суживаясь, тянулась вдоль западного берега, примерно, на протяжении 0,5 км. Нигде в другом месте озера (ни на одном из 36 обследованных профилей) *Elodea* не было обнаружено. Наблюдения над распространением *Elodea* в Габ-озере были начаты в 1930 г., когда *Elodea* была обнаружена (14—VI) в 8-ми местах, при чем два места были расположены вдоль западного берега озера в его северной части, т. е. на продолжении к югу упомянутой выше заросли *Elodea*; прочие же 6 вдоль восточного берега в средней части озера у Долгого Наволока и на 0,5 км,

1) Г. К. Лепилова 1933 cit.

к северу и югу от него. Здесь *Elodea* развивалась во внешней полосе заросли *Phragmites* и наружу от него на глубинах 1,5—2,5 м., при чем на этих местах *Elodea* было немного.

Совсем другую картину дал 1931 г. (27—38—IX), когда *Elodea* в массе была найдена вокруг Долгого Наволока, близ Короткого Наволока, на отмели в южном конце озера и в небольшом числе экземпляров по всему западному берегу, за исключением небольшого, (примерно на 100 м.) отрезка, около так наз. „Щельи“ в средней части озера, против Долгого Наволока.

Наконец, в 1932 г. *Elodea*, местами в весьма значительном количестве, местами в небольшом числе экземпляров была обнаружена во всех пунктах озера, обследованных Г. К. в 1927 г., за исключением того же места около „щельи“ и на мели, расположенной на середине озера, несколько к югу от „щельи“.¹⁾

В Пертозере наблюдения над развитием *Elodea* на постоянных пунктах не производились. В Пертозерском протоке по довольно крутому склону дна по обоим берегам, на глубинах от 2 до 5 м. развивается *Elodea*, *Potamogeton lucens* и в небольшом количестве водные мхи; того же типа характер растительности продолжается в виде 2-х полос и по „выходе“ из протока в прилегающей части озера, примерно на 50—60 м. Здесь *Elodea* в 1928 г. также занимала две узкие полосы, являющиеся продолжением полос, развивающихся вдоль берегов протока.

Так как при „выходе“ из протока в прилегающей части озера глубина уменьшается до 7,5—7,5 м., а несколько дальше в озере и до 5—6 м., при чем здесь дно уплощается — (по измерениям 6—IX—1931 г.), т. е. до глубины, до которой еще заходит *Elodea*, то она может, разрастаясь, занять все дно от одного края „прохода из озера в проток“ до другого, если, конечно, какие либо другие причины не будут препятствовать этому. Такие причины по видимому есть, так как и в 1932 и в 1933 г. г. смыкания полос ни в одном месте, даже на плоском дне, все же еще не происходило.

В озере Мунозеро (IX 1926 г.) *Elodea* была констатирована только в заливе, прилегающем в селу Спасская губа, образующей полосу шириной до 3—4 м. вдоль внешнего края зарослей *Phragmites*. Ни вдоль противоположного берега залива (где в настоящее время построена больница), ни вдоль берега у деревен Гот-наволока, Дек-наволока, Пуй-губа, Курий-наволока и Мунозеро *Elodea* обнаружена не была. Летом же 1931 (22—VIII) во всех указанных местах были обнаружены более или менее значительные заросли *Elodea*, как в зоне погруженных растений, так и в небольших мелких бухточках.

Летом же 1934 г. *Elodea canadensis* была найдена вдоль берегов по всему озеру, так же и в узком заливе в северо-восточном углу озера, откуда она распространилась по реке Мунозерке и в озерах Рагой — ламба и Долгая ламба. Последнее озеро заключено преимущественно среди высоких, часто почти отвесных, каменных, диабазовых берегов; наклон дна почти всюду чрезвычайно крут, водная растительность в озере развита чрезвычайно слабо. *Elodea* вдоль берегов не была обнаружена, но на довольно обширной отмели прилежащей к северному концу озера, около расположенной по берегу озера деревни Мельница, *Elodea* развивается весьма интенсивно, образуя почти однородную ассоциацию — мелководной *Elodetum canadensis*. Обширный *Elodetum* так же развит по всему дну Карт — ламбы на глубине от 0,5 до 3 м, лишь в немногих местах уступая площадь *Stratiotes*.

В озере Верхняя Ламба в 1927 г. *Elodea* была обнаружена только в виде

¹⁾ Для ориентации в расположении всех упомянутых мест, отсылаем читателя к карте распределения водной растительности, приложенной к цитированной работе Г. К. Лепиловой. 1933 г.

довольно обширной заросли (примерно 20×40 м.), прилегающей непосредственно к дер. Верхняя Ламба; в других местах она не была найдена. Тогда же она была найдена в нескольких местах озера Нижняя Ламба, в наибольшем же количестве у дер. Утоки (также в Северном конце озера). 23—VIII—1931 г. *Elodea* в Верхней Ламбе была найдена опять только около деревни Верхняя Ламба (но заросль представлялась несколько более обширной — измерение не было сделано).

В обоих Галь-озерах — Верхнем и Нижнем в 1927 и 28 г. г. *Elodea* не была найдена¹. В Гомсельском озере довольно значительная, но разобщенная заросль была обнаружена вдоль берегов около деревни Гомсельга — в других местах более или менее тщательные исследования не были сделаны. В оз. Чална в 1929 г. *Elodea* была найдена в ряде пунктов как в зонах растений возвышающиеся над водой и растений с плавающими листьями, так и в зоне погруженных растений, но с заметным увеличением зарослей опять таки около селений (Карельский Наволок и Порожек). Около Порожка много *Elodea* в верхней части речки Чална (от озера до мельницы и непосредственно ниже последней); ниже река не была осмотрена).

Elodea была найдена также в ламбах — Ковер, Реду, но в небольшом количестве и разобщенно, и совсем не была найдена (до 1931 г.) в ламбах Глухой, Круглой, Поль, Крюк.

Каким путем распространяется *Elodea* по водоему? Что способствует столь интенсивному ее развитию? Известно, что *Elodea* развивается только вегетативно, при том достаточно небольшого кусочка *Elodea*, прикрепившегося где либо у дна, чтобы он мог развиваться в новое растение которое в дальнейшем становится очагом, откуда начинается развитие пятна *Elodea*, и затем и более или менее значительной заросли. Поэтому ясно, насколько легко может разноситься *Elodea* по водоему и между водоемами. Значительная роль в разнесе *Elodea* принадлежит многим водоплавающим птицам. На Кончезерских озерах такими могут являться в первую очередь гагара, нырки, чирки (это те птицы, которые совершают перелеты по всему озеру и с озера на озеро) и в меньшей мере — кряква и крохаль (как более оседлые). Гагары в продолжение лета совершают ежедневные перелеты с ламб, на которых они гнездуют и затем держатся ночью, на крупные озера для жировки, на которых они, кроме того, совершают постоянные перелеты с одного конца в другой, или же проплывают по всей длине озера; постоянно ныряя, охотясь за рыбой. Кусочки *Elodea*, приставшие к оперению, что приходилось наблюдать на убитой птице, легко могут быть перенесены с одного места на другое.

Но конечно значительно большую роль в разнесе *Elodea* играет человек. *Elodea* легко может быть перенесена лодкой с одного пункта озера на другое или с одного озера в другое, т. к. в Карелии рыбаки часто переправляют и перевозят свои лодки сушей с озера на озеро. Наиболее же интенсивно распространяется *Elodea* при неводных ловлях, т. к. неводом легко выдираются целые растения и даже группы их, а в процессе лова неочищенный невод перевозится с места на место и, тем самым, переносится и *Elodea*.

1931 г. является годом, когда на озерах, расположенных в окрестностях с. Кончезеро, особенно развился неводный лов. В 1931, 1932, 1933 г. г. на озерах Кончезеро, Пертозеро, Габсзеро работали несколько больших неводов, при чем не только невода деревень, расположенных по берегам этих озер, но и артели рыбаков „посторонних“ — из дер. Рында с озера Укшезеро, рыбаки с Соломенного лесокмбината и др., при чем они приезжали на озера со своими лодками и орудиями лова. Поэтому вполне естественно, что к концу лета 1931 г. *Elodea* завладела очень многими

¹) В 1924 г. в Гальозере *Elodea* была найдена В. М. Машатиной.

пунктами этих озер, на которых она до того не была обнаружена. Также показательным является нахождение *Elodea* в Ковер-ламбе ¹⁾, где еще до 1926 г., хотя и не ежегодно производился лов неводом, работавшим до этого на Кончезере.

Обратясь к Габозеру замечаем, что, пока на Габозеро ловили лишь маленькими неводами у берегов, *Elodea* развивалась лишь в одном месте в северном конце озера, где, кстати, находилась стоянка лодок и водопой скота; как только дер. Перт-наволок стала ловить большим неводом (с 1929 г.) по всему озеру — *Elodea* распространилась вдоль всех берегов озера.

Также необходимо отметить постоянное массовое развитие *Elodea* во всех озерах около деревень.

На основании всего вышесказанного является вопрос, — если *Elodea* так интенсивно развивается в озерах Кончезерской группы, то не завладеет ли она в сравнительно короткий срок всей площадью дна, где глубина позволит ее произрастанию, вытеснив другие растения, и, во-вторых, насколько значительное развитие *Elodea* будет отражаться неблагоприятно в жизни озера, особенно в отношении хозяйственного использования его?

Согласно, пока еще правда незначительным, наблюдениям приходится ответить, что в настоящее время, повидимому, *Elodea* своим развитием все же неспособна в таких озерах как Габозеро, Кончезеро и Пертозеро неблагоприятно влиять на них в целом, но это влияние может быть неблагоприятным на отдельные, не большие участки озера. Разберем первый вопрос.

Северная часть озера Кончезера в большинстве своих пунктов имеет глубины, до которых может спускаться *Elodea*, и здесь мы действительно наблюдаем особенно интенсивное завладевание пространства *Elodea*. Однако — чем характеризуются места, на которых развивается *Elodea*? Первое — *Elodea* селится на местах, где дно плоское или слабо отлогое, где на сравнительно большом пространстве наблюдается более или менее одинаковая глубина. Этим признаком отличаются все пункты, где развивается и мелководная и глубоководная *Elodetum*. Площади дна озера между о-вами Телячьими, Толстым, Житковым и берегом Западного полуострова, и площадь между о-вами Пал и Марты и берегом, Восточного полуострова характерны следующим: здесь от берега до глубины 3—4,5 м. наблюдается довольно значительный склон, а ниже уклон дна становится весьма слабым, а в средней части этих площадей на глубинах около 6 м. дно совсем плоское, — и при этих условиях как раз и развивается *Elodea*. Там же, где уклон дна крут — например, в оз. Кончезере вдоль западного берега, к югу от о-ва Ламбас, вдоль восточного берега Телячьих о-вов. и т.д. *Elodea* развивается только определенной полосой в зоне погруженных растений, с наружного края зарослей *Potamogeton lucens* или *P. pefolius* причем ширина ее всецело зависит от крутизны склона и глубины. То же можно сказать об *Elodea* в оз. Габозере; только в северном конце озера, где дно имеет незначительный уклон, она развивается в виде более или менее обширной заросли. То же наблюдается и в условиях Пертозерского протока, где основные массы *Elodea* развиваются в виде узких полос в зоне погруженных растений на глубинах около 5 м. и лишь в заливах и в нескольких местах среди зарослей *Equisetum* и *Phragmites*, где дно почти плоское, она развивается в сравнительно скромных количествах. (На последнее обстоятельство следует обратить внимание, т. к. оно показывает, что *Elodea* здесь приходится выдерживать боль-

¹⁾ Наши наблюдения подтверждают мнение, что, повидимому, в сильно гумифицированных водоемах, каким является и Ковер-ламба, *Elodea* развивается слабо.

шую конкуренцию с другими водными растениями, и в этой конкуренции она очень часто оказывается побежденной, на что указывает низкая жизнённость (обычно сравнительно мелкие, плохо развитые экземпляры,¹⁾ ее. Наоборот, внешний вид ее в зарослях погруженных растений, а также в сомкнутых больших ассоциациях в оз. Кончезеро весьма хорош.

Какие водные растения в конкуренции с *Elodea* за обладание площадью оказываются сильнее ее? Прежде всего, в условиях Кончезерских озер, как на мелких местах, так и в зоне погруженных растений, такими являются, повидимому, водные мхи, как *Drepanocladus lycopodioides*, *D. fluitans*, *Scorpidium scorpioides*, *Fontynalis antipyretica*, очевидно, и *Calliergon giganteum*. В отношении конкуренции с мхами нужны еще дополнительные наблюдения.

Безусловно побеждает в условиях озера Габозера и Кончезера в зоне погруженных растений *Potamogeton compressus* (Кончезеро), *P. rutilus* и *P. obtusifolius* (Габозеро), которые при массовом развитии не дают возможности полосе *Elodea* расширяться и в то же время часто от полос, образованных ими в сторону полосы *Elodea* наблюдаются языки, где рдесты развиваются сомкнутым покровом.

В оз. Кончезеро местами около берегов, но на очень небольших площадках развивается *Vitumnus*, который очень быстро образует в сторону озера широкое и плотное тяжи своих корневищ. В таких местах *Elodea* очень быстро, в 2—3 года, пропадает — что пришлось вполне определенно пронаблюдать в Сявной губе Кончезера близ Пурас-наволока. Безусловно *Sratiotes* не дает возможности развитию *Elodea*, что довольно ясно выступает в сев. части Габозера, где граница *Elodea* с *Sratiotes* и в 1927, и 1929, 30 и 31 годах почти не изменилась, хотя *Sratiotes* и подался несколько шире в сторону озера.

В таких же отношениях к *Elodea* находятся и *Ceratophyllum demersum* и *Myriophyllum spicatum*, если они развиваются густыми, однородными зарослями. Это возможно проследить в Кончезере вдоль западного берега Боярского наволока, где недавно появившаяся *Elodea* развилась в виде полосы вглубь от заросли *Ceratophyllum*, а также вклинилась в виде 1-го яруса в зарослях *Potamogeton praelongus*, *P. lucens*, *Phragmites*, но не в зарослях *Ceratophyllum*.

Повидимому *Elodea* является светолюбивым растением; в более глубоких местах она развивается на открытых, не занятых другими растениями площадях; почти совсем не развивается в качестве 1 яруса среди сомкнутых зарослей других водных растений, особенно же растений, дающих большое затенение, как *Nymphaea*, *Nuphar*, *Ceratophyllum*, *Sratiotes*, *Potamogeton patans*, а лишь в прореженных, зарослях высоких растений, не дающих затенения, как *Phragmites*, *Potamogeton lucens*, *P. gramineus* и др.; еще лучше она развивается — имея хорошую жизнённость — на мелких, открытых местах озера.

К условиям химизма воды (за исключением значительной гумификации воды, которая, повидимому, на развитие *Elodea* действует отрицательно) загрязненности, наконец, к условиям грунта *Elodea* относится, повидимому безразлично.

Теперь обратимся к разрешению второго вопроса. В условиях небольших, мелких и замкнутых прудов развитие *Elodea* — отрицательное явление: затягивается *Elodea* водная толща, уменьшается кубатура воды, *Elodea* способствует загрязнению, т. к. отмирающие растения загнивают и отравляют воду и, кроме того, после перегнивания образуют массу ила, чем способствуют обмелению пруда.

1) Ни разу в таких местах не удавалось наблюдать цветения хотя в оз. Кончезеро, в больших сомкнутых ассоциациях и в Пертозерском протоке в IV зоне цветение *Elodea*, хотя и не ежегодно, наблюдается,

Значение всех этих последствий развития *Elodea* в условиях сравнительно крупных озер Кончезерской группы, прозрачных, подверженных сильному волнению, обладающим соответствующим химическим режимом (летом насыщение O_2 , щелочная реакция) и т. д. незначительно. Отмершая и частью еще жизненная, всплывшая ранней весной прошлогодняя *Elodea*¹⁾ быстро разносится волнением или ледоходом и, опускаясь на дно, в большей своей части на местах с глубинами, превышающими предел развития водной растительности, не может дать начало новым растениям.

В силу сказанного не приходится и говорить о массовом накоплении отмершей и загнивающей *Elodea* на тех местах, где она развивалась. Об уменьшении кубатуры воды также не может быть речи — мало растение. Лишь местами толща воды в литорали может быть целиком занята некоторыми более высокими растениями при их массовом развитии: *Polygonum*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*'ы и др., и в очень небольшой мере — *Elodea*.

Наконец, существуют жалобы, что во многих местах *Elodea* мешает производству неводного лова. Опять таки это относится к меньшим озерам, более мелким, с более плоским рельефом дна, в Кончезерских же озерах *Elodea* механически лишь очень слабо затрудняет лов занимая небольшой слой воды — высотой до 30—35 см. у дна — почему невод идет по поверхности заросли *Elodea*. Оторванная *Elodea*, как растение очень „мягкое“, эластичное, не засоряет ячей, не набираясь в массу на крыльях и в „мотне“ невода — она разрываясь легко просакивает через ячей невода.²⁾ В тех же озерах — ряд других растений: *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Sparganium*, *Potamogeton*'ы в этом отношении являются более невыгодными. Летом, там, где образуются в массе высокие рдесты или *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* и др., неводная ловля, вообще, невозможна, ибо невод не протаскать через заросли. Сам же неводной лов, способствует распространению *Elodea*, но в тоже время затрудняет развитие больших сомкнутых зарослей, что особенно касается глубоководного *Elodetum*.

Здесь же берем смелость высказать предложение в отношении использования *Elodea* для целей человека. Известно, насколько интенсивно начинает, обычно, весьма разнообразной водной растительностью зарастать вновь образовавшийся пруд, выше какой либо плотины — мельничной, заводской и т. д. Это зарастание в дальнейшем ведет к большим неудобствам, т. к. способствует заилению пруда, его засорению, создает условия для большей его прогреваемости летом, осенью и весной всплывшие массы водной растительности засоряют шлюзы плотины и, основное, уменьшается свободная кубатура воды пруда. Последнее, вместе с лучшей прогреваемостью заросшего пруда, неблагоприятно особенно для водоемов-холодильников теплоэлектроцентралей³⁾. Заросший пруд необходимо время от времени очищать от чрезмерно накопившегося ила и разросшейся растительности, а также применять и более дорогие стоящие „профилактические“ меры, дабы сохранить кубатуру воды и более низкую температуру ее.

Естественно является мысль, нельзя ли быстро заселить такой пруд каким либо водным растением, которое бы быстро заняло дно всего пруда, вытеснило бы другие растения, не давало бы им развиваться в дальнейшем и в то же время было бы невысоким, чтобы заросль такого растения не слишком уменьшала кубатуру воды; а также было бы при начавшемся слишком обильном развитии легко вычищаемо и не являлось бы „коллектором“ приносимых

1) В Кончезерских озерах, как, очевидно, и во многих северных озерах, отмирание и всплывание *Elodea*, как и большинства других водных растений, происходит не осенью, а весной, сразу после ледохода и в небольшом количестве еще подо льдом.

2) В отношении северной части оз. Кончезера обширные заросли *Elodea* и дальнейшее расширение их, быть может, окажутся неблагоприятными в другом отношении, а именно — не явятся ли они более бедными в отношении животного населения в сравнении с зарослями других растений и со свободным илом. В этом отношении должны быть поставлены соответствующие исследования.

3) С этим вопросом пришлось столкнуться, произведя гидробиологическое обследование Стодольского пруда, который в настоящее время используется как холодильник для Клевцовской теплоэлектроцентрали (Гомельский район Б.С.С.Р.). См. В. К. Чернов. Результаты гидробиологического обследования Стодольского пруда. Материалы по гидрологии, гидрографии и водн. силам СССР*. 1935. Прудовое хозяйство В. II.

в пруд с берегов и течением с выше лежащих участков реки частиц ила и разнообразного детрита. Таким растением, почти для всякого рода (по своему химизму и термике водоемов, — за исключением, повидимому, сильно гумифицированных¹⁾ прудов, может служить *Elodea*, как растение, отвечающее всем выше поставленным требованиям. Является только вопрос, как будет выносить *Elodea* сравнительно высокую температуру воды, которая наблюдается в холодильниках ТЭЦ близ „сброса“? На этот вопрос можно ответить только опытом. Однако, следует отметить, что вряд ли близ сброса из-за высокой температуры поселится в большом числе и какое либо другое высшее водное растение; непосредственно же у сброса смогут селиться лишь некоторые водоросли, гл. обр. синезеленые. Кроме того *Elodea* одинаково хорошо может развиваться и на юге и на крайнем севере СССР.

Вторым растением, особенно в жестких прудах, возможно, может явиться хара (заросль ее в отношении большинства ее видов еще ниже зарослей *Elodea* и еще более сомкнуты, но хара, повидимому, более опасна в смысле илонакопления²⁾; менее удобно вычищается³⁾.

Все сказанное об *Elodea* в отношении холодильников ТЭЦ в одинаковой мере касается и использования ее в других запрудных искусственных водоемах.

1) Для разрешения вопроса, насколько *Elodea* не переносит кислую реакцию воды, необходимы соответствующие наблюдения, и поэтому такое положение я высказываю лишь предположительно, оговариваясь „повидимому“.

2) В продолжение ряда лет (с 1917 по 1934 г.) приходилось наблюдать, насколько интенсивно происходит илонакопление в пруде выше Зарецкой мельницы в верхнем течении р. Оредеж (близ дер. Большое Заречье Волосовского района Ленинградской Обл.) и даже выше пруда в самой реке — несмотря на сравнительно сильное ее течение. Основным компонентом зарастания верхнего участка р. Оредеж вдоль берегов является *Equisetum*, а в стрекне, подводная форма *Sparganium sp.* два или три вида хары.

3) При вынимании из пруда (легко ломается, распадаясь на небольшие куски). Кроме того необходимо еще опытным путем найти те виды хары, которые будут пригодны для указанных целей, в различных водоемах и в разных пунктах Союза. Кроме того, заселение водоема харой труднее и идет медленней, чем заселение *Elodea*.

Beobachtungen über die Schnelligkeit der Verbreitung von *Elodea canadensis* in den Kontschezero-Seen.

Gali Lepilowa. und W. K. Tschernow.

Zusammenfassung.

Die Beobachtungen sind 1927 von G. K. Lepilowa begonnen und nach ihrem Tode von W. K. Tschernow fortgesetzt.

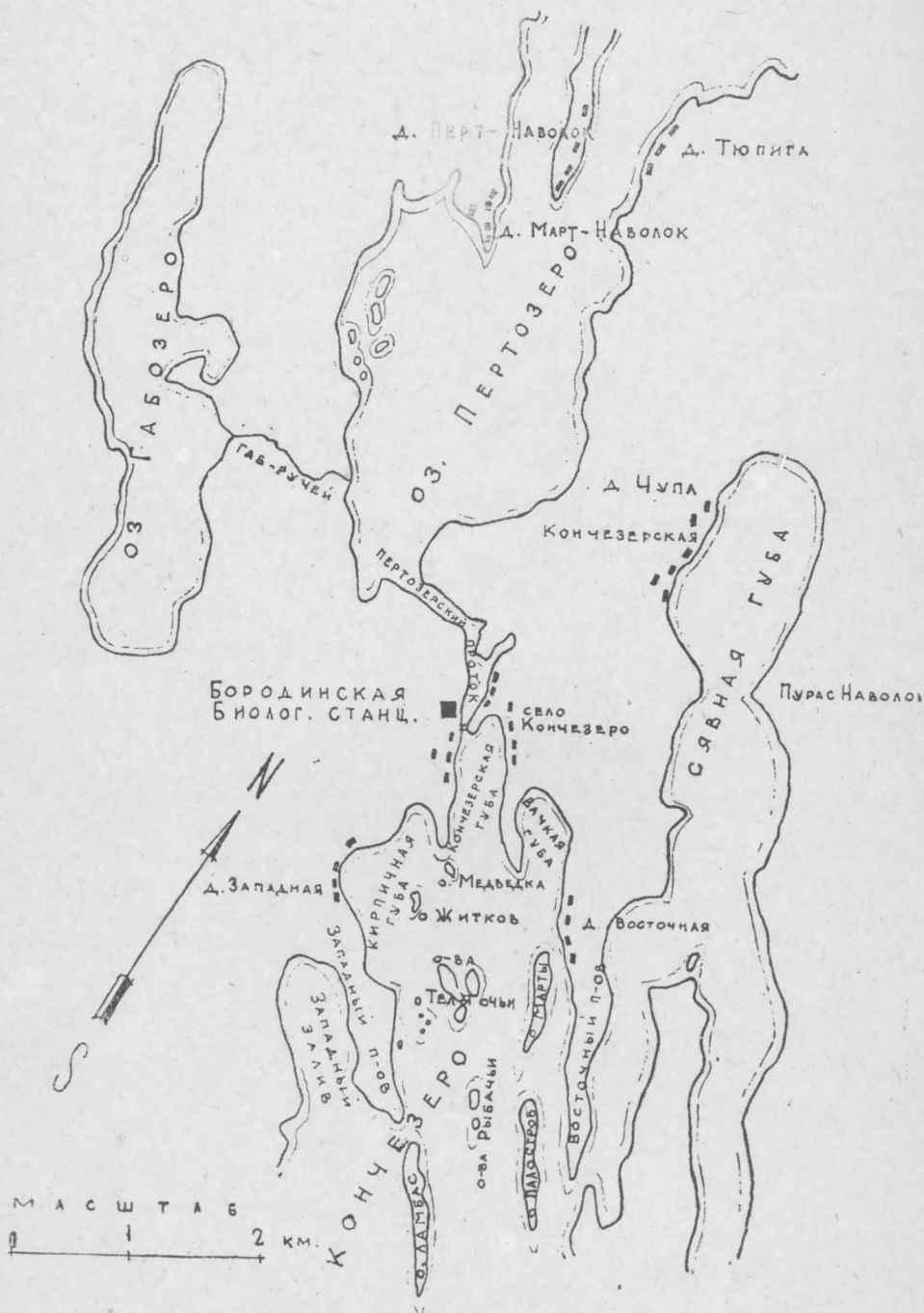
1927 wurden in verschiedenen Punkten des Kontschezero- und des Gabozero-Sees bestimmte Flächen ausgemessen und auf eine Karte eingetragen, wo sich *Elodea* entwickelt und jahraus jahrein ein immer stärkeres Wachstum von *Elodea* beobachtet wurde. Ausserdem wurde eine Anzahl anderer Seen in Bezug auf die Entwicklung von *Elodea* einer alljährlichen Beobachtung unterzogen. Die Kontschezero Seen erwiesen sich für derartige Zwecke besonders günstig, da *Elodea* hier gerade zu ercheinen begann.

Die Untersuchungen bestätigen die äusserst grosse Schnelligkeit der Eroberung der Bodenfläche des Sees durch *Elodea*, wobei dieselbe oft verschiedene andere Pflanzen aus den von denselben eingenommenen Wohnstätten verdrängt. Als ein Besonders instruktives Beispiel kann der Gabozero-See sowie der Munozero-See dienen. 1928 wurde *Elodea* in beiden Seen nur in je einem Punkte bemerkt (im Gabozero-See an der Stelle, wo die Boote stehen, im Munozero-See bei der grossen Ansiedelung), während sie 1933 schon als eine beständige Komponente in der amphibischen Formation sowie in der Formation der untergetauchten Pflanzen längs der ganzen Fläche der beiden Seen vorgefunden wurde. Die Hauptrolle in der Verbreitung der *Elodea* spielt der Mensch, indem er dieselbe mit seinen Booten und besonders mit seinen Fanggeräten in verschiedene Punkte des Sees einbringt.

Карело-Финская База

Академии Наук СССР

БИБЛИОТЕКА



М А С Ш Т А Б
 0 1 2 КМ.