

Г. Л. ГРИЦЕВСКАЯ

**ЗИМНИЙ РЕЖИМ ОЗЕР ВЕРХНЕЙ СУНЫ — ЗОНЫ
ВАЛАЗМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

В период 1948—1950 гг. отрядом отдела гидрологии Карельского филиала АН СССР проводились гидрологические и гидрохимические работы в районе зоны будущего Валазминского водохранилища.

В зиму 1949/50 г. перед отрядом отдела была поставлена задача — провести гидрохимические исследования в зимних условиях на озерах, входящих в будущее Валазминское водохранилище. Такого рода исследования проводились в Карелии впервые (Панасюк, 1950).

Программа полевых работ включала:

а) гидрохимические работы на озерах, входящих в зону затопления Валазминского водохранилища (Гимольское, Ройкнаволоцкое и Кудагубское);

б) ледомерную и снегомерную съемку перечисленных озер;

в) сокращенные метеорологические наблюдения.

Краткая гидрографическая и гидрологическая характеристика бассейна р. Суны. Территория Карелии изобилует большим числом малых водотоков. По данным „Каталога рек Карелии“ (Григорьев и др., 1948), общее число водотоков составляет 11 533, из них только 27 рек имеют протяженность свыше 100 км и 7 рек — более 200 км.

Река Суна стоит на пятом месте по водности в числе больших рек Карелии. Она берет начало на $63^{\circ}28'$ с. ш. и $31^{\circ}56'$ в. д. из небольшого озера Кивиярви площадью $0,79 \text{ км}^2$, с отметкой $358,2 \text{ км}$ над уровнем моря. Впадает Суна в Кондопожский залив Онежского озера, имея общее падение $325,2 \text{ м}$ на протяжении $281,6 \text{ км}$. Суна характеризуется чередованием участков со средоточенным падением (пороги, водопады) с участками широких спокойных плесов и проточных озер (Лазаревская, 1950).

Наибольшее падение реки сосредоточено на первых 20 км от истока и составляет 160 м , т. е. средний уклон на этом участке $0,008$, или 8 м на 1 пог. км . Участки больших падений имеются и в нижнем течении реки (водопады Гирвас, Пор-Порог, Кивач), где среднее падение достигает $3,5 \text{ м}$ на 1 пог. км . Средний участок реки от оз. Ковдозера до Линдозера имеет средний уклон $0,0004$, или $0,4 \text{ м}$ на 1 км .

Ступенчатый продольный профиль реки создает благоприятные условия для ее использования как источника гидроэнергии. В районе водопада Гирвас, в 65 км от устья, построена плотина, перегораживающая воды реки и направляющая их каналом в озера Палье и Сандал — звенья р. Сандалки (левый приток Суны). При выходе из

оз. Сандал Сандалка закрыта глухой плотиной. Таким образом, основная масса сунских вод течет по новому тракту: озера Палье — Сандал — Нигозеро — Кондопожский залив; небольшой сток вод идет по старому тракту через Сундозеро в Кондопожский залив.

Большие озера, входящие в состав р. Суны, служат естественным водохранилищем. Общая протяженность озер в составе реки составляет 74,6 км, что определяет коэффициент линейной озерности реки 0,26. Суммарное число озер в бассейне реки, площадью от 0,01 км² и выше, равно 1843; из них 1317 не имеют видимого стока. Площадь, занятая озерами, составляет 956,9 км², и коэффициент озерности всего бассейна реки, площадью 7665 км², 12,5% (Григорьев и Грицевская, 1954).

Многочисленны мелкие озера площадью 0,1—0,09 км. Они составляют 74% от общего числа озер, а занимаемая ими площадь составляет 4% от всей площади озер в бассейне реки.

В верхнем течении Суна протекает через ряд больших озер (табл. 1). Все они, за исключением Ковдозера, войдут в состав будущего Валазминского водохранилища; эти озера и явились объектами изучения сектора гидрологии и энергетики в 1949/50 г. Для подсчета стока верхней части бассейна р. Суны имеются лишь гидрометрические данные в створе проектируемой Валазминской ГЭС, замыкающей 3450 км² площади водосбора реки. В этом створе за 1916—1947 гг. измерено 185 расходов воды, охватывающих амплитуду уровней воды 1,07 м, что составляет 94% от многолетней амплитуды колебания уровней в этом створе. Подсчет стока произведен Ленгидэпом (Ленингр. отдел. гидроэнергопроекта Министерства электростанций СССР).

Таблица 1

Основные данные наиболее крупных проточных озер

Название озера	Расстояние от устья р. Суны (км)	Площадь зеркала озера (км ²)	Площадь водосбора, замыкаемая озером (км ²)
Ковдозеро	232,8—236,8	10,46	390,8
Ройкнаволоцкое	203,2—209,4	25,14	1464,7
Гимольское	183,5—203,0	80,52	2664,6
Кудамгубское	175,8—180,8	12,42	2720,0
Чудозеро	162,1—167,8	9,52	2850,0
Поросозеро	154,3—150,8	1,18	3342,9

Средний многолетний расход воды в створе Валазминской ГЭС равен 36 м³/сек. Модуль стока = 10,4 л/сек с 1 км². Распределение стока верхней части бассейна р. Суны (в процентах от среднегодового) по сезонам:

Весна	Лето	Осень	Зима
V—VI	VII—IX	X—XI	XII—IV
36,7	20,9	19,7	22,7

Регулирующее влияние озер и многочисленных болот сказывается на внутригодовом распределении стока Верхней Суны. Весенний сток составляет только 36,7% от годового. Сток каждого из остальных

сезонов года практически одинаков — 20% от годового. Максимальный расход р. Суны в створе бывшего пос. Валазма в 1926 г. был равен $144 \text{ м}^3/\text{сек}$, минимальный в апреле 1932 г. — $7,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Озеро Гимольское — самое крупное, включаемое в Валазминское водохранилище; оно расположено между 183,5 и 203 км от устья р. Суны. Отметка озера равна 163,3 м. Озеро Гимольское вытянуто с северо-запада на юго-восток, замыкает водосборную площадь $2664,6 \text{ км}^2$, или 35% от всей площади бассейна Суны. Озеро принимает пять притоков: в северной части — р. Торосозерка, длиной 41 км; в северо-западной части — р. Вотта, длиной 45,2 км; с юга впадает р. Бола, длиной 24,3 км. Остальные два притока короче 10 км.

Коэффициент извилистости береговой линии озера равен 4,2. Площадь озера составляет $90,2 \text{ км}^2$; площадь зеркала озера — $80,52 \text{ км}^2$ и площадь его 83 островов равна $9,68 \text{ км}^2$. План в горизонталях, проведенных через 2 м, составлен по материалам Ленгидэпа в 1931 г. и материалам промерных работ 1949 г. Горизонт воды принят в системе отметок Ленгидэпа — 165,5 м.

Наиболее распространенные глубины озера — до 5 м — занимают 85% площади озера. Максимальная глубина — 30 м, средняя глубина, полученная от деления объема на площадь зеркала, — 3,53 м. Объем озера — 268,9 млн. м^3 .

Если принять модуль стока р. Суны при выходе ее из оз. Гимольского в $10,4 \text{ л}/\text{сек}$ с 1 км^2 , а площадь водосбора — $2664,6 \text{ км}^2$, то средний многолетний сток реки в этом створе будет равен $27,7 \text{ м}^3/\text{сек}$. Среднегодовой объем притока воды в оз. Гимольское составляет 875 млн. м^3 . Коэффициент условного водообмена озера равен $\frac{875 \cdot 10^6}{268,9 \cdot 10^6} = 3,25$, т. е. оз. Гимольское может в течение одного года изменить объем более трех раз.

Озеро Ройкнаволоцкое расположено между 203,2 и 209,4 км от устья р. Суны. Отметка озера 164 м. В озеро с юго-востока впадает р. Чебора длиной 30,5 км и три ручья длиной менее 5 км. Большая ось озера равна 12 м, наибольшая ширина — 3,45 км. Коэффициент извилистости береговой линии равен 2,5. Площадь по контурам плана Ленгидэпа равна $25,93 \text{ км}^2$. Площадь четырех островов — $0,13 \text{ км}^2$, площадь зеркала — $25,8 \text{ км}^2$. Объем озера равен 64,089 млн. м^3 , средняя глубина — 2,48 м, максимальная глубина — 20 м. Глубины до 1,5 м занимают 53% от площади зеркала озера.

Среднегодовой расход воды, вытекающей из озера, равен $15,2 \text{ м}^3/\text{сек}$. Среднегодовой объем притока в озеро составляет 454,1 млн. м^3 . Коэффициент водообмена озера равен 7,1, т. е. вдвое выше, чем в Гимольском озере.

Дно озера занято преимущественно глинистыми отложениями серого и серо-зеленого цвета.

Озеро Кудагубское расположено в 180,8—175,8 км от устья р. Суны.

Большая ось озера равна 10,1 км, наибольшая ширина — 2,1 км. Озеро принимает один приток в северо-западной части, длиной 3 км, и три ручья в юго-западной части. Площадь озера составляет $12,86 \text{ км}^2$, площадь девяти островов — $0,2 \text{ км}^2$, а площадь зеркала — $12,66 \text{ км}^2$. Коэффициент извилистости береговой линии — 2,6. Объем озера вычислен в 19,527 млн. м^3 ; средняя глубина — 1,55 м, максимальная 2,5 м. Дно озера имеет плавные очертания. Изобаты равномерно распределяются по озеру, следуя очертанию берегов. Площадь глубин до 1 м составляет 85% всей площади озера.

Среднегодовой расход воды в истоке из озера равен $28,3 \text{ м}^3/\text{сек}$; объем среднегодового притока в озеро $891,4 \text{ млн. м}^3$, а коэффициент условного водообмена — 47, т. е. озеро в среднем еженедельно может менять свой объем.

Метеорологические условия в период полевых работ. Климатические данные по району Валазминского водохранилища довольно скудные, поэтому они приводятся по наиболее близко расположенным станциям (Климатологический справочник КФССР, 1943).

Приведенные многолетние данные по семи станциям по среднемесячной и максимальной температуре воздуха показывают, что среднесуточные величины незначительно отличаются одна от другой при разности по широте и долготе до 1° (табл. 2, 3 и 4).

Таблица 2

Список метеостанций и водомерных постов

Название станции или поста	Бассейн реки	Координаты		Высота над уровнем моря (м)	Период наблюдений	Расстояние по воздушной линии от Парос-озера (км)
		широта	долгота			
Реболы	Лендерка	$63^\circ 47'$	$30^\circ 35'$	182	1914—1918 1927—1930 1932—1934 1949	100
Паданы	Выг	$63^\circ 15'$	$33^\circ 23'$	128	1889—1894 1897—1908 1914—1920 1935	65
Суоярви	Шуя	$62^\circ 14'$	$32^\circ 25'$	158	1908—1917	115
Койкары	Суна	$62^\circ 28'$	$33^\circ 37'$	130	1911—1914 1925—1938	90
Кудамгуба . . . . .	.	$62^\circ 51'$	$32^\circ 24'$	(160) ¹	1949—1950	17
Гимолы . . . . .	.	$63^\circ 02'$	$32^\circ 19'$		1949—1950	17
Валазминский завод	.	$62^\circ 11'$	$32^\circ 48'$	160	1890—1893	45

Наиболее холодным месяцем является февраль, наиболее теплым — июль, что соответствует североморскому типу годового хода температуры. Средняя многолетняя годовая температура воздуха у станций Реболы и Суоярви различается незначительно — на $0,6^\circ$ (табл. 3).

Для климатической характеристики района работ и метеорологических условий 1949/50 г. использованы материалы близлежащих станций и водомерных постов.

Ниже приводим температурные характеристики по многолетним данным (по максимальному термометру). Для сравнения за 1949—1950 гг. данные взяты по вновь открытой метеорологической станции Кудамгуба.

¹ Приближенная высота станции.

Таблица 3

Среднемесячные температуры воздуха

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Реболы	-11,1	-11,6	-7,2	0,5	6,1	12,2	16,1	13,3	8,0	1,6	-3,9	-8,6	1,2
Паданы	-10,9	-11,1	-7,0	0,1	6,0	11,8	15,5	13,3	8,3	2,3	-3,5	-8,3	1,4
Суоярви	-10,5	-11,0	-6,5	0,7	6,9	12,8	15,9	13,7	8,6	2,2	-3,4	-8,1	1,8
Кудамгуба ¹	-17,9	-9,7	-5,5	3,7	7,1	13,1	13,5	13,1	10,7	2,3	-2,4	-5,4	—

Таблица 4

Максимальные температуры воздуха по срочным наблюдениям

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Реболы	6	6	10	23	27	31	32	30	23	16	9	6	32
Паданы	5	6	9	21	26	31	32	30	24	17	10	7	32
Суоярви	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
Кудамгуба ¹	0	1	6	19	18	27	25	26	21	12	8	4	—

¹ Данные за 1949—1950 гг.

Таблица 5

Абсолютный минимум температуры воздуха

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Реболы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—48
Паданы	—43	—46	—40	—29	—14	—3	2	—2	—6	—18	—26	—40	—46
Суоярви	—42	—44	—37	—26	—13	—6	1	—3	—6	—20	—27	—42	—44
Кудамгуба ¹	—40	—34	—31	—17	—3	2	1	0	—0,5	—10	—16	—35	—
Паданы ¹	—34	—28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Суоярви ¹	—38	—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 6

Средний минимум температуры воздуха

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Паданы	—14,7	—15,9	—12,5	—4,9	1,5	7,5	11,1	9,5	5,0	—0,2	—6,0	—11,4	—2,6
Суоярви	—14,5	—15,7	—11,9	—3,7	2,0	7,3	10,5	9,0	4,6	0,2	—6,0	—12,1	—2,6

Таблица 7

Среднемесячное количество осадков (мм)

Название станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодный период XI—III	Теплый период IV—X	За год
Реболы	34	30	26	29	38	58	70	74	60	56	50	37	177	385	562
Паданы	23	22	20	20	32	58	59	57	56	37	36	27	128	319	447
Суоярви	34	30	28	35	40	55	59	67	76	63	55	44	191	406	598
Валазминский завод	29	29	27	32	40	60	60	74	67	56	44	34	163	389	552
Кудамгуба ¹	11	29	32	66	42	29	72	34	26	108	34	70	176	377	552

¹ Данные за 1949—1950 гг.

Абсолютный минимум температур наблюдается в феврале и, по-видимому, для исследуемого района можно считать приближенно -47° (табл. 5), а средний минимум температур -16° .

Среднегодовое количество осадков по ст. Валазминский завод — 552 мм; максимальное количество падает на теплый период года (табл. 7). Зимние осадки выпадают при господствующих южных и юго-западных ветрах, являясь результатом циклонической деятельности водных масс.

Зимой господствует влияние глубокой депрессии по оси ЮЗ — СВ, что вызывает преобладание юго-западного и южного переноса воздушных масс, характерного не только для нашего района, но и для большей части запада и юго-запада Карелии.

В летний период, когда влияние исландского минимума ослабевает и азорский максимум усиливается, влияние юго-западного переноса воздушных масс ослабевает; усиливается влияние местной циркуляции и меридиональный перенос воздушных масс; удельный вес северных и северо-восточных ветров увеличивается. Зима 1949/50 г., по материалам метеорологической станции Кудамгуба, аномальна, значительно отличается по температурным характеристикам от средне-многолетних данных.

Среднемесячная температура воздуха января 1950 г. $-17,9^{\circ}$ значительно ниже средней многолетней $-10,5^{\circ}$ (табл. 3). Максимальные температуры ниже средних многолетних, особенно в зимние месяцы (табл. 4). Например:

	Январь	Февраль	Март
1950 г.	0	-1	-1,2
Средне-многолетняя	5	6	9

Абсолютный минимум в январе 1950 г. $-40,5^{\circ}$ близко подходит к среднему многолетнему -43° (см. Паданы, табл. 5).

По ст. Кудамгуба годовая сумма осадков 552 мм совпадает со средней многолетней по данным ст. Валазминский завод, наиболее близко расположенной к району исследований (табл. 7).

Суммы осадков в теплое и холодное время года близки к средней многолетней.

Кривая распределения количества осадков зимой 1949/50 г. отличается от кривой, построенной по многолетним данным, давая обратное распределение: максимум — на декабрь, а минимум — на январь.

Ветровой режим можно осветить очень приближенно, так как многолетние данные имеются только по двум станциям — Суоярви и Паданы. Для сравнения приводим направления ветра за февраль 1950 г. по ст. Кудамгуба (табл. 8.).

Таблица 8

Направление ветра и число штилей за февраль
по ст. Кудамгуба

Направление ветра	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ		Штиль
	Ч	С	Ч	С	Ч	С	Ч	С	Ч	С	Ч	С	Ч	С	Ч	С	
Средняя скорость (м/сек)	2	8	7	26	8	21	14	53	15	89	20	91	11	43	19	70	16
	4,0		3,7		2,6		4,1		5,1		4,6		4,3		3,7		

Условные обозначения: Ч — число случаев;

С — сумма скоростей в м.

Низкие температуры января, вероятно, явились следствием необычайного для этого месяца ветрового режима. Как видно из табл. 9, в январе преобладали северо-западные и северные ветры, которые принесли холодную погоду.

Таблица 9

Распределение преобладающих ветров по месяцам за 1949/50 г. по Кудамгубе

Месяц	Преобладающий ветер по числу случаев		Число штителей
Январь	СЗ—25	С—18	47
Февраль	СЗ—19	ЮЗ—20	16
Март	ЮЗ—20	З—21	20
Апрель	ЮВ—28	ЮЗ—22	11
Май	ЮЗ—21	З—20	8
Июнь ¹	—	—	18
Июль	СВ—33	С—23	—
Август	С—35	СВ—26	25
Сентябрь	ЮЗ—31	З—28	—
Октябрь	ЮЗ—32	З—29, Ю—18	—
Ноябрь	ЮВ—38	—	36
Декабрь	ЮВ—28	Ю—41	—

Розы повторяемости ветров, по материалам станций Паданы и Суоярви, подтверждают это предположение. По многолетним данным ст. Суоярви, в январе южная составляющая и западная преобладают, имея соответственно 28 и 20% повторяемости; в 1950 г. южная равна 0, а западная сократилась до 10%. Преобладающими стали ветры северо-западные (28%) и северные (27%). Аналогичную картину дает в 1950 г. и ст. Паданы: роза ветров имеет сильно выраженное направление в сторону СЗ. Северо-западный ветер (47%) был господствующим в январе 1950 г.

Метеорологические наблюдения в полевых условиях производились между 9 и 16 часами; наиболее повторяющийся срок был около 13 часов. Если грубо сравнить материалы наблюдений полевых работ с материалами метеорологических станций Кудамгуба за 13 часов, то можно заметить, что отклонения значений температур воздуха очень незначительны: из 16 дней 11 имеют отклонения не более $\pm 1^\circ$; большая разница ($-8,9^\circ$) наблюдается 17 февраля. Это — самый холодный день в месяце (абс. минимум $-33,6^\circ$).

Следовательно, в отношении наблюдений над температурой воздуха ст. Кудамгуба является репрезентативной для всего района Валазминского водохранилища. Наблюдения над ветровым режимом дают менее однородную картину, но грубых отклонений встречается мало. Это объясняется различной методикой наблюдения (разная высота, приборы).

В первой половине февраля стояла малоснежная погода с температурой воздуха -5 до -12° ; во второй половине минимум темпера-

¹ Равномерное распределение по румбам.

Высота снегового покрова

Название станции	Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Паданы	0	0	1	2	3	6	8	10	13	16	20	21
Койкары	0	2	2	2	5	8	11	15	23	26	29	33
Кудамгуба ¹	—	—	—	—	4	11	8	17	26	26	25	30

туры воздуха достигал -33° ; с 17 февраля морозные дни сменялись оттепелями, метелями, снегопадами.

Несмотря на сравнительно большие расстояния (100 км), температурный режим станций Паданы, Реболы, Суоярви не имеет больших отклонений, что указывает на большую подвижность воздушных масс.

В то же время выпадение осадков даже на соседних станциях (Кудамгуба и Валазминский завод) по отдельным месяцам имеет значительные отклонения (табл. 7).

Снегомерная и ледемерная съемка озер. Сведения о ледовом режиме и снеговом покрове системы изучаемых озер скудны. О снеговом покрове можно судить приближенно по многолетним наблюдениям ст. Койкары, расположенной в нижнем течении р. Суны и ст. Паданы (табл. 10). По условиям наблюдений (открытый участок озера) последняя подходит ближе к режиму исследуемых озер.

Наибольшей высоты снеговой покров достигает в I декаде марта, интенсивнее таяние происходит со II декады апреля. Число дней со снеговым покровом колеблется в пределах 170, по данным станций, расположенных в нижнем течении р. Суны (табл. 11).

Таблица 11

Продолжительность снегового покрова

Название станции	Число дней со снеговым покровом	Начало снегового покрова			Конец снегового покрова		
		ранняя	средняя	поздняя	ранняя	средняя	поздняя
Семчезеро . . .	177	1/X	18/X	—	14/IV	7/V	26/V
Святнаволок	167	—	20/X	—	—	27/IV	—

Высота залегания снегового покрова в районах озер Кудамгуба и Гимольское на открытом участке одинаковая. На защищенном участке подекадная высота снегового покрова выше на оз. Кудамгуба на 8—10 см, что, вероятно, зависит от характера выбранного участка наблюдений.

Сумма годовых осадков (ст. Кудамгуба) в 1949/50 г. равна средней многолетней по ст. Валазминский завод и мало отличается от таковой по ст. Паданы; но сумма осадков в холодный период года

¹ Данные за 1949—1950 гг.

Таблица 10

по декадам месяцев (см)

Февраль			Март			Апрель			Май			Средний декадный максимум
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
26	28	31	32	32	31	24	15	4	1	0	0	39
38	44	46	47	47	42	36	25	6	0	0	0	56
34	41	45	27	24	22	8	—	—	—	—	—	47

на станции Валазминский завод выше на 35 мм, чем по ст. Паданы (табл. 7). Следовательно, естественно ожидать большую высоту снегового покрова по декадам по ст. Кудамгуба. Подекадные наблюдения 1949/50 г. подтверждают это: начиная с III декады декабря, снеговой покров по ст. Кудамгуба выше на 13—15 см (открытый участок), чем на ст. Паданы.

Наибольшая высота снегового покрова в 47 см наблюдалась в 1945—1950 гг. в I декаде марта на открытом участке и 66 см — на защищенном участке.

Интенсивное таяние снега началось рано, со II декады марта; высота снегового покрова уменьшилась за 10 дней на 25 см. Таяние снега сопровождалось усиленным уплотнением снега с плотностью 0,20 (I декада) до 0,29 (II декада). В III декаде таяние и уплотнение снега были очень незначительны.

Плотность снега изменяется в пределах: 0,10—0,42 на открытом участке и 0,10—0,38 — на защищенном участке. В процессе нарастания снегового покрова плотность увеличивается слабо, но очень быстро растет с момента таяния.

В 1949/50 г. в развитии снегового покрова имелись значительные отклонения: снеговой покров установился со II декады ноября (на месяц позже нормы), интенсивное таяние началось со II декады марта (на месяц раньше). Сошел снеговой покров в I декаде апреля (на 20 дней раньше нормы).

По данным б. Карело-Финского управления гидрометслужбы (УГМС КФССР), даты вскрытия и замерзания Гимольского озера и р. Суны у б. Валазминского завода следующие:

Гимольское озеро (1917—1941)

	Самая ранняя	Средняя	Самая поздняя
Ледоход	3/V	12/V	29/V
Очищение ото льда	4/V	17/V	30/V

б. Валазминский завод (1916—1940)

Ледоход	29/IV	—	19/V
Очищение ото льда	1/V	—	20/V

Гимольское озеро (1916—1940)

Ледостав	23/X	7/XI	28/XII
----------	------	------	--------

б. Валазминский завод (1916—1940)

Первые ледовые явления	26/X	16/XI	14/XII
Ледостав	23/XII	22/XI	15, XII

Очищение ото льда Гимольского озера происходит в мае, лед тает на месте в течение 5—6 дней. Средняя дата ледостава по обоим постам приходится на ноябрь, ранняя — октябрь, поздняя — декабрь. Число дней, свободных ото льда, в среднем 180, наибольшее — 215 (1938), наименьшее — 155 (1927).

В зиму 1949/50 г. на оз. Гимольском наблюдались первые забереги 11 ноября, а ледостав — 20 ноября, т. е. на 2 недели позднее средней многолетней. Озеро очистилось ото льда 27/IV 1950 г., на 7 дней раньше среднемноголетнего раннего срока. Число дней, свободных ото льда, — 207.

Для сравнительной характеристики по ледовому режиму приводим данные многолетних величин толщины льда по озерам Гимольское и Лексозеро, по материалам б. УГМС КФССР (табл. 12).

Данные табл. 12 показывают, что рост льда в озерах происходит неравномерно: наиболее интенсивно толщина льда увеличивается в декабре, январе и марте; в феврале прирост льда наименьший. Максимальной толщины лед достигает в III декаде марта или в первой декаде апреля: по Гимольскому озеру — 78 см, по Лексозеру — 58 см. Наибольшая средняя соответственно 59 и 46 см.

В 1949/50 г. на оз. Гимольском производились пентадные съемки ледового покрова; к сожалению, имеются пропуски в наблюдениях в марте. Наибольшей толщины лед достигал в марте — 57 см. Можно думать, что эта величина несколько занижена.

Наиболее вероятно, что толщина льда на озерах Карельской АССР только в редкие суровые зимы достигает 70—80 см. За 10 лет наблюдений в разных частях Онежского озера максимальная толщина льда была в 1942 г. 90—100 см (5). Относительно малая толщина льда объясняется сравнительно мягким климатом. Появление оттепелей, устойчивый снеговой покров и наличие плотного облачного покрова в зимний период — все это задерживает рост льда. Сумма отрицательных температур в 1950 г. по ст. Кудамгуба равна 1198 градусо-дней. Для Онежского озера И. В. Молчанов (1946) приводит 1200 градусо-дней (водомерный пост Клименицы, 1930—1931 гг.).

По структуре лед почти на всех участках озер был однороден: озерно-водный, гладкий, голубого оттенка. Нигде на исследуемых озерах не встречалось оголенных участков, даже в начале работ, когда высота снегового покрова была наименьшей (14—15 см).

Во всех пробиваемых прорубях вода была вровень с краями лунки или не доходила на 1 см; только в двух прорубях снегомерного профиля № 5 Ройкнаволоцкого озера и ст. Гимольского озера вода была ниже края лунок на 3 см. Высокий уровень воды в лунках предполагал возможность выхода воды на поверхность льда через трещины. В начале февраля нами был отмечен только один случай выхода воды на поверхность льда у северо-западной оконечности острова Дёнга в 200 м от берега. Толщина льда из всех пробитых лунок в этом месте была наименьшей — 28 см; для всего профиля характерна толщина льда 41—40 см. Высота воды над лункой была 4 см. Цвет воды желто-коричневатого оттенка. Снег, смешанный с водой, принимал бурый цвет. На этом участке и в лыжне и под полозьями саней при малейшем уплотнении снегового покрова выступала вода.

Начиная с 14 февраля, вода под снегом вблизи берегов и островов встречалась повсюду по мере продвижения в южную часть Гимольского озера от станции II, профиль № 6 до восточного берега. В Ушкальском плесе озера продвижение на лыжах и санях было затруднено, все реже встречались сухие места.

Таблица 12

Средняя толщина льда (см)

Толщина льда (см)	Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III

Озеро Гимольское (1935—1941)

Наименьшая	—	—	4	7	10	22	27	32	36	30	30	30	40	48	46	30	26	26	22	18	—
Средняя	—	10	10	12	15	25	34	39	40	42	44	46	51	51	59	48	54	52	50	38	40
Наибольшая	—	—	15	14	19	36	42	45	44	52	52	61	56	59	78	58	77	76	73	70	—

Озеро Лексозеро, ст. Реболы (1932—1941)

Наименьшая	—	2	5	8	9	13	12	20	27	38	33	33	30	30	30	30	29	25	27	29	—
Средняя	—	7	19	20	23	26	26	30	37	41	39	40	40	43	46	45	43	41	38	34	47
Наибольшая	—	19	28	31	36	40	39	39	42	48	43	54	50	53	54	58	58	58	56	53	—

В районе ст. 10а работы проводились при температуре -29° . Достаточно было 2—3-минутной остановки, чтобы наш возок с санями плотно вмерз, и требовалось около часа, чтобы сдвинуть его с места. Промеры делали без лыж, так как на них образовывались „каблуки“ высотой 10—15 см; над следом вода выступала местами на 5—10 см.

От Ушкальского острова удалось проехать только до ст. 49, так как вода „сопровождала“ нас всю дорогу. По профилю № 9 от ст. 49 к р. Ушкалке и вдоль восточного берега южнее и севернее этой реки воды на льду не встречалось. К западу от ст. 49 вдоль профиля № 9 вода в последних лунках достигла 14—20 см.

На ст. 52а впервые встретили наслuzовый лед. По-видимому, он находился в самом начале своего образования, так как под снегом находилась корка льда в 2—3 см, затем слой воды в 6 см, а толщина озерно-водного льда составляла 37 см.

На Кудагубском озере на всех прорубях вода была выше уровня лунки на 3—7 см, над одной прибрежной лункой профиля № 3—17 см. На ст. 3 и по профилю № 3 тоже наблюдался наслuzовый лед в 3 см; межледная прослойка воды была 4 см, толщина озерно-водного льда — 31 см.

По словам колхозников дер. Ушкалы, вода на льду появляется в феврале у берегов, островов, а в марте по всему озеру. 25 февраля в северо-западной части Кудагубского озера между островами и берегом появились воронкообразные промоины диаметром 20—30 см. В марте количество промоин бывает настолько велико, что это затрудняет конное движение по озеру.

На Гимольском озере в середине февраля таких промоин не наблюдалось, но в районе профиля № 10 в прибрежной зоне в нескольких местах снег в виде пятен имел потемневший вид и сверху находилась снежная корка.

Описанное явление связано, вероятно, с выходом ключей. Появление под снегом воды в прибрежной зоне и вблизи островов объясняется выходом поверхностных вод, а в центре озер — образованием трещин.

Это явление наблюдал И. В. Молчанов на малых озерах в Ленинградской области. Он объясняет выступление воды на льду выходом воды из трещин, образовавшихся под действием температурных натяжений при одновременном действии веса снегового покрова.

Процесс выступления воды на лед, смерзание ее со снегом представляет периодически появляющееся явление, которое Молчанов назвал наслuzованием озер. Процесс наслuzования наблюдал и О. А. Алексин (1937) на Телецком озере в 1931 г.

Как видно из табл. 12 и рис. 2, с момента ледостава (20/XI—31/XII) прирост льда был наибольшим — 30 см, а сумма отрицательных температур выросла с 42,3 до 257,4 градусо-дней мороза.

С 31 декабря по 25 февраля прирост суммы отрицательных температур был наибольший — с 297,4 по 1061 градусо-день, а прирост льда был незначительный — 10 см, что объясняется ростом снежного покрова (табл. 13).

С 25 февраля по 20 марта прирост суммы отрицательных температур был небольшой — с 1061 по 1211,6 градусо-дней, а прирост льда — 17 см. В этот период снеговой покров достигал максимальной высоты. Естественно предположить, что в конце февраля и в марте такой значительный прирост льда происходил исключительно за счет образования наслuzового льда.

Таблица 13

 Высота и плотность снегового покрова по декадам,
 по данным снегосъемки в 1949,50 г. (см)

Месяц	Снеговой покров						Плотность снега					
	открытый участок			защищенный участок			открытый участок			защищенный участок		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III

Станция Кудамгуба

Ноябрь	—	4	11	—	5	14	—	0,18	0,11	—	0,12	0,10
Декабрь	3	17	26	11	26	38	0,26	0,15	0,18	0,21	0,24	0,17
Январь	26	25	30	37	39	41	0,20	0,20	0,22	0,17	0,19	0,20
Февраль	34	41	45	47	54	62	0,20	0,19	0,20	0,20	0,17	—
Март	47	24	22	66	49	51	0,20	0,29	0,30	0,21	0,22	—
Апрель	8	—	—	33	9	—	0,42	—	—	0,30	0,38	—

Станция Гимолы

Месяц	Нет наблюдений											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Ноябрь	Нет наблюдений											
Декабрь	—	16	28	—	19	34	—	—	—	—	—	—
Январь	—	35	29	—	36	38	—	—	—	—	—	—
Февраль	34	46	40	44	46	53	—	—	—	—	—	—
Март	48	28	30	58	37	36	—	—	—	—	—	—
Апрель	15	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—

По данным водомерного поста Гимолы, толщина льда с 1 по 25 февраля изменилась только на 1 см, что лежит в пределах точности измерения толщины льда. Очевидно, ледомерные наблюдения на всех трех озерах можно приравнять к синхронной съемке, не делая срезки на период работ, продолжавшихся с 3 по 28 февраля 1950 г.

На Ройкнаволоцком озере наибольшая толщина льда наблюдалась в 46 см на профиле № 5 вблизи восточного берега и на середине профиля. В губах толщина льда ниже, чем в открытой части озера: в северо-восточной губе — 36 см, в северо-западной — 39 см.

В Гимольском озере ледовый покров менее однороден. Толщина льда изменяется от 0 до 54 см. Максимальная толщина ледового покрова наблюдалась на участке между проливом Сарбисалма и профилем № 6 вблизи западного берега. Условно Гимольское озеро по характеру ледового режима можно разделить на три части.

1. Северо-западная часть до пролива Сарбисалма. Мелководный участок, берега возвышенные, валунные, значительное число островов. Ледовый покров однороден, при толщине льда 40—42 см.

2. Центральная часть — от пролива Сарбисалма до северной оконечности острова Ушкалы. По морфологическим данным, это наиболее широкая открытая часть озера и с разнообразными глубинами. Характер берегов тоже неоднородный: восточный берег низкий, заболоченный, западный — возвышенный; островов мало. В распределении

толщины льда нет той однородности, какая бросается в глаза в северной части.

Пролив Сарбисалма чист ото льда. Чистая полоса воды шириной 100—200 м тянется вдоль западного берега Гимольского озера на 500—600 м. В Ройкнаволоцком озере полоса чистой воды шире: она захватывает почти всю площадь у истока из озера между берегами на расстоянии 200—300 м (рис. 1).

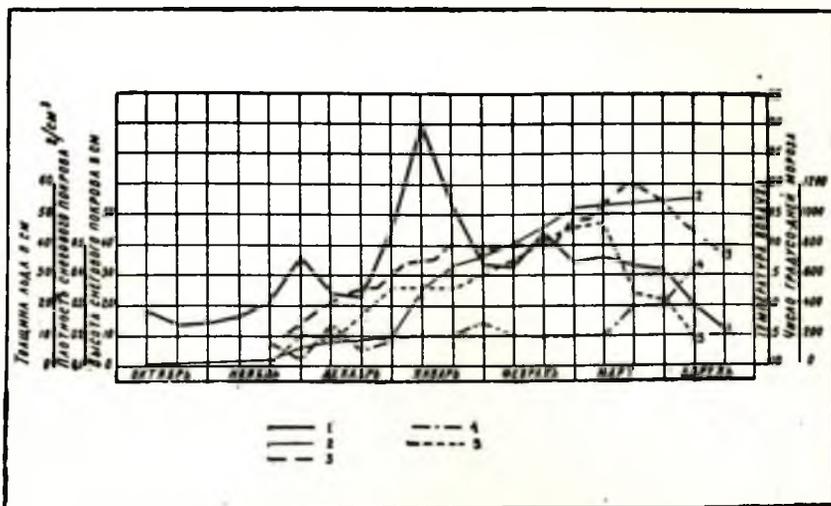


Рис. 1. График изменения температуры воздуха, высоты снежного покрова, толщины льда и плотности снега в зимний период 1949/50 г.

1 — температура воздуха; 2 — число градусо-дней мороза; 3 — толщина льда; 4 — плотность снежного покрова; 5 — высота снежного покрова.

На профиле № 4, в районе которого сказывается влияние течения Суны, вытекающей из оз. Ройкнаволоцкого, толщина льда увеличивается от западного к восточному берегу от 0 до 44 см. В остальной части, где влияние течения р. Суны ослабевает, мы наблюдаем обратное распределение толщины льда.

Ледовый покров увеличивается от восточного к западному берегу, достигая у последнего максимальной толщины 54 см.

3. Юго-восточная часть. Мелководная часть озера, в ней сосредоточено наибольшее число островов и притоков; берега низкие заболоченные. На этом участке толщина льда колеблется от 0 до 42 см, причем максимальные величины наблюдались вдали от островов и берегов, при отсутствии воды на льду.

Толщина льда увеличивается от западного берега к восточному. Большое количество воды на льду и наличие полыней на озере исключило возможность более подробного обследования ледового покрова в этой части. Профиль № 9 остался незаконченным, так как последняя лунка у острова Нункисуари показала толщину льда 10 см, а высота воды над льдом была 20 см.

От района острова Нункисуари вдоль западного берега до истока р. Суны видны редкие полыньи. У истока Суны видна была полоса чистой воды, вследствие чего близко подойти и оценить на глаз площадь чистой воды не было возможности.

Наличие полыней и чистой воды у истоков Суны из озер легко объяснить усиливающимся течением потока сунских вод. В устьях притоков ледовый покров имеет меньшую толщину льда по сравнению с соседними участками озера (табл. 14).

Таблица 14

Толщина льда (см)			
Название реки	Толщина льда	Название озера	Толщина льда
Суна (устье)	29	Ройкнаволоцкое	41
Вотта .	30	Гимольское	40
Ушкала .	39	"	42
Бола .	36	"	37

И. В. Молчанов указывает на следующую наблюдаемую зависимость между высотой снежного покрова и толщиной льда: высота снега в центральной части озера 10—15 см, а толщина льда 50—60 см; при высоте снега у берега 60—80 см — ледовый покров 35—40 см. Другими словами, наблюдается обратная зависимость между толщиной льда и высотой снежного покрова. Толщина ледового покрова на исследуемых озерах не обнаруживает такой простой зависимости от высоты снежного покрова. На распределение и рост толщины льда по площади озера влияют проточность озера, характер берегов, притоки (рис. 2).

Таблица 15

Площадь льда и высота снежного покрова (см)

Озеро	Дата наблюдения (февраль)	Высота снежного покрова	Толщина льда
Ройкнаволоцкое	4	14	42
"	8	16	46
Гимольское	10	17	50
"	10	18	38
"	10	19	52
"	13	22	52
Ройкнаволоцкое	5	25	46
"	8	26	28
"	10	27	54
"	14	25	40
Кудамгубское	22	28	37
Гимольское	21	39	40

Как видим, одной и той же высоте снежного покрова соответствует различная толщина льда. Неравномерность развития ледового покрова на озерах, очевидно, обусловлена проточностью этих озер, а также выходом ключей на поверхность льда.

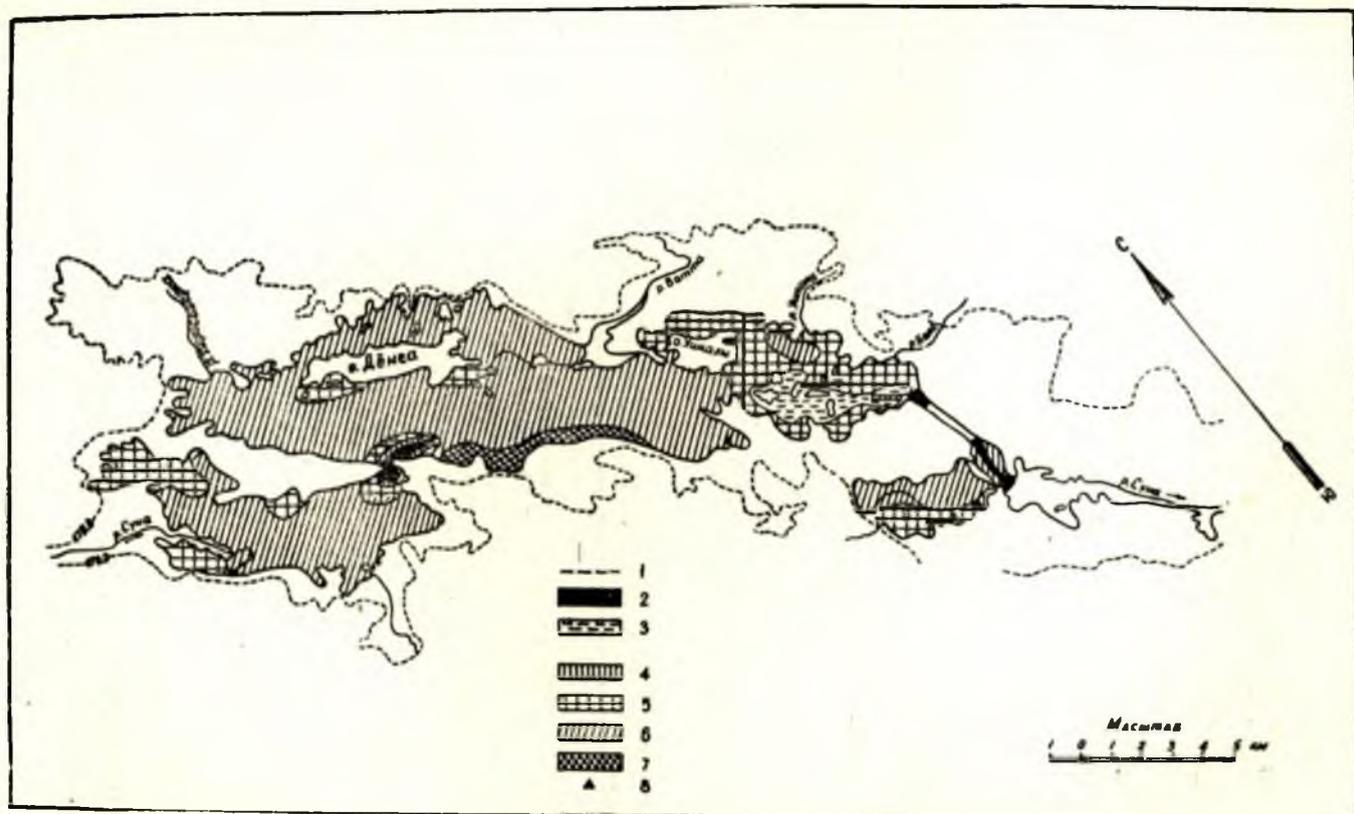


Рис. 2. Распределение толщины льда на озерах зоны затопления Валазминского водохранилища (февраль 1950 г.)
 1 — граница затопления; 2 — чистая вода; 3 — полынья; 4—7 — толщина льда в см (4 — от 1 до 20; 5 — от 21 до 40; 6 — от 41 до 50; 7—50);
 8 — выходы ключей.

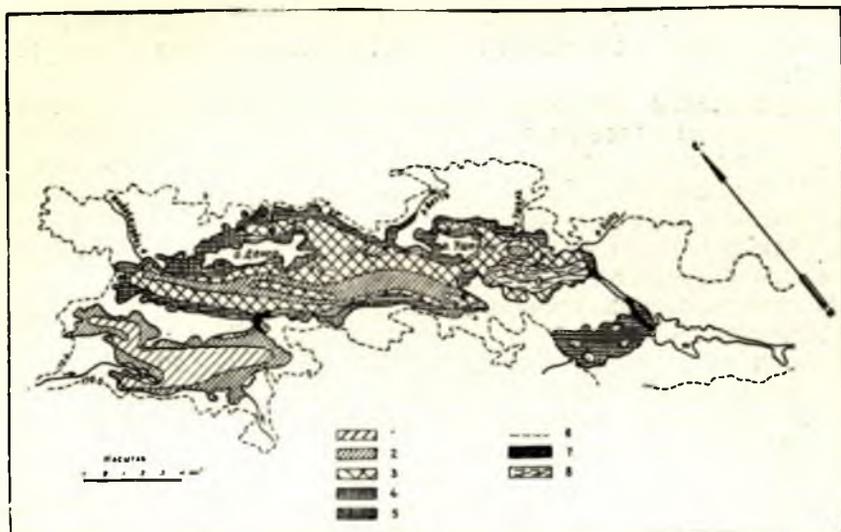


Рис. 3. Карта снеговъемки озер Валазминского водохранилища (февраль 1950 г.)

1—5 высота снегового покрова в см (1—15—20; 2—21—25; 3—26—30; 4—31—40; 5—41—55); 6—граница затопления; 7—чистая вода; 8—полынья.

Распределение высоты снегового покрова по поверхности озер показано на рис. 3. Данные снеговъемки по озерам приведены к одной дате для каждого озера. Для приведения пользовались наблюдениями метеорологической станции Кудамгуба по постоянной рейке (табл. 16).

Таблица 16

Снеговъемка на озерах

Название озера	Дата съемки	Дата приведения съемки
Ройкнаволоцкое	3— 5/II	4/II
Гимольское	6—21/II	14/II
Кудамгубское	23—25/II	23/II

Высота снегового покрова изменилась за период полевых работ от 14 до 55 см. Наиболее равномерное распределение высоты снегового покрова наблюдалось на Ройкнаволоцком и Кудамгубском озерах.

В Ройкнаволоцком озере в северо-западной части перед островами наблюдается надувание снега, высота его достигает 50 см. В юго-восточной части вдоль оси озера тянутся две полосы снеговых „ложбин“, с высотой снега 30 см.

В Гимольском озере, имеющем более сложную морфологию в сравнении с названными озерами, распределение высоты снегового покрова менее однородно. Вдоль оси озера тянется „ложбина“ с наименьшей высотой снега (21—25 см); в центре озера образовалась небольшая гряда в 26—30 см. Увеличение высоты снегового покрова наблюдается к берегам. Максимальная высота снега была у западного берега в наиболее широкой части озера. Образование надувной гряды связано с ветровым режимом: преобладающие ветры в феврале-январе

были северо-западного, юго-западного и южного направлений. В южной части озера также наблюдается у р. Ушкалы выдувная зона в районе островов.

Распределение температуры на озерах. Температура воды последнего периода более полно освещена по Гимольскому озеру. На всех озерах наблюдалась обратная стратификация, характерная для озер Средней Европы и СССР. Температурный режим Ройкнаволоцкого озера освещен несколькими станциями. Поверхностные температуры лежат (близко) около нуля: от 0,2 до 0,32°. Придонные температуры изменяются в пределах 1,45—2,02°.

На глубоководной станции I наибольшие градиенты температуры сосредоточены в слое до 5 м: температура 0,32° на поверхности повышается на горизонте 5 м до 1,80°, а на 10 м — до 2,02°.

На мелководных станциях 5 и 8 повышение температуры от поверхности ко дну идет быстрее, например: ст. 5 — у поверхности 0,3°, у дна 1,45°; при глубине станции 1,1 м.

Поверхностные температуры Гимольского озера варьируют значительно: от 0,12 до 1,74. Такое неравномерное распределение поверхностных температур тесно связано с морфологией озера. Относительно высокая температура поверхностных горизонтов наблюдается преимущественно в закрытых участках озера, не участвующих активно в общем водообмене (табл. 17).

Таблица 17
Температура поверхностных горизонтов

№ станции	Глубина станции (м)	Температура у поверхности (°С)	Характер грунта
29	7,80	0,80	Ил
10а	2,30	1,40	.
49	2,00	1,24	.

Придонные температуры варьируют в пределах 0,85—3,36°. Максимальная температура 3,36° наблюдалась на самой большой глубине 28 м, ст. I.

Объем озера между глубинами 25,5—30 м составляет всего 1% от всего его объема (Лазаревская, 1950). Естественно, что наиболее плотные и теплые слои воды сконцентрировались в этой впадине, защищенной от циркуляции, связанной с общим водообменом озера.

Горизонтальные поверхностные температуры на разрезе А (рис. 4) имеют тенденцию повышаться от восточного берега к западному с 0,21 до 0,45°. На разрезе Б эта закономерность нарушается течением сунских вод: у западного берега 0,48°, на середине разреза 0°, у восточного 0,32°.

Такое распределение температур на поверхности озера в глубоководной части озера, по-видимому, связано с циркуляцией вод: восточная часть (ст. II) более мелководная по сравнению с западной, термоизобаты на этих участках уплотнены, происходит стекание более плотных водных масс (напомним, что наибольшей плотности вода достигает при 4°) вдоль восточной стенки впадины, которое сопровождается соответственным поднятием водных масс у западного берега. Схематическая циркуляция показана стрелками на рис. 4.

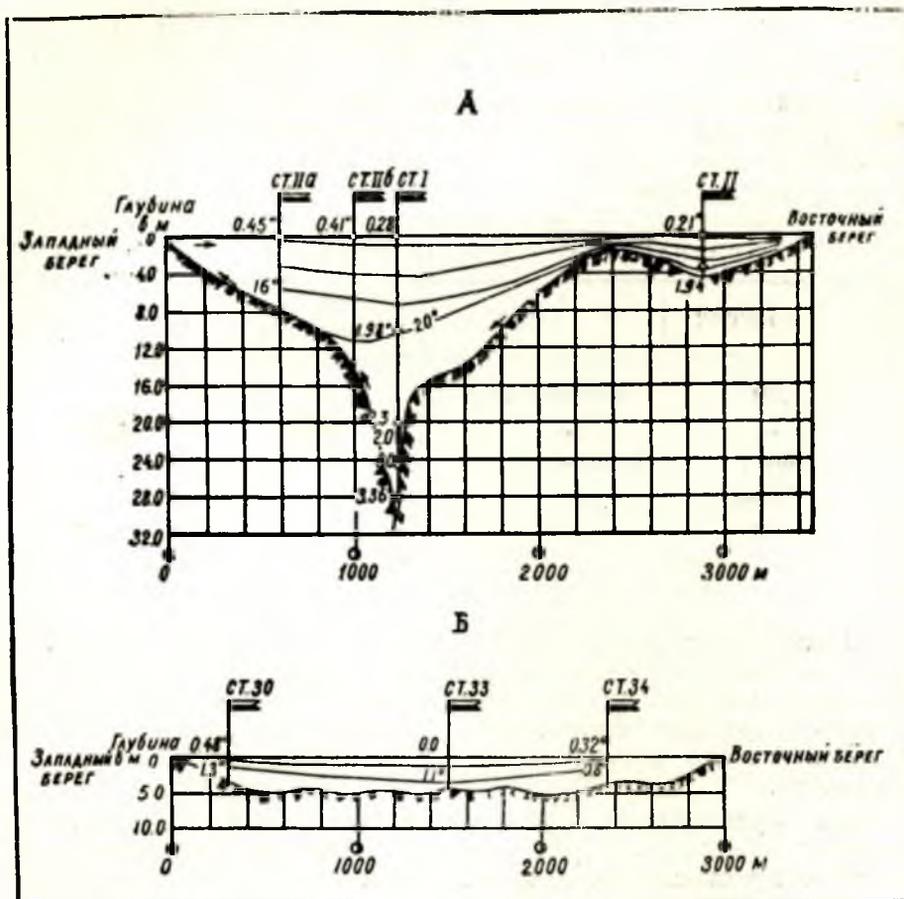


Рис. 4. Распределение температуры по глубине в средней части Гимольского озера

А — термический разрез в глубоководной части озера; Б — термический разрез против пролива Сарбисалма.

На Кудамгубском озере поверхностные температуры в северо-восточной части (неактивная часть озера по водообмену) относительно высокие: ст. I +1,62°; ст. II +1,50°.

Ст. III дает температуру воды 0,53°; она понизилась в 3 раза. Станция расположена у стыка озерных и сунских вод; в 50 шагах к югу от станции были польны. Поверхностные температуры притоков небольшие (табл. 18).

В зимний период в качестве источников тепла для озер могут играть основную роль: а) инсоляция; б) теплота, вносимая в озеро притоками; в) теплота, развивающаяся при биологических процессах и различных химических реакциях (гниение, разложение или всякого рода восстановительные процессы); г) теплота земного шара; д) отдача тепла илами (Россолимо, 1935).

В феврале инсоляция была незначительной, так как преобладали низкие температуры воздуха.

Как указано было выше, температура притоков исследуемых озер была ниже температуры поверхностных горизонтов озер.

Лимнолог Бердж наблюдал в озерах отдачу илами тепла, накопившегося от летнего прогрева, придонным слоям воды. Этот процесс незначительный и в зимний период может происходить только в глубоких озерах, а в мелких озерах выравнивание температур произойдет в период осенней гомотермии при интенсивном ветровом перемешивании.

Таблица 18

Поверхностные температуры притоков

Приток	Озеро	№ станции	°С
Суна	Ройкнаволоцкое	3	0,20
.	.	42	0,10
Вотта	Гимольское	38	0,38
Ушкала	.	47	0,31
Бола	.	50	0,12

В мелководных озерах относительно высокие температуры поверхностных и придонных слоев в подледный период объясняются отдачей тепла илами, накопленного за летний период. По-видимому, значительную роль в процессе повышения температуры играют теплые грунтовые воды. Выходы ключей наблюдались в Гимольском и Кудамгубском озерах.

Воды верхнесунских озер содержат значительные количества гуминовых веществ, которые осаждаются на дно. Окисление закисного железа в окисное тоже происходит с выделением тепла.

ВЫВОДЫ

1. Зима 1949/50 г., по температурным характеристикам воздуха, ветровому режиму и другим данным, была аномальна. Среднемесячная температура воздуха января и февраля была ниже средней многолетней, ледостав образовался позже на 14 дней, а вскрытие озера на 6 дней раньше среднемноголетних дат. Сумма годовых осадков соответствовала норме.

2. Толщина льда, несмотря на низкие температуры воздуха, достигла незначительной величины — 57 см.

3. Верхнесунские озера проточные и не имеют сплошного ледового покрова. По акватории озер рост льда происходит неравномерно, толщина его зависит от морфологии озера, притоков, выходов грунтовых вод. В течение зимы лед растет неодинаково интенсивно: декабрь, январь и март — месяцы наибольшего увеличения льда; в феврале прирост льда минимальный, причем в марте толщина льда возрастает за счет наслuzового льда.

4. Во второй половине февраля на озерах под снегом появляется вода, как результат стока поверхностных вод с заболоченных берегов, островов, а также выхода ключей, трещин во льду. По структуре встречается лед двух типов: озерноводный и наслuzовый.

ЛИТЕРАТУРА

- А лекс и н О. А. К изучению зимнего гидрологического режима Телецкого озера. Серия „Исследование озер СССР“, вып. 9. Гидрометеиздат, 1937.
- Г р и г о р ь е в С. В., Г р и ц е в с к а я Г. Л. Каталог озер Карелии. Фонды Карельского филиала АН СССР (рукопись), 1954.
- Г р и г о р ь е в С. В. и др. Каталог рек КФССР. Фонды Карельского филиала АН СССР (рукопись), 1948.
- Климатологический справочник КФССР. Гидрометеиздат, Свердловск, 1943.
- Л а з а р е в с к а я Н. М. Отчет об исследованиях озер, входящих в зону затопления Валазминского водохранилища, произведенных в 1949 г., ч. I. Фонды Карельского филиала АН СССР, 1950.
- М о л ч а н о в И. В. Онежское озеро. Гидрометеиздат, Л., 1946.
- М о л ч а н о в И. В. Предварительные выводы по выяснению причин появления воды на ледяном покрове озер. Фонды Гос. Гидрол. ин-та СССР, Л.
- П а н а с ь к Г. Л. Отчет об исследованиях озер, входящих в зону затопления Валазминского водохранилища, произведенных в 1949 г., ч. II. Фонды Карельского филиала АН СССР (рукопись), 1950.
- Р о с с о л и м о А. И. Основы гидрологии. М., 1935.
-