

В. А. ФРЕЙНДЛИНГ

## ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР МИККЕЛЬСКОГО И КРОШНОЗЕРА

### ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА

Бассейн озер Миккельского и Крошнозера является южной частью водосборного бассейна р. Шуи (рис. 1). Форма его неправильная, несколько вытянутая с севера на юг. Длина 22 км, ширина 16,5 км. С востока бассейн граничит с водосборами рек Шуи и Маньги, с юга — р. Олонки, с запада примыкает бассейн Шотозера.

Водораздельная линия проходит начиная от берега Шотозера на восток по древним береговым валам с отметками 120—160 м. В юго-восточной части бассейна она снижается до 100 м — место соединения болотной низины, расширяющейся к востоку и западу. На юге проходит по высотам Онего-Ладожского водораздела с отметками до 180 м. Центральная и северная части бассейна заняты озерами Миккельским и Крошнозером и подходящей вплотную к ним болотной низиной, отделяющейся от водоемов низким береговым валом. Абсолютные высоты в бассейне изменяются в пределах от 95 до 180 м.

Своеобразие рельефа и геологии района определяется действием ледника, тектоническими явлениями и влиянием приледникового водоема, образовавшегося в результате стаивания отдельных глыб льда, занимавших ранее отрицательные формы рельефа этой местности (Земляков, Покровская, Шешукова, 1941).

При отступлении вод древнего приледникового бассейна изучаемые озера стали самостоятельными. Миккельское озеро превратилось в проточный водоем с сильно зарастающей прибрежной зоной и мощным слоем иловых отложений.

Крошнозеро заполняет собой более глубокую впадину, вытянутую с северо-запада на юго-восток.

Годовой ход температуры воздуха в районе бассейна, по данным гидрометеорологической станции Пряжа, характеризуется минимумом в феврале ( $-14,4^{\circ}$ ) и максимумом в июле ( $+32,0^{\circ}$ ). Годовая амплитуда колебания температуры воздуха до  $46^{\circ}$ ; суточная амплитуда колебания незначительная: зимой  $6-8^{\circ}$ , летом  $9-10^{\circ}$ . Годовая сумма осадков около 600 мм, из них на холодный период (XI—III) приходится 183 мм (или 31%), на теплый (IV—X) — 417 мм.

Климат бассейна однороден во всех частях. На наблюдающуюся пятнистость почв здесь влияют только рельеф и почвообразующие породы. Ими в бассейне озер Миккельского и Крошнозера являются озерно-ледниковые ленточные слоистые суглинки и глины, древнеал-



лювиальные пески и современные аллювиальные, незначительной мощности песчаные и глинистые наносы. Малые уклоны поверхности значительной части бассейна, а также подстилающие водоупорные породы способствовали заболачиванию равнинных участков и образованию оглеенных и горфянистых почв. Почвы района — слабоподзолистые и подзолисто-глеевые суглинки на ленточных глинах и древнем аллювии, слабоподзолистые песчаные на сортированных песках, часто подстилаемые глинами (район Крошнозера), а также торфяно-болотные и торфянисто-глеевые (Осмоловская, Харьков, 1948).

Растительность бассейна представлена субарктическими формами в сочетании хвойных (сосна, ель) и лиственных пород (береза, осина, рябина, ольха).

Болота покрыты мелкой сосной и березой. Берега Миккельского озера, рек Миккельской и Матчелицы в половодье затопляются на некоторых участках на ширину до 500 м. По склонам и гребням возвышенностей господствуют сосновые леса зеленомошники, черничники.

Культурные почвы расположены только вблизи селений. На северо-западном побережье Миккельского озера летом 1953 года начаты мелиоративные работы по подготовке почв под сельскохозяйственные угодья.

#### ГИДРОГРАФИЯ БАССЕЙНА

Бассейн озер Миккельского и Крошнозера, являясь частным водосбором р. Шуи, занимает площадь 237,7 км<sup>2</sup>. Наиболее развит водосбор Крошнозера площадью 187,2 км<sup>2</sup>, в котором выделяется его юго-западная часть, составляющая около 75% водосборной площади озера. Водосбор Миккельского озера незначителен и составляет около 20% общей площади бассейна. Коэффициент озерности всего бассейна 13,5%. Речная сеть развита слабо.

В северной и северо-восточной частях бассейна распространены болотные массивы преимущественно низинного типа, в юго-западной части преобладают верховые болота. Здесь же имеют большое распространение мелкие озера и ламбушки болотного питания общей площадью около 17 км<sup>2</sup>.

Сток вод бассейна осуществляется по системе: ручей без названия — Крошнозеро — р. Матчелица — Миккельское озеро — р. Миккельская — Шотозеро — р. Шуя.

Модуль среднего многолетнего стока для р. Миккельской 10 л/сек. Исходя из этого, средний годовой расход воды в истоке из озера оценивается в 1,88 м<sup>3</sup>/сек. В истоке р. Миккельской из Миккельского озера площадь водосбора составляет 230 км<sup>2</sup>, при впадении ее в Шотозеро — 237,7 км<sup>2</sup>. Средний годовой расход воды для этих створов соответственно равен 2,31 м<sup>3</sup>/сек. и 2,38 м<sup>3</sup>/сек.

Среднемноголетний объем стока р. Миккельской при впадении ее в Шотозеро составляет  $75 \times 10^6$  м<sup>3</sup>.

#### МИККЕЛЬСКОЕ ОЗЕРО

Миккельское озеро является промежуточным звеном системы Крошнозеро — р. Миккельская (рис. 2). Координаты его условного центра 61°43' северной широты и 33°01' восточной долготы. Отметка горизонта воды озера 95 м над уровнем моря.<sup>1</sup> Площадь озера 6,6 км<sup>2</sup>. Площадь водосбора 230,6 км<sup>2</sup>. Удельный водосбор озера высокий — 35 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup> площади зеркала водоема.

<sup>1</sup> По карте масштаба 1 : 100 000.

Озеро имеет круглую форму, свойственную многим малым водоемам. Морфологически такая форма характеризуется близкими значениями радиусов ядра и района. Большая ось озера совпадает с его длиной и равна 3,2 км. Радиус ядра озера 1,4 км, радиус района 1,85 км. Ширина озера 2,7 км.

Береговая линия длиной 11,4 км развита слабо. Показатель ее развития равен 1,07.

Озеро расположено в чашеобразной котловине, заполненной озерно-ледниковыми отложениями, выходящими в некоторых местах в виде линз голубой глины на дневную поверхность (устье ручья Пограноя, северный берег озера).

Берега озера низкие, заболоченные. При весеннем половодье затопляются значительные площади по южному и восточному побережьям.

Планиметрированием контура озера и горизонталей, проведенных через 0,5 м, получены его площадь и объем (табл. 1).

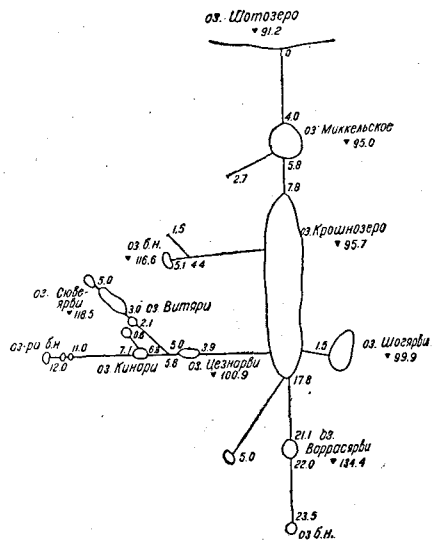


Рис. 2. Гидрографическая схема бассейна р. Миккельской.

Площади и объемы Миккельского озера

Таблица 1

Отметка (в м)	Глубина (в м)	Площадь горизонтали		Объем озера	
		км <sup>2</sup>	% от общей площади	в 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	% от общего объема
95,0	0,0	6,6	100,0	10,3	100,0
94,5	0,5	5,9	89,5	7,2	70,0
94,0	1,0	5,6	85,0	4,3	41,8
93,5	1,5	4,2	63,8	2,3	22,3
93,0	2,0	2,5	38,0	0,6	5,8
92,6	2,4	0	0	0	0

Карта глубин озера (рис. 3) составлена на основании материалов съемки эхолотом, произведенной в первых числах июня 1953 года, когда горизонты воды были еще высокими и относились к началу спада весеннего паводка.<sup>1</sup>

Глубины озера характеризуются равномерностью и малыми величинами. Максимальная глубина озера 2,4 м, средняя — 1,7 м, показатель объема  $\frac{1,7}{2,4} = 0,71$ . По этому показателю Миккельское озеро резко выделяется среди других водоемов Карелии.

В озере сильно развита мелководная прибрежная полоса, густо заросшая водной растительностью. Глубины до 1 м занимают около 42% от общего объема озера.

<sup>1</sup> Батиметрическая карта привязана к отметке 95 м, принятой на карте масштаба 1 : 100 000.

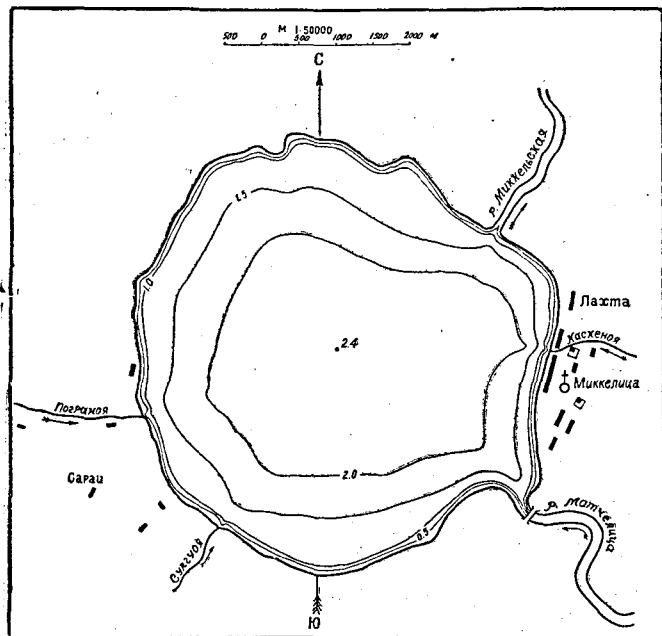


Рис. 3. Батиметрическая карта Миккельского озера.

пловодье река выходит на пойму, заливая ее на 400—500 м.

С западного берега в озеро впадает два ручья: ручей Сулгуоя длиной 1,5 км, вытекающий из озера без названия, и ручей Пограноя длиной 2,6 км, вытекающий из болота.

С восточной стороны между деревнями Лахта и Миккелица впадает ручей Каскеноя, берущий начало из болота, простирающегося до границ водораздела и уходящего за его пределы в сторону р. Маньги и оз. Вагат.

Водообмен Миккельского озера, имеющего объем 0,01 км<sup>3</sup>, в основном определяется водами р. Матчелицы (сток бассейна Крошнозера) с среднегодовым расходом 2 м<sup>3</sup>/сек. Влияние ручьев Пограноя, Сулгуоя и Каскеноя ничтожно и сказывается только в период паводков. При объеме среднего годового стока в озеро 0,073 км<sup>3</sup> водная масса его может заменяться водами бассейна около семи раз в году. Сток из озера осуществляется через р. Миккельскую.

В озере выделяются зоны активного и замедленного водообмена. Воды р. Матчелицы проходят через озеро ближе к восточному берегу, обеспечивая на этих участках более частую смену водных масс. Кислородные условия здесь отличны от остального озера, что подтверждается данными гидрохимических наблюдений, проведенных в августе 1953 года. Воды, вносимые р. Матчелицей, имели рН = 6,4. Величина рН для озера колеблется в пределах от 8,1 в южной до 8,9 в северной части озера (рис. 4).

Удалось проследить движение вод р. Матчелицы через озеро по указанному выше направлению. Поток этот, повидимому, устойчив и имеет незначительное по ширине распространение. В северной части озера были обнаружены точки (на указанной линии) с рН = 6,8, в то время как в соседних с ними участках рН равнялось 7,5—8,7.

Западная часть озера в водообмене принимает менее активное участие, исключая периоды паводков. Ручьи Пограноя и Сулгуоя в межень имеют ничтожный расход и оказывают незначительное влияние

Структура бассейна озера в основном определяется водосбором вышележащего Крошнозера, составляющего 81% от общей приточной площади. Собственный водосбор озера ничтожен (12—14%). Эти показатели характеризуют степень влияния собственного водосбора на водную массу озера.

В озеро впадает четыре притока, основным из которых является р. Матчелица; длина ее 1,5 км, глубина 2,6—3 м, расход порядка 2 м<sup>3</sup>/сек. Берега реки болотистые, сильно зарастают камышом и осокой. В по-

на прилегающие участки озера. Движение вод этих ручьев происходит ближе к западному берегу с дальнейшим включением их в поток р. Миккельской.

При малых глубинах и ровном рельефе дна водоема ветровой режим оказывает существенное влияние на процесс водообмена, перемешивая всю водную толщу и вовлекая в него воды различных участков озера.

Уровенный режим. Наблюдения за уровенным режимом в исследованном районе были начаты системой Гидрометслужбы с 1932 г. На р. Матчелице был установлен свайный водомерный пост в 500 м выше Миккельского озера. Падение на участке от поста до озера 20 см. Поэтому в периоды высоких вод пост характеризовал собой уровенный режим озера, а в межень являлся чисто речным постом. Наблюдения на этом посту продолжались до 1941 г.

В августе 1945 г. ГМС был открыт водомерный пост ниже озера на р. Миккельской вначале в 800 м от истока реки из озера (без учета подпора от мельничной плотины, в зоне которого он оказался), затем пост был перенесен на 500 м вверх по реке, где находится и в настоящее время.

Посты на р. Матчелице и на р. Миккельской не увязаны между собой, поэтому материалы об уровенном режиме за период с 1932 г. по 1941 г. могут быть использованы только для ориентировочной его оценки.

Наблюдения за уровнями озера были начаты в мае 1953 г. с момента установления Карело-Финским филиалом АН СССР водомерного поста в деревне Миккельской. Вновь открытый пост был увязан нивелировкой с ныне действующим речным постом ГМС. Параллельные наблюдения, проведенные на постах в течение летних месяцев 1953—1954 гг., позволили установить прямолинейную зависимость между уровнями реки и озера для летне-осеннего периода. Пользоваться графиком связи для получения уровней переходного состояния озера нельзя, так как река в истоке из озера не замерзает, создаются благоприятные условия для образования шуги и зажоров в нижележащих участках.

С начала года идет медленный спад уровней подо льдом, достигая к концу марта наинизших в году или близких к ним значений. Весеннее половодье начинается в середине апреля, уровни возрастают быстро, в среднем на 3—4 см в сутки (рис. 5), являясь наивысшими в году. Наибольший весенний подъем воды, по отношению к низкому предвесеннему, наблюдался в 1952 г. и составлял 76 см. Наинизший весенний подъем уровней воды наблюдался в 1954 г. и составлял 50 см над предвесенним уровнем.

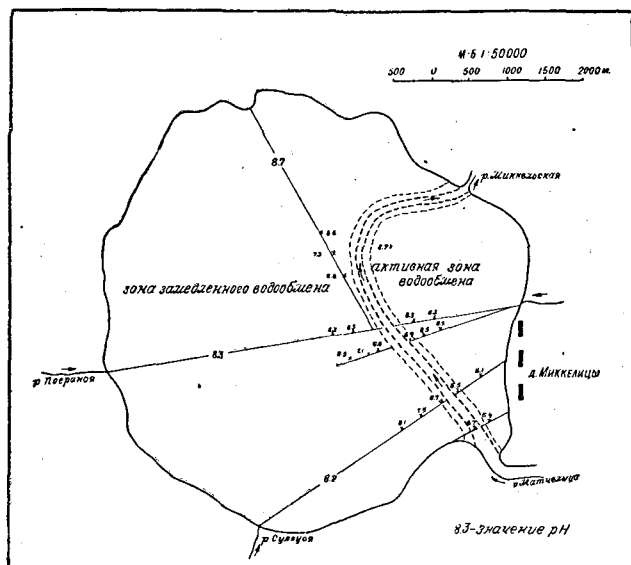


Рис. 4. Схематический план зон водообмена Миккельского озера (по изменению pH).

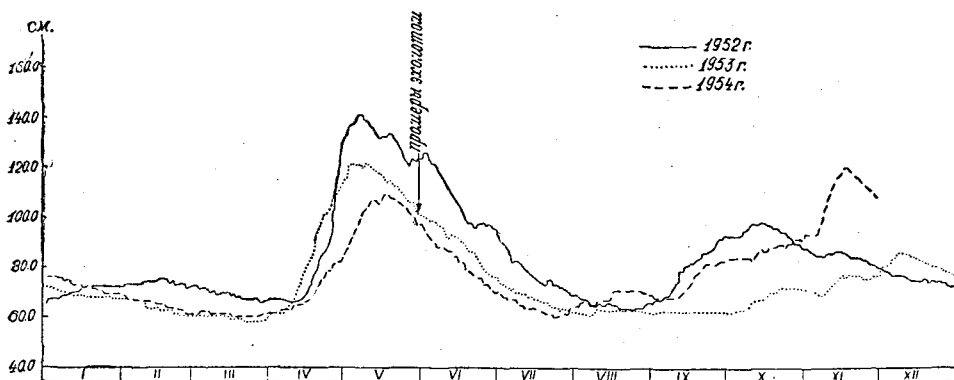


Рис. 5. Колебания уровня за характерные годы (1946—1954 гг.) по Миккельскому озеру.

Спад весеннего половодья плавный, растянутый до конца июля — начала августа. Меженные уровни в некоторые годы ниже предвесенних. Осенние дожди в августе — сентябре дают повышение горизонтов воды. Наибольший подъем, вызванный осенними осадками, наблюдался в 1952 г. и составлял 35 см над меженим горизонтом. Средняя амплитуда колебания уровней озера за период наблюдений составила 69 см. Годовые отклонения уровней приведены в таблице 2.

Таблица 2

Экстремные значения и амплитуды колебания горизонтов воды Миккельского озера

Год	Максимум (в см)	Минимум (в см)	Амплитуда (в см)
1947	136,0 16/V	54,0 20/IX	82
1948	114,0 8/V	55,0 7/VIII	58
1949	132,0 30/IV—6/V	64,0 26/IX—6/X	68
1950	136,0 1/V	53,0 8/IX	83
1951	117,0 1/V	47,5 20/IX	70
1952	142,5 5/V	63,5 23/VIII	79
1953	122,5 1/6/V	58,0 22/28/IV	64
1954	109,0 15/17/V	60,7 17/28/III	48

Суточные колебания уровней незначительны, не превышают одного-двух сантиметров. В период наблюдений за уровнями на озерном посту стгонно-нагонные явления не были обнаружены, повидимому, они на озере отсутствуют.

Грунты. Грунты озера представлены илами, залегающими на ленточных глинах озерно-ледникового происхождения, песком с включением гальки и мелкого валуна, а также рудных образований. Дно центральной части озера покрыто мощным слоем серозеленого ила, на долю которого приходится около 85% всех разновидностей грунтов.

Колонки грунта высотой до 50 см, взятые стратометром системы Б. В. Перфильева, не включали других разновидностей.

Химический анализ пробы грунта, взятой в центральной части озера, указывает на значительно меньшее содержание Fe, Mn, Mg и Ca по сравнению с вышележащим Крошнозером (табл. 3).

Таблица 3

Химический анализ грунта Миккельского озера  
(в % к абсолютно сухой навеске)

Влажность при 105—110°	Потери при прокаливании	Нерастворимый остаток	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO
5,94	18,27	—	58,85	11,34	4,44	0,13	0,39	1,79

В прибрежных участках илы имеют окраску от светлорычного (устье ручья Сулгуоя) до темнокоричневого (район мыса Хопуннэка). В устье ручья Пограноя грунты представлены песком, рудными гороховидными образованиями и мелким валуном. В истоке р. Миккельской берега озера выложены чистыми кварцевыми песками. Голубая глина выходит на поверхность дна озера во многих местах, приуроченных большей частью к южному и западному берегам (рис. 6).

Необходимо отметить, что карта грунтов озера составлена по данным визуальных определений при производстве гидрологических наблюдений на вышеуказанных станциях. Поэтому границы разновидностей грунтов на карте проведены ориентировочно.

Литораль озера, исключая район у деревни Миккелицы, в летний период покрывается широкой полосой зарослей тростника, камыша и осоки, распространяющейся в некоторых местах до 300 м по ширине.

Надводная растительность на участке между ручьем Каскеноя и южным концом деревни Миккелицы отсутствует. В некоторых местах развитие надводной растительности столь интенсивное, что через ее заросли невозможно пробраться на лодке (южный конец деревни — устье р. Матчелицы).

Подводные виды растительности встречаются по всей акватории озера.

Термика. Миккельское озеро имеет свои особые термические условия, определяемые малым объемом водной массы, значительным слоем илов; покрывающих дно водоема, интенсивным развитием водной растительности и ветровым режимом.

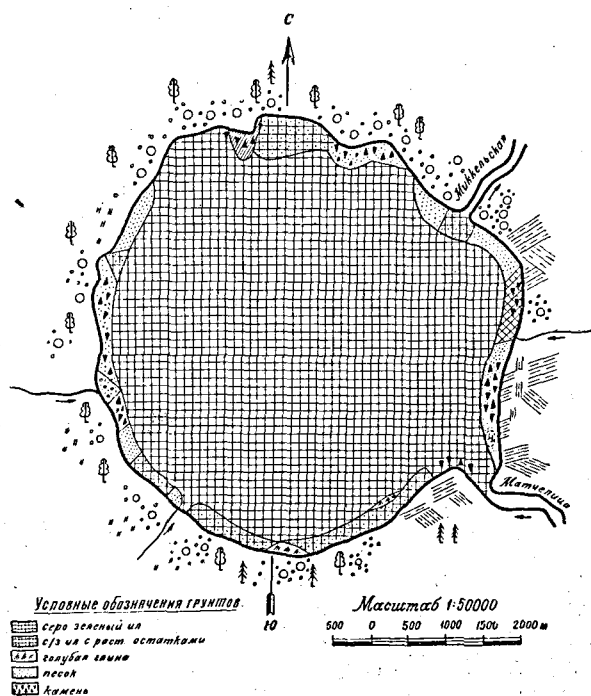


Рис. 6. Карта грунтов Миккельского озера.



Малый объем водной массы с малой тепловой инерцией способствует быстрому прогреву водоема, а также его охлаждению. Весной 1953 г. (начало мая) в результате понижения температур воздуха с положительных значений до отрицательных (от  $+5^{\circ}$  до  $-4^{\circ}$ ) и интенсивной отдачи тепла атмосфере озеро в течение нескольких часов покрылось льдом. Этому способствовала ясная, безоблачная погода.

Температуры воды следуют температурам воздуха с очень незначительным сдвигом.

Подледное состояние водоема характеризуется наблюдениями, проведенными в конце марта 1953 г. Поверхностные температуры воды в центральной части озера и в истоке р. Миккельской  $1^{\circ}$ . Придонные температуры  $1,2-1,3^{\circ}$  (глубина  $1,8$  м). При перемещении на  $400$  м к юго-западу от станции, расположенной в центре озера, температура подледного слоя равна  $0,6^{\circ}$ , придонного слоя  $1,8^{\circ}$  при тех же глубинах.

Повидимому, первые две станции находятся в зоне распространения потока р. Матчелицы через озеро (рис. 4); последняя станция характеризует собой зону замедленного водообмена. Повышенные придонные температуры в этой зоне следует объяснить прогревом нижних слоев воды от донных отложений.

Прибрежные участки в конце марта имеют низкие температуры от  $0,1$  до  $0,2^{\circ}$ . Полоса литорали в районе устьев ручьев Пограноя и Каскеноя промерзает на  $150-200$  м от берега.

Толщина льда изменяется от  $0,55$  м (прибрежные участки) до  $0,63$  м в центральной части. Толщина слоя снега варьирует от  $0,18$  м (исток р. Миккельской) до  $0,8$  м в устье ручья Сулгуоя. В центре озера —  $0,12$  м.

В конце апреля обратная стратификация, характерная для зимнего и подледного периода, ослабевает и уже в первых числах мая, переходя через температуру  $4^{\circ}$ , сменяется весенней гомотермией. К этому же периоду относится вскрытие озера и освобождение его ото льда, продолжающееся несколько дней.

Дальнейший прогрев водоема при ветровом воздействии проходит в состоянии гомотермии. Действие ветра в это время совпадает с конвекционными токами и ускоряет процесс прогревания озера.

К концу первой декады мая температура водной массы в центральной части повышается до  $5,4^{\circ}$ . Штилевая погода, стоявшая в последующие дни, обеспечила равномерный прогрев метрового слоя ( $11,8-11,1^{\circ}$ ) и образование в следующем метровом слое термоклина величиной  $3^{\circ}$ . Прямая стратификация, установившаяся в этот период, была нарушена ветрами; ее сменила летняя гомотермия.

К концу второй декады мая температура воды центральной части повысилась до  $15,8^{\circ}$  (для всего слоя), в прибрежных участках — до  $17,6^{\circ}$  (заросли в устье ручья Пограноя).

Полоса литорали между берегом и зарослями тростника имеет свой особый температурный режим, как наиболее мелководная и не участвующая в общем перемешивании ветрами. Прогрев и охлаждение ее происходит значительно быстрее, чем центрального плеса озера.

Снижение температур воздуха с  $16$  до  $5^{\circ}$  в конце мая месяца вызвало похолодание воды в озере до  $10,2-11,8^{\circ}$ .

Максимальный прогрев водоема наблюдался в последней декаде июня. Максимум температур воздуха в 1953 г. приходился на июнь. Температура центральной части озера по всей вертикали была  $25,8^{\circ}$  (глубина  $2,1$  м), в литоральных участках изменялась от  $24,8^{\circ}$  (глубина  $1$  м) до  $26,8^{\circ}$  (глубина  $1,2$  м). Резкое похолодание в последние дни месяца (среднесуточные температуры воздуха снизились на  $13^{\circ}$ ) вызвало охлаждение озера до  $17,8^{\circ}$ .

Наблюдения за суточным ходом температуры воды в озере были проведены 25 и 26 июля 1953 г. на трех станциях (табл. 4).

Суточные колебания температуры воды по восточному побережью достигают  $4,1^{\circ}$ , в центральной части озера  $1,2^{\circ}$ , в районе мыса Хопун-нэка  $1,6^{\circ}$ . Максимальные температуры (суточные) наблюдаются в озере после 17 часов. Литораль восточного берега прогревается до  $23,2^{\circ}$ , центральный плес — до  $21^{\circ}$ , литораль западного берега — до  $21,8^{\circ}$ .

Переход температур воды от летних к осенним начинается в конце июля — начале августа. Последняя декада июля характеризовалась температурами  $20,7-20,8^{\circ}$  для всего водоема. К концу августа температура водной массы снизилась до  $17,4^{\circ}$  с отклонениями от средней величины в различных частях озера на десятые доли градуса.

В первых числах октября осенняя гомотермия сменяется обратной стратификацией. К концу первой декады месяца температура водной массы озера снизилась до  $2^{\circ}$ . Похолодание сменилось потеплением, на которое сразу же реагирует водоем. Температуры воды в середине второй декады  $5,5-5,7^{\circ}$  с последующим понижением к концу месяца до  $2^{\circ}$ .

Озеро обычно замерзает в последних числах октября — начале ноября. При штилевой погоде замерзание происходит концентрически расположенными участками путем нарастания ледяной пленки от периферии к центру.

Ветры, дующие в момент охлаждения поверхностного слоя до  $0^{\circ}$ , несколько сдвигают сроки замерзания озера. С момента ледостава интенсивное охлаждение водной массы прекращается, и начинается процесс медленного нагревания ее путем отдачи дном (иловой толщей) тепла, накопленного в летний период.

Ледостав на р. Матчелице начинается несколько раньше, чему способствуют сильная извилистость русла реки, малые скорости течения, остатки водной растительности, многочисленные коряги и колья от рыболовецких снастей, вокруг которых образуются ледяные поля.

Наблюдения в феврале 1954 г. показали, что озеро обладало большим запасом тепла, чем в зиму 1952—1953 гг. Это объясняется большим прогревом водной массы и донных отложений к моменту ледостава, наступившему при штилевой погоде.

В первых числах февраля температура подледного слоя в центральной и северо-западной частях озера равнялась  $1,2^{\circ}$ , в истоке р. Миккельской  $1^{\circ}$ . Литоральные участки западного и восточного побережья охладились до  $0,5^{\circ}$ .

Наиболее низкие температуры наблюдались в устьевой части р. Матчелицы: в районе моста река обычно не замерзает и имеет полыньи. Температура воды для этого участка озера  $0,2^{\circ}$ .

Температура придонных слоев в центральном плесе  $2,6^{\circ}$  (глубина 1,9 м), в северо-западной части  $2,2-2,3^{\circ}$  (глубина 1,8 м).

Конец марта — начало апреля 1954 г. характеризовались повышением температур водной массы в центральной части и охлаждением литорали. Положительные температуры воздуха явились началом интенсивного снеготаяния. Теплозапас илов к этому времени иссяк; и только в центральной части озера наблюдалось некоторое повышение температуры придонного слоя воды.

Поверхностные температуры варьируют от  $1,4^{\circ}$  (западная часть озера) до  $1,6^{\circ}$  (центральная часть). Придонные — от  $2,2^{\circ}$  (глубина 1,5 м) до  $3^{\circ}$  (глубина 1,9 м). Литораль западного побережья охладилась до  $0,2^{\circ}$ . Восточное побережье, в большей степени подверженное влиянию вод р. Матчелицы, имеет температуры от  $0,8^{\circ}$  (глубина 1 м) до  $1^{\circ}$  (глубина 1 м).

## Суточный ход температур воды и воздуха

Местоположение станций	Общая глубина (в м)	25/VII—1953 г.				26/VII—1953 г.			
		горизонт наблюдения	время наблюдения	температура		горизонт наблюдения	время наблюдения	температура	
				воды	воздуха			воды	воздуха
30 м от устья ручья Каскеноя (восточный берег)	0,4	Поверхностный	9 ч. 00 м.—9 ч. 15 м.	20,8	20,5	Поверхностный	1 ч. 00 м.—1 ч. 15 м.	19,1	—
		"	13 ч. 00 м.—13 ч. 15 м.	21,5	—	"	5 ч. 30 м.—5 ч. 45 м.	19,1	—
		"	17 ч. 00 м.—17 ч. 30 м.	23,2	20,0	"	9 ч. 00 м.—9 ч. 30 м.	19,5	16,5
		"	21 ч. 00 м.—21 ч. 15 м.	21,2	18,9	—	—	—	—
Центральная часть озера	2,0	Поверхностный 1,7	9 ч. 45 м.—10 ч. 25 м.	20,7	—	Поверхностный 1,7	2 ч. 00 м.—2 ч. 20 м.	20,2	—
			20,6	—	20,2		—		
		Поверхностный 1,7	14 ч. 00 м.—14 ч. 45 м.	21,0	—	Поверхностный 1,7	6 ч. 00 м.—6 ч. 30 м.	20,2	15,5
			20,7	—	19,9		—		
		Поверхностный 1,7	18 ч. 00 м.—18 ч. 45 м.	21,1	—	—	—	—	—
			20,7	—	—	—			
Поверхностный 1,7	22 ч. 00 м.—22 ч. 30 м.	20,9	—	—	—	—	—		
20,8	—	—	—						
150 м к востоку от мыса Хопунёкка (западный берег)	1,0	Поверхностный	11 ч. 20 м.—11 ч. 50 м.	21,2	—	Поверхностный	3 ч. 20 м.—3 ч. 50 м.	20,2	19,5
		"	15 ч. 30 м.—16 ч. 00 м.	21,8	—	"	7 ч. 00 м.—7 ч. 30 м.	20,2	—
		"	19 ч. 00 м.—19 ч. 30 м.	21,8	—	"	11 ч. 00 м.—11 ч. 30 м.	20,2	—
		"	23 ч. 15 м.—23 ч. 35 м.	21,0	—	—	—	—	—

В результате смерзания талой воды со снегом изменилась толщина льда и его структура. Кристаллический лед толщиной 0,45 м покрылся наслуховым льдом слоем 0,15 м.

Озеро освободилось ото льда 10 мая. В середине месяца центральная часть имела температуру  $5^{\circ}$  (глубина 2,5 м). Литораль западного побережья имела температуры  $7,8^{\circ}$  (глубина 1,4 м) —  $8,8^{\circ}$  (глубина 2,1 м), восточного побережья —  $8,7^{\circ}$  (глубина 2 м). Температуры в устьевой части р. Матчелицы были  $6,8^{\circ}$  (глубина 1,7 м), в истоке р. Миккельской  $7,9^{\circ}$  (глубина 0,7 м). Постоянно дующие южные ветры способствовали быстрому прогреву водоема и концентрации теплых масс воды в северной части озера. Уже в конце мая литораль северо-западного побережья прогрелась до  $19,8^{\circ}$ . В центральной части поверхностный слой имел температуру  $18^{\circ}$ , придонный  $13,5^{\circ}$ . Снижение температур воздуха к началу июня вызвало похолодание водной массы. Поверхностный слой воды в северной части охладился до  $13,6^{\circ}$ , придонный — до  $12,8^{\circ}$ . Температура воды в литоральной зоне снизилась до  $13,4^{\circ}$ .

Для характеристики температурного режима водоема в различные периоды гидрологического года нами произведен подсчет средней температуры всей водной массы и теплозапаса в ней с учетом изменения объема воды в озере.

Подсчитывалась средняя температура отдельных слоев, объем слоя и его теплозапас. На батиметрической карте выделялись объемы воды с высотой слоя, равной 1 м; на основании полевых материалов для каждого слоя определялась средняя температура воды; подсчитывался теплозапас каждого слоя путем перемножения средней температуры воды данного слоя на его объем; определялся суммарный теплозапас озера; находилась средняя температура водоема как частное от деления суммарного теплозапаса на объем озера (табл. 5).

Таблица 5

Сезонное изменение средних температур и теплозапаса Миккельского озера

Время съемки	Пределы изменения температуры воздуха (в градусах)	Средняя температура воды <sup>1</sup> (в градусах)	Теплозапас (в $10^6$ мегакалорий)
28—31/III—1953 г.	от $-7$ до $+3$	1,0	9,0
11/V—1953 г.	5,5	5,4	67,0
16/V—1953 г.	15	10,0	124,0
23—28/V—1953 г.	от 8,2 до 17	12,3	152,0
20/VI—1953 г.	23	22,0	198,0
23—25/VI—1953 г.	от 20 до 25	24,6	219,0
30/VI—1953 г.	14	17,8	158,0
24/VII—1953 г.	22	20,8	186,0
25—26/VIII—1953 г.	14	17,4	154,0
16—18/X—1953 г.	от $+5$ до $+3$	4,6	41,0
5—7/II—1954 г.	от $-7,5$ до $-3$	1,5	13,4
31/III—1/IV—1954 г.	$+4$ до $+2$	1,7	15,1

<sup>1</sup> Как частное от деления подсчитанного суммарного теплозапаса на объем озера.

Анализ полученных данных подтверждает положение о малой тепловой инерции Миккельского озера. Резкое падение температур воздуха в течение нескольких дней (с 25 по 30 июня) повлекло за собой снижение запаса тепла в водоеме на  $61 \times 10^6$  мегакалорий. Наибольшее содержание тепла в 1953 г. наблюдалось в конце июня, следуя максимальным температурам воздуха. Теплоспас к концу марта 1954 г. был значительно выше, чем для этого же времени в 1953 г. Это является результатом большего прогрева иловой толщи дна водоема и замерзания озера при безветренной погоде.

**Прозрачность.** Для жизни озерных организмов большое значение имеет прозрачность и определяемая ею степень освещенности водной толщи.

Малые глубины, ветры, вызывающие взмучивание водных масс на литоральных участках, интенсивное развитие планктона в период максимального прогрева водоема обуславливают незначительную прозрачность воды в озере. Наибольших значений она достигает в зимний период, когда водоем длительное время находится в спокойном состоянии и влияние вод бассейна на него минимальное. Для центральной части озера прозрачность равна 1,4 м, для литорали — 0,8 м. Минимум ее наблюдается в конце мая — начале июня, когда паводковыми водами с бассейна вносится в озеро масса взвешенных частиц. Величина прозрачности для этого периода колеблется в пределах 0,2—0,6 м и сохраняется такой в течение всего лета. Воды р. Матчелицы в летние месяцы имеют более высокую прозрачность, чем в озере, что объясняется меньшим содержанием взвешенных частиц. Суточные колебания прозрачности воды в озере (июль) незначительны и не превышают 0,2 м. В центральной части озера в 9 часов утра она равнялась 0,5 м, в 19 часов — 0,7 м.

#### ОЗЕРО КРОШНОЗЕРО

Крошнозеро занимает пониженную часть болотной низины, раскинувшейся в северо-восточном углу бассейна. Отметка горизонта воды озера 95,6 м над уровнем моря.<sup>1</sup>

Координаты условного центра водоема  $61^{\circ}40'$  северной широты и  $33^{\circ}08'$  восточной долготы.

Площадь озера 8,9 км<sup>2</sup>. Площадь водосборного бассейна 187,2 км<sup>2</sup>. Удельный водосбор озера 21 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup> площади зеркала водоема. По этому показателю озеро является типичным для Карелии. Форма его продолговатая, вытянутая с северо-запада на юго-восток. Наибольшая длина — 10,4 км, ширина — 1,3 км. Острова и резко выраженные мысы отсутствуют, т. е. площадь зеркала равна общей площади водоема.

Береговая линия общей длиной 24,7 км слабо изрезана. Показатель развития ее 2,45. Берега озера низкие, сложенные валуном, галькой, редко глиной (в северной части) и песками (южный плес озера).

К северу от устья р. Холмы берег представляет собой крутую песчано-суглинистую осыпь высотой 4—5 м с включением мелких валунов. У подножья ее протянулась узкая полоса песчаного пляжа.

Южный берег (в районе МТС) сложен однородными озерно-ледниковыми песками.

Болотный массив, примыкающий к озеру с северо-восточного берега, отделен от водоема береговым валом. Южный и юго-западный берега более высокие, переходящие в холмы с высотами до 100 м.

Вблизи населенных пунктов, расположенных по берегам озера, прилегающие земельные массивы разработаны под пахотные угодья.

<sup>1</sup> По карте масштаба 1 : 100 000.

Котловина водоема имеет довольно сложный рельеф (рис. 7). Анализ карты глубин подтверждает ранее высказанное предположение, что в далеком прошлом это была озерная впадина, переходящая к северо-западу в мелководный залив.

Средняя глубина озера (как частное от деления объема его на площадь) равна 5,7 м. Максимальная глубина 12,6 м. Показатель объема 0,45.

По этому показателю Крошнозеро резко выделяется среди озер Карелии, имеющих средний показатель объема 0,22—0,23.

Рельеф озерной котловины характеризуется двумя впадинами с глубинами до 11 м, отделенными одна от другой подводным возвышением, глубины на котором не превышают 3 м. Это возвышение делит водоем на два плеса: северный с площадью 5,6 км<sup>2</sup> и южный с площадью 3,3 км<sup>2</sup>, отличающихся друг от друга глубинами, их распределением и объемом водной массы. Средняя глубина северного плеса 5 м. Максимальная глубина (она же для всего озера) равна 12,6 м и расположена в 250 м от северо-восточного берега, в 1,5 км к северу от деревни Ершаволок.

Наибольшие глубины приурочены к юго-восточной части плеса. Здесь же наблюдаются значительные уклоны дна — до 0,033. Западное побережье более мелкое. Рельеф дна при передвижении от истока р. Матчелицы в юго-восточном направлении изменяется очень плавно. На этом участке уклон дна 0,002.

Южный плес озера имеет среднюю глубину 6,6 м. Глубины 10 м и выше занимают здесь около 10% от общей площади плеса. Максимальная глубина для этого района 11,5 м.

Планиметрированием контура озера, горизонталей, проведенных через 1 м, определены площадь и объем всего озера, площади и объемы отдельных глубинных зон (табл. 6).

Таблица 6

Площади и объемы Крошнозера

Отметка (в м)	Глубина (в м)	Площадь горизонтали		Объем озера	
		в км <sup>2</sup>	в % от общей площади	в 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	в % от общего объема
95,6	0,0	8,90	100,0	50,5	100,0
94,6	1,0	8,15	91,6	41,9	82,2
93,6	2,0	7,54	84,8	34,0	67,3
91,6	4,0	5,56	62,4	20,7	41,0
89,6	8,0	4,15	48,7	11,1	22,0
87,6	8,0	2,85	32,1	4,1	8,1
85,6	10,0	0,60	6,7	0,3	0,6
83,6	12,0	0,0005	0,005	0,002	0,004
83,0	12,6	0	0	0	0

Глубины до 1 м, определяющие зону интенсивного ветрового перемешивания, имеют незначительное распространение, занимая всего 8,4% от общей площади.

В верхнем трехметровом слое, наиболее подверженном температурным колебаниям, заключено около 50% всего объема озера.

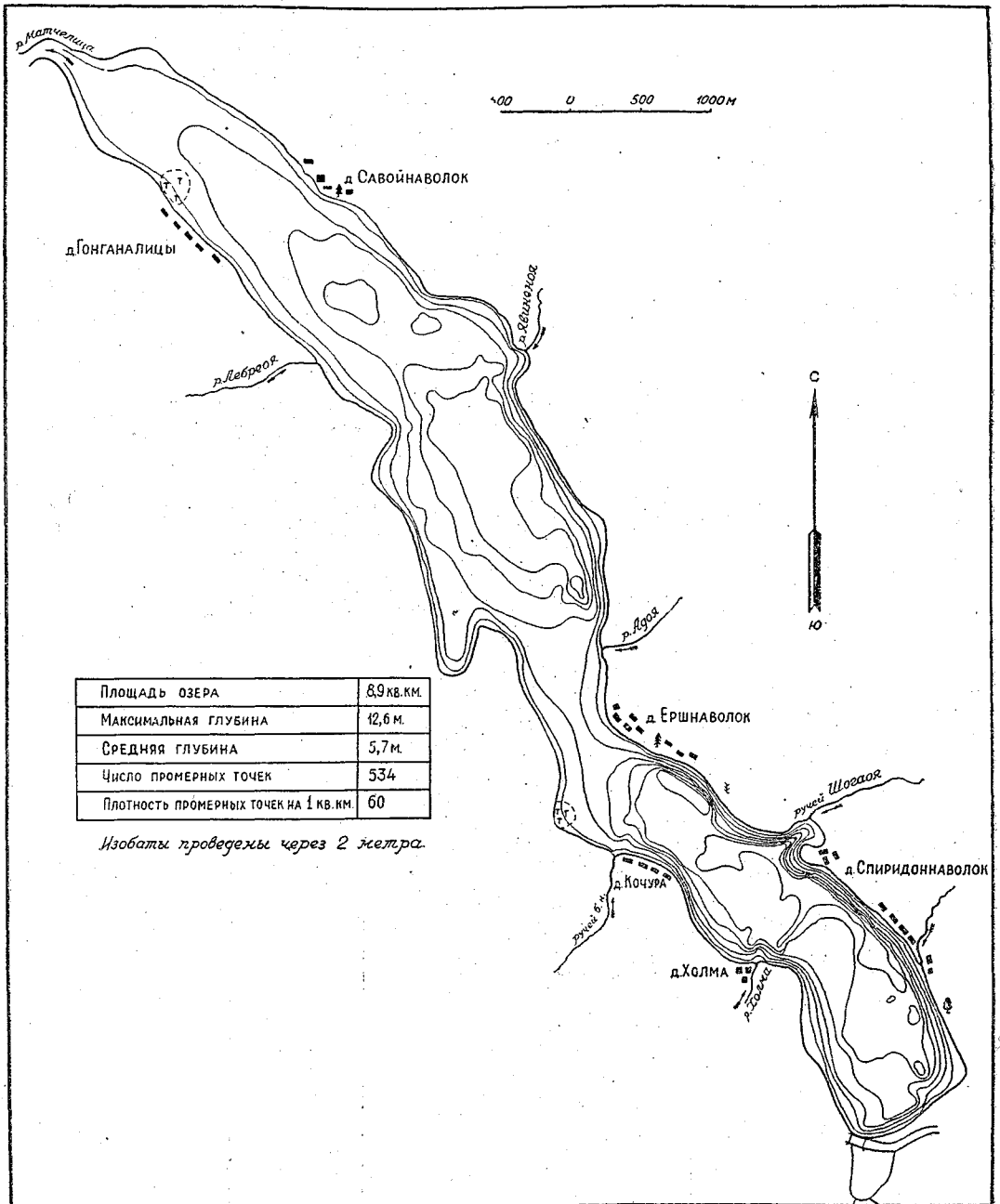


Рис. 7. Батиметрическая карта Крошнозера.

Объем, подсчитанный по материалам планиметрирования, составляет  $0,05 \text{ км}^3$ . Северная и южная части озера при различных площадях (северная часть  $5,6 \text{ км}^2$ , южная —  $3,3 \text{ км}^2$ ) имеют почти равные объемы водной массы —  $0,027 \text{ км}^3$  и  $0,023 \text{ км}^3$ . Это характеризует северный плес как более мелководный, в котором особенно выделяется его северо-западная часть.

Притоки и водообмен Крошнозера. Характеристика притоков Крошнозера, частей его бассейна, а также степень участия их в водообмене озера представлены в таблице 7.

Таблица 7

Притоки Крошнозера и их характеристика

Наименование притока	Площадь водосбора (в $\text{км}^2$ )	Длина (в $\text{км}$ )	Удельное падение (в $\text{м/км}$ )	% от общей площади водосбора	Средний годовой объем стока (в $\text{км}^3$ )	Место впадения
Ручей Шогаоя . . . . .	7,6	1,4	4,2	4,3	—	Восточный берег
Собственный водосбор озера (восточная часть)	28,7	—	—	16,3	—	
Ручей без названия . .	16,0	5,7	10,0	9,2	—	Южный берег
Река Холма . . . . .	66,0	11,7	8,0	37,5	0,02	Западный берег
Ручей Хлебный . . . . .	32,5	11,0	2,0	18,5	0,01	"
Собственный водосбор озера (западная часть)	16,3	—	—	9,2	—	

Основным притоком озера является р. Холма, водосборная площадь которой составляет 37,5% от общей площади водосбора.

В сочетании с формой водоема она определяет осевую проточность Крошнозера, с некоторым нарушением ее ручьем Хлебным. Влияние остальных притоков ничтожно.

Объем среднего годового стока в озеро при площади бассейна  $176 \text{ км}^2$  и модуле стока  $10 \text{ л}$  в секунду составляет  $0,05 \text{ км}^3$ . При объеме водной массы озера  $0,05 \text{ км}^3$  показатель водообмена равен единице, т. е. весь объем воды озера условно заменяется водами бассейна один раз в году. По этому показателю Крошнозеро следует отнести к классу озер малого водообмена (для озер полупроточного типа).

Уровенный режим. Наблюдения за уровенным режимом озера были начаты Карело-Финским УГМС в конце 1932 г.

В заливе к северо-востоку от деревни Спиридоннаволок был установлен свайный водомерный пост, наблюдения на котором продолжались до 1941 г.

В створе старого поста ГМС летом 1953 г. экспедицией Карело-Финского филиала АН СССР был открыт свайный водомерный пост, наблюдения на котором велись до конца года, после чего пост был закрыт.

Анализ гидрографов, построенных для характерных по водности лет (за период с 1932 по 1941 год), указал на сомнительность исходных материалов (рис. 8). Максимальная амплитуда колебания уровней состав-



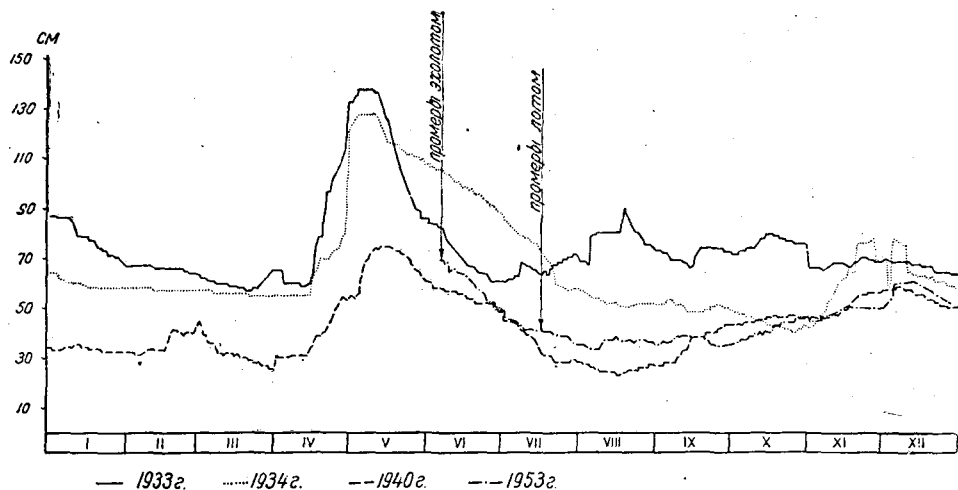


Рис. 8. Колебания уровня за характерные годы (1932—1940 гг.) по Крошнозеру.

ляет 115 см при наивысшем уровне 138 см (май 1933 г.) и наименьшем уровне 23 см (август 1940 г.).

Годовой ход уровня характеризуется плавным понижением его в течение января—марта с некоторыми пиками (февраль—март 1940 г.), которые можно объяснить только зажорными явлениями на р. Матчелице.

Весенние уровни (конец апреля—начало мая) возрастают в среднем на 5—10 см в сутки, достигая в этот период максимальных значений.

Спад уровней плавный, в некоторые годы (1934 г.) растягивается до июля. Проходящие в летне-осенние месяцы дожди формируют паводки, дающие на гидрографах незначительные пики.

Наибольшая амплитуда колебания уровней в течение года наблюдалась в 1938 г. и составляла 95 см.

За период работ 1953 г. (с июня по октябрь) уровень воды изменялся в пределах 37 см. Уровни на спаде паводка были порядка 70 см, минимальные наблюдались в первых числах августа—33 см. Промерные работы проводились в период устойчивых уровней (в конце июля).

В многолетнем ряду 1953 год занимает промежуточное положение между средним и минимальным по водности годом. Зависимость горизонтов воды озера и объема его от уровней прямолинейная. Амплитуда среднего годового колебания уровней 74 см отвечает изменению объема на  $7 \times 10^6 \text{ м}^3$ , или 14% от общего объема озера. Максимальная амплитуда колебания уровней 95 см (1938 г.) соответствует изменению объема на  $8 \times 10^6 \text{ м}^3$ , или 16% от общего объема.

Морфология озерной котловины и характер прибрежной местности обуславливают незначительное затопление берегов при подъеме уровня воды в местах впадения ручьев и в северо-западной части озера. При спаде уровней осушаются мелководные участки литорали северо-западной части озера, западного побережья и участка восточного побережья к северу от деревни Спиридоннаволоок.

Сведения о ледовых явлениях, опубликованные в материалах Гидрометслужбы, для Крошнозера отрывочные, в большинстве случаев сомнительные. Вскрытие озера происходит в конце апреля—первой половине мая (25/IV—1937 г., 17/V—1935 г.): Озеро очищается ото льда в течение двух-трех дней. Замерзание обычно начинается в северной

мелководной части, в заливах и губах. Первые забереги появляются в октябре. Сплошной, устойчивый ледостав наступает в середине ноября — в первых числах декабря и определяется характером осени.

Грунты. Вся центральная часть дна озера (около 85% общей площади дна) покрыта серозеленым илом. Только прибрежная полоса, подверженная волновому воздействию, и незначительные по площади участки дна озерной котловины представлены грунтами, состоящими из различных сочетаний песка, мелких валунов, глины и гороховидной руды (рис. 9).

Песчаный грунт имеет наибольшее распространение в южном плесе озера. Им покрыт южный и юго-западный берег, а также район к северу от деревни Кочуры. Дно губ и заливов выложено чистым кварцевым песком озерно-ледникового происхождения.

Глинистый грунт встречается отдельными пятнами и приурочен к северо-западной части водоема.

Железородные отложения гороховидной формы имеют очень ограниченное распространение и обнаружены в устьях ручьев, впадающих в озеро (на песчаном субстрате), а также в южном плесе в толще иловых отложений.

На озере имеются две луды, покрытые валуном. Одна вытянута с северного конца деревни Ершнаволок в направлении на деревню Кочура, другая примерно в 400 м к северо-востоку от деревни Гонганалицы. Химический анализ грунта (в процентах к абсолютно сухой навеске), произведенный химической лабораторией филиала, показал, что илы озера очень богаты кремнием, содержание которого достигает 58,9%; содержание железа, кальция и магния значительно выше, чем в Миккельском озере (таблица 8).

Таблица 8

Химический анализ грунта Крошнозера  
(в % к абсолютно сухой навеске)

Место взятия образца	Влаж- ность при 105—110°	Потери при прока- лива- нии	Нера- створи- мый остаток	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO
Северная часть озера . . .	3,35	8,20	—	58,88	14,25	8,65	1,14	2,51	2,41
Буй № 2 . . .	4,51	11,43	—	56,95	12,18	9,36	0,31	2,44	2,41
Буй № 1 . . .	3,94	13,72	—	57,62	11,69	9,12	0,67	2,25	1,53

Водная растительность в Крошнозере имеет меньшее распростра-  
нение, чем в Миккельском озере.

В южном и центральном плесах только на мелководных участках литорали встречается камыш и тростник. В северо-западном углу водоема вся прибрежная полоса покрыта густыми зарослями тростника, камыша и осоки, особенно в истоковой части р. Матчелицы, где кроме надводных видов растительности в изобилии встречаются подводные формы.

Термика. Процесс прогревания и охлаждения водной массы озера изучался на двух гидрологических вертикалях—станциях, расположенных в различных частях водоема.

Изменение температур по площади озера изучалось кратковременными съемками, проведенными в характерные периоды гидрологического года.

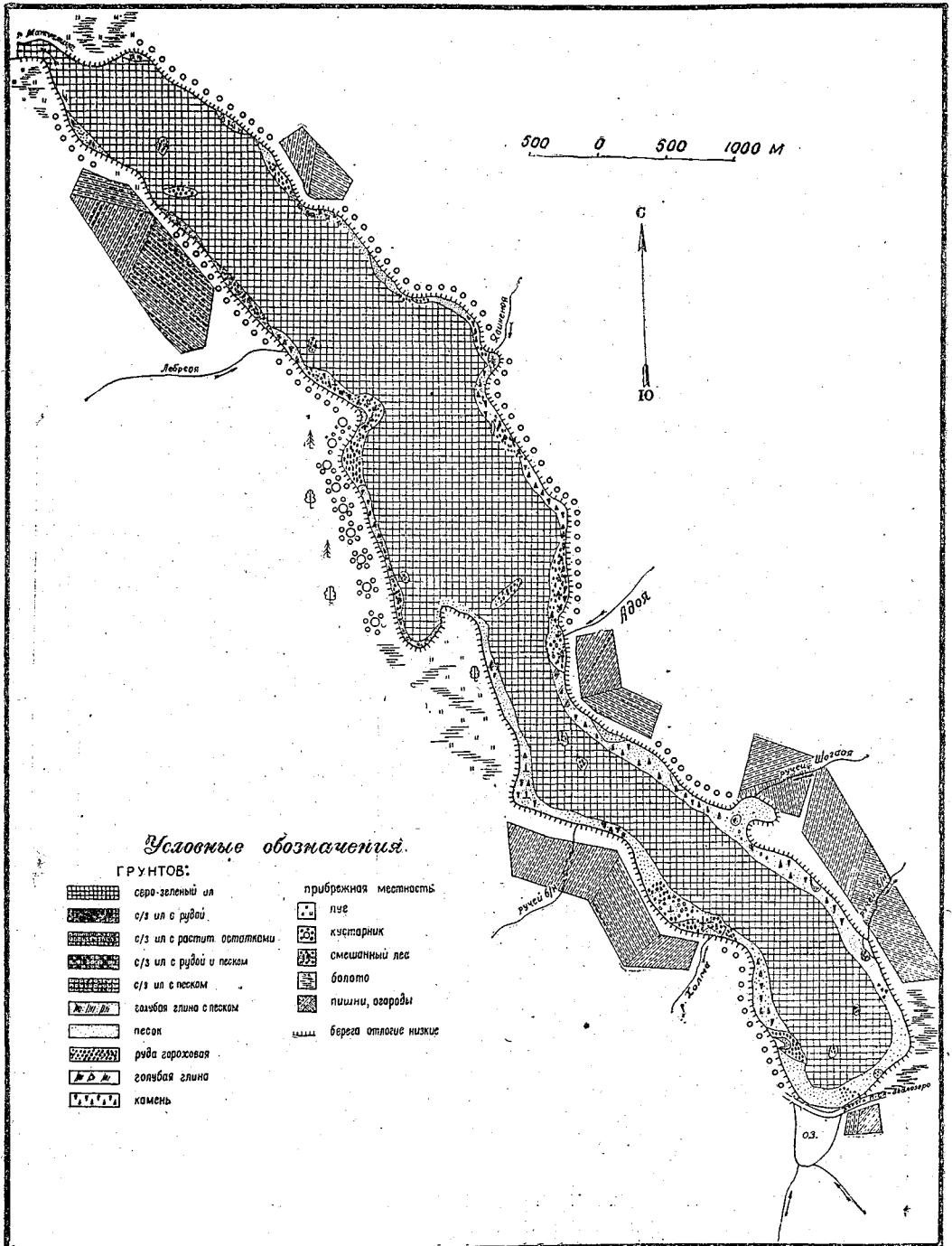


Рис. 9. Карта грунтов Крошнозера.

Гидрологические работы на озере были начаты в первых числах апреля 1953 г. и охватывали переходный момент от периода ледостава к весенней гомотермии. Ясные солнечные дни, положительные температуры воздуха до  $+6^{\circ}$  явились началом интенсивного снеготаяния, образования значительного (до 10 см) слоя надледной воды, быстро уходящей под лед через его трещины и многочисленные лунки, вырубленные рыбаками при промысле.

Солнечная радиация, проникающая через прозрачный лед, повышает температуру подледного слоя воды и служит началом конвекционных токов, ведущих к прогреву водной массы. При наличии снежного покрова (северный плес) и отрицательных температурах воздуха подледный слой воды (горизонт 0,5 м) имел температуру  $0,2^{\circ}$ .

Смена отрицательных температур воздуха положительными, усиление солнечной радиации к концу первой пентады месяца привели к повышению температур поверхностного слоя до  $1,6-1,8^{\circ}$  на глубине 0,5 м (в южном плесе). Придонные температуры в этот период варьируют от  $0,4^{\circ}$  в северо-западной части (глубина 1,4 м) до  $2,6^{\circ}$  в середине южного плеса (глубина 8,1 м).

Река Холма несла в это время воду с температурой  $1,4^{\circ}$ . В 20 м от устья температура в поверхностном слое была  $1,4^{\circ}$ , в придонном  $1,6^{\circ}$  (глубина 5 м).

Сразу же после освобождения озера ото льда, в первых числах мая, начинается интенсивный прогрев водных масс, особенно в закрытых мелководных губах и заливах.

На вертикальное и площадное выравнивание температур значительное влияние оказывает ветер, имеющий в этот период преимущественно южное направление. Максимальные температуры воды наблюдались в Школьной губе, расположенной к северу от деревни Спиридоннаволок, и достигали к концу мая  $20^{\circ}$ . Вся водная масса озера имела среднюю температуру порядка  $11^{\circ}$  с увеличением ее на  $2-3^{\circ}$  к концу срока. Температура воды притоков, впадающих в северную часть озера, равна  $12^{\circ}$ . Температура р. Холмы достигала  $16^{\circ}$ . Река Холма помимо перемешивающего воздействия оказывает также тепляющее влияние на центральный плес озера.

Температура воздуха за период с 31/V по 3/VI повысилась с  $13,5$  до  $25,5^{\circ}$ . К концу первой декады июня наступило похолодание воздуха до  $7,5^{\circ}$ , сменившееся в ближайшие 3—4 дня потеплением с температурами порядка  $20^{\circ}$ . Конец месяца характеризуется новым похолоданием до  $10^{\circ}$ . Резкие колебания температуры воздуха совместно с ветровым воздействием вызвали изменение температуры водной массы, особенно ее верхних слоев, подверженных этому влиянию в большей степени. В результате аккумуляции тепла в предшествующий период высоких температур воздуха средняя температура водоема повысилась за это время с 12 до  $17,7^{\circ}$ . Ветры преобладали северо-восточного направления, создавая циркуляцию водных масс преимущественно в пределах отдельных плесов.

В северной, более мелководной, части прогрев идет значительно быстрее: уже на глубине 8 м температура воды достигает  $15,6^{\circ}$ , тогда как в южном плесе в прибрежных слоях на глубине 8,3 м еще сохраняется температура конца мая ( $11,7^{\circ}$ ). Между 5- и 6-метровыми изобатами наблюдался температурный скачок величиной  $4,3-4,5^{\circ}$ :  $19,6^{\circ}$  — на глубине 5 м и  $15,1^{\circ}$  — на глубине 6 м, причем в южной части плеса поверхностные слои воды были более теплыми ( $19,6^{\circ}$ ), чем в северной и средней ( $17,5-17,7^{\circ}$ ). В результате действия ветров северных румбов теплые поверхностные слои воды сгонялись к южному берегу озера, где температура воды достигала  $18,6^{\circ}$ .

Река Холма, дающая около 30% всего притока в озеро, несла в конце июня (28/VI) свои воды с температурой 15,7°.

Часть озера южнее устья р. Холмы имеет свой особый температурный режим. Максимальная температура, распространяющаяся на трехметровый слой воды, здесь в это время была 19,7°.

Температуры воды в северном плесе к концу июня значительно ниже: для поверхностного слоя 17,6°, для придонного 15,6° (глубина 8 м). Ручьи Лебреоя и Явиеноя имеют температуру воды 16,9°.

К середине июля (15/VII) температура придонных слоев воды в южном плесе повысилась с 12,5 до 17,9°. Район максимальной глубины озера характеризуется температурой 18° в слое до 8 м, придонная температура 16,8°. В этот период преобладал ветер юго-западного направления, изменяясь от юго-восточного к западным румбам против часовой стрелки.

Анализ среднемесячных температур воздуха по ближайшей к озеру ГМС Пряжа (30 км к востоку), приведенных в таблице 9, показал, что среднемесячный максимум температур воздуха обычно падает на июль; в 1953 г. он сдвигается на июнь. В силу некоторой инерции максимум температур воды в озере сдвинут и в 1953 г. на июль — август. Вся водная масса северного плеса 4 августа имела температуру 19,5° с колебаниями в различных участках в пределах 0,1—0,2°. В южном плесе эта температура охватывала пятиметровый слой, снижаясь к придонным горизонтам до 16,3°.

Таблица 9

Средняя месячная и годовая температуры воздуха по ГМС Пряжа

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Среднепогодные данные . . . . .	-10,3	-10,1	- 5,9	1,5	7,8	13,0	16,2	13,9	8,7	2,8	-3,0	-8,1	2,2
1952 г.	- 5,4	- 6,6	-10,6	2,3	5,3	13,8	16,1	13,1	7,6	0,2	-3,5	-6,0	2,2
1953 г.	-11,1	-15,8	- 3,8	3,8	7,8	17,0	15,8	14,9	6,6	3,8	-1,7	-4,4	2,7

Процесс охлаждения озера начинается уже в первой декаде августа, следуя с некоторыми сдвигами изменению температур воздуха. Уже к концу августа вся водная масса имела температуру 17,1—17,4° на поверхности и 16,8—17,5° у дна. Воды притоков на несколько десятых долей градуса холоднее, чем в озере (р. Холма — 16,9°, ручей Лебреоя — 16,8°). Литоральные участки имели температуры воды, одинаковые со всем озером.

Юго-западные и юго-восточные ветры, преобладающие в этот период, обеспечивают выравнивание температур во всех частях озера на глубине и по площади.

В октябре наблюдается осенняя гомотермия. Продолжается интенсивное охлаждение озера. К концу первой декады вся толща воды имела температуру 6,1° в южном плесе и 5,3° — в северном плесе.

Смена положительных температур воздуха на отрицательные наблюдалась в конце второй декады октября. Переход через температуру

наибольшей плотности воды проходил в конце месяца; для северной части, как более мелководной, несколько раньше, чем для центральной и южной. Уже 31 октября температура всего слоя воды в центральной части северного плеса была  $4^{\circ}$ , в южном  $3,4^{\circ}$ . В северо-западной части озера поверхностная температура снизилась до  $1,5^{\circ}$ , придонная — до  $2^{\circ}$  (глубина 1,7 м).

Залив к северо-западу от деревни Гонганалицы покрылся льдом 31 октября. В остальных частях водоема появились забереги, перешедшие в последующие дни в ледостав. Однако сильный юго-западный ветер, поднявшийся 5 ноября, сломал лед и согнал его в северный плес озера. Устойчивый ледостав на озере наступил только в середине ноября.

Сравнительно теплая зима 1953—1954 гг. с небольшим количеством снега (от 10 см в центральных частях до 25 см в заливах) обусловила малую толщину льда, не превышающую 45 см в центральных плесах и 35 см — в прибрежной полосе.

Поверхностные температуры в феврале в местах впадения притоков и неводных притонений были равны  $0^{\circ}$ , в северо-западной части озера  $0,3^{\circ}$ , в центральной части  $0,6^{\circ}$ , в южной  $0,4^{\circ}$ .

Придонные слои воды в первой декаде февраля в северном плесе озера имели температуру от  $1,3^{\circ}$  (глубина 1,3 м) до  $4,1^{\circ}$  (глубина 11 м), в южном плесе (глубина 8,5 м) наблюдалась температура  $2,7^{\circ}$ . Северный плес обладал большим запасом тепла, чем южный: температуры пятиметрового слоя для северной части озера равнялись  $2,4^{\circ}$ , для южной  $0,9-1,1^{\circ}$ .

Пониженные температуры воды в южном плесе, особенно в его западной части, определяются охлаждающим действием р. Холмы. Придонные температуры в этом районе  $1,5^{\circ}$ .

К концу марта снежный покров метаморфизировался под действием положительных температур воздуха и солнечной радиации. Толщина льда увеличилась до 60 см. Нижний слой толщиной 35—40 см представлял собой кристаллический лед, верхние 20—25 см — „наслuzовый“ лед.

Температура придонных слоев воды повысилась на несколько десятых долей градуса — с  $3,1$  до  $3,6^{\circ}$  (глубина 8 м) за счет отдачи илами дна тепла, аккумулярованного ими в летний период. Теплозапас донных отложений к этому времени минимальный, устанавливается термическое равновесие между илами и прилегающими к ним слоями воды.

Температура подледного слоя воды под действием солнечной радиации повысилась к концу марта на  $0,2^{\circ}$  в южном плесе и на  $0,6^{\circ}$  — в северном.

Вскрытие водоема (по многолетним данным) происходит в первой декаде мая и определяется характером весны. В конце второй декады мая 1954 г. в южной части наблюдалась полная гомотермия с температурой  $5,4^{\circ}$ .

В центральной части северного плеса наблюдалась прямая стратификация с температурами: поверхностного слоя —  $7,4^{\circ}$ , трехметрового —  $6,3^{\circ}$ , придонного —  $5,6^{\circ}$ . Северо-западная часть озера имела температуру  $8,4^{\circ}$  во всей толще воды.

Повышение температур воздуха к концу месяца повлекло за собой интенсивную аккумуляцию тепла водной массой. Уже через три-четыре дня температура всего слоя воды в южном плесе повысилась с  $5,4$  до  $6,9^{\circ}$  (глубина 9 м), в северной, более мелководной, части — с  $8,5$  до  $11,5^{\circ}$  (глубина 1,7 м).

В этот период преобладали ветры южного и юго-западного направлений, что способствовало более быстрому и полному прогреву всей

водной массы озера с некоторым отставанием в защищенных от этих ветров заливах и губах.

Наибольшая для этого срока температура в  $13,4^{\circ}$  на поверхности и  $11,8^{\circ}$  у дна (глубина 3,4 м) наблюдалась в заливе по западному берегу озера.

Нами сделан подсчет запаса тепла в озере в различные периоды гидрологического года с целью определения степени тепловой инерции водоема. Подсчеты произведены в условном допущении, что объем озера, вычисленный по карте глубин, построенной на основании промеров 15 июля 1953 г., неизменен. Это влечет за собой заниженные величины теплозапаса в мае — июне. Ошибка при таком допущении не превышает 10%. Результаты подсчетов приведены в таблице 10.

Таблица 10

Сезонное изменение средних температур и теплозапаса  
Крошнозера

Время съемки	Пределы изменения температуры воздуха (в градусах)	Средняя температура воды (в градусах) <sup>1</sup>	Теплозапас $10^6$ мегакалорий
31/III—2/IV—1953 г.	от $-2$ до $+6$	1,5	76,6
31/V—3/VI—1953 г.	13,5—25,5	12,0	607,0
27—30/VI—1953 г.	11—18	16,7	831,2
15—31/VII—1953 г.	18,3—21	17,9	905,0
30/VII—7/VIII—1953 г.	19,2—20,8	18,7	941,4
11/VIII —1953 г.	15	17,4	880,0
10—31/X —1953 г.	$\delta$ —3	5,4	274,0
9—13/II —1954 г.	от $-7,5$ до $+3$	1,4	72,4
26—28/III —1954 г.	от 0 до $+1,5$	1,6	79,9

Несмотря на то, что годовой максимум температуры воздуха в 1953 г. приходится на июнь, наибольшие средние температуры воды, а следовательно, и теплозапас, мы наблюдаем в конце июля — начале августа. На резкие колебания температуры воздуха водоем реагирует в меньшей степени и со значительным сдвигом. Замедленный водообмен способствует малым сдвигам теплового запаса.

Прозрачность. Прозрачность воды озера определяется степенью развития фито- и зоопланктона и влиянием притоков. Максимальной величины она достигает к концу зимы, когда водоем имеет наименьшую приточность и находится длительное время в спокойном состоянии. Большинство взвешенных в воде частиц к этому моменту спускается на дно.

В феврале-марте во всем северном плесе прозрачность равна 2 м, в южном — 1,6 м. В зоне влияния р. Холмы и ручья Шогаоя она снижается до 1—1,2 м, что объясняется гумифицированными более темными водами притоков.

Наименьшая прозрачность воды наблюдается в период наибольшего прогрева водной массы, которому следует интенсивное развитие планктонных организмов.

<sup>1</sup> Как частное от деления подсчитанного суммарного теплозапаса на объем озера.

В первых числах июня она для всех районов озера равнялась 1 м. К концу месяца прозрачность по западному берегу отличалась от центральных участков и восточного побережья на 0,2—0,3 м. Северо-восточный ветер сгонял теплые слои воды, а вместе с ними и населяющие их планктонные организмы к западному берегу.

В зоне влияния р. Холмы наблюдалась самая низкая прозрачность — 0,5 м. В заливе, к северу от деревни Кочуры, она была несколько выше — 0,6 м. При переходе к восточному берегу прозрачность повышается до 1 м. В районе моста МТС величина ее увеличивается до 1,6 м, что можно объяснить уменьшением стока воды из ламбушки (период межени) и влиянием вод ручья, впадающего в озеро с юго-восточной стороны.

К концу августа в связи с начавшимся похолоданием воды и отмиранием планктонных организмов во всем озере, исключая самую южную часть, прозрачность равна 1 м. В центральной части озера она несколько выше — 1,2 м.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Миккельское озеро и Крошнозеро принадлежат к группе малых водоемов площадью до 10 км<sup>2</sup>.

2. По удельному водосбору озера Миккельское (35 км<sup>2</sup>) и Крошнозеро (21 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup> зеркала озера) относятся к наиболее распространенному в Карелии типу озер.

3. Показатель условного водообмена их резко отличен: для Миккельского озера — 7, для Крошнозера — 1.

4. Форма озер и характер проточности в них различны. Миккельское озеро имеет круглую форму с боковой проточностью, поэтому в нем хорошо прослеживается зона активного водообмена (восточная часть) и зона замедленного водообмена (западная часть), занимающая около 70% общей площади водоема. В Крошнозере наблюдается осевая проточность, совпадающая с вытянутостью котловины озера, что обеспечивает участие всех водных масс в водообмене.

5. По показателю объема — отношению средней глубины к наибольшей (0,45—0,71) — Миккельское озеро и Крошнозеро также выделяются среди основной массы водоемов Карелии. В среднем для большинства озер республики показатель объема составляет 0,22—0,25.

6. Термический режим озер тесно связан с ветровым режимом, а также с ходом температур воздуха. Крошнозеро обладает значительно большей тепловой инерцией, чем Миккельское озеро. Температуры воды в последнем следуют температурам воздуха без сдвигов.

7. По характеру уровневого режима озера принадлежат к типичным малым водоемам Карелии со среднегодовой (многолетней) амплитудой уровней в пределах 70 см при максимуме 95 см.

8. Озера обладают малой прозрачностью воды. В летний период в Миккельском озере прозрачность колеблется в пределах 0,4—0,6 м при суточных изменениях 0,2 м. В Крошнозере — от 0,6 до 1 м.

### ЛИТЕРАТУРА

Земляков Б. Ф., Покровская И. М., Шешукова В. С. 1941. Новые данные о позднеледниковом морском балтийско-беломорском соединении. Труды Советской секции ассоциации по изучению четвертичного периода, выпуск V.

Осмоловская М. Г., Харьков Д. В. 1948. Почвы КФССР. Сборник работ по вопросам почв и удобрений в КФССР. Госиздат КФССР, Петрозаводск.