АКАДЕМИЯ НАУК
СССР

ОЗЕРА РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

ЧАСТЬ II



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ

551.491.4

ОЗЕРА РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

ЧАСТЬ II

ГИДРОХИМИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ

1463

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД · 1974

Академии наук СССР
Геологических Наук
Библиотека

Ответственные редакторы
В. Г. ДРАБКОВА и Т. Д. СЛЕПУХИНА

© 20902-571 / 055(02)-74 693-74

Издательство „Наука", 1974

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая книга является второй частью общего сборника, представляющего результаты исследований комплексной экспедиции Института озероведения АН СССР. Работы проводились в 1966–1970 гг. на озерах трех различных ландшафтов Кольского полуострова: лесотундрового, северотаежного и ловозерского горного.

В первой части сборника помещены статьи, посвященные вопросам истории формирования рельефа и озерных котловин Кольского полуострова, ландшафтной и геохимической характеристикам водосборных бассейнов, гидрологии озер, донным отложениям и некоторым вопросам палеогеографии голоцена.

В настоящей (второй) части представлены результаты гидрохимических и гидробиологических исследований озер. Завершается сборник обобщающей статьей, в которой дается комплексная характеристика всех обследованных озер трех ландшафтов Кольского полуострова.

И.Я. Дегопик

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Озера Кольского полуострова давно привлекают внимание исследователей, тем не менее степень их гидрохимической изученности до сих пор остается незначительной.

Наши исследования 1966–1969 гг. проводились на севере Кольского полуострова – в лесотундре (бассейн р. Териберки), на юге – в северотаежном ландшафте (бассейн реки Умбы и Варзуги) и в центральной части полуострова – в ловозерском горном ландшафте (ловозерские тундры) в период гидрологического лета, а для последнего района получены некоторые данные и по зимнему периоду 1970 г. Наряду с озерами изучались и поверхностные воды водосборных бассейнов.

Подробная физико-географическая характеристика районов исследования приведена в первой части настоящего сборника (см. статьи И.И. Великорецкой и И.Н. Сорокина). Здесь же кратко остановимся на главнейших факторах среды, влияющих на формирование гидрохимического состава поверхностных вод Кольского полуострова. Его географическое положение – за полярным кругом, суровый климат и состав коренных пород определяют малую интенсивность процессов выветривания и преобладание физического выветривания над химическим. Коренные породы кристаллического фундамента залегают близко к поверхности, зачастую обнажены. Четвертичные отложения различной мощности сильно перемыты, почвенный покров развит слабо, почвы представлены подзолистыми и болотными типами. В формировании местного стока ведущая роль принадлежит атмосферной составляющей. Все эти условия в сочетании с избыточным увлажнением определяют крайне малую минерализацию поверхностных вод, бедность их растворенными органическими веществами и большую роль атмосферных осадков в формировании химического состава воды. Своеобразие в формирование ионного состава поверхностных вод вносит и близость моря: около половины побережья омывается незамерзающим Баренцевым морем, другая граничит с Белым.

Полевые гидрохимические исследования и камеральная обработка выполнялись совместно со старшим лаборантом Л.И. Соломахиной. В полевых работах принимали участие лаборанты В.П. Хетчикова и – на Сейдозере – Д.З. Ульянова.

I. Лесотундровый ландшафт

Система озер Канентъявр-Колгиявр и примыкающий к ней водосбор находятся в лесотундровом ландшафте, в северо-западной части Кольского полуострова, на расстоянии 30–40 км от побережья Баренцева моря, и принадлежат бассейну р. Териберки. Наши исследования там проводились в июле–августе 1966 г.

На схеме (рис. 1) представлено расположение станций на озерах и отмечены места отбора проб на водосборе.

Озеро Канентъявр – верхнее в системе – самое большое из обследованных: площадь зеркала – 12.1 км^2, максимальная глубина – 22.3 м, средняя – 3.8 м, площадь водосбора – 218 км^2. Основной приток – р. Нерентъявр̆йоки – впадает в центральный плес с юга. Следующие в цепочке озера – Полярное, Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр – отличаются мелководностью. В двух последних зона 2-метровых глубин занимает 92–97% площади, в оз. Полярном глубины, близкие к 9.5 м, сосредоточены на небольшом участке. Замыкает цепочку оз. Бол. Колгиявр, по размеру второе после оз. Канентъяр: площадь зеркала – 5 м^2, максимальная глубина – 3.9 м, средняя – 1.7 м, исток – р. Кольйок – находится в его южной части.

Гидрографическая сеть бассейна развита довольно хорошо. Кроме основного притока – р. Нерентьявр̆йок, – система озер принимает много ручьев, представляющих собой в основном сеть малых озерно-речных систем. Образование последних обусловлено самой структурой ландшафта, а именно значительной расчлененностью рельефа: понижения, выработанные в кристаллическом фундаменте, чередуются с участками холмистого плато; скалистые возвышенности сочетаются с аккумулятивной равниной, однако аккумулятивные формы рельефа имеют подчиненное значение. Ступенчатость рельефа и близкое залегание кристаллических пород, служащих водоупором, способствуют быстрому стоку атмосферных осадков.

Водотоки обычно не имеют эрозионного русла, поскольку породы фундамента, представленные различными гранитоидами и гнейсами, повсеместно выходят на поверхность. Мощность четвертичных отложений на возвышенностях не превышает нескольких сантиметров, на отдельных равнинных участках достигает 50 м. Широко распространены заболоченные участки (21.4%), но они не образуют крупных массивов. Располагаются болота не только в понижениях, но и на пологих склонах и даже на вершинах возвышенностей, представляя собой своеобразную гидрографическую сеть, имеющую сток в озера. Понижения на вершинах возвышенностей занимают мелкие озерки.

В местах выхода кристаллических пород почвенный покров отсутствует или формируются примитивные почвы. В наземном покрове мохово-лишайниковые ассоциации преобладают над травяными. Древесный ярус представлен низкорослым березовым редколесьем.

Гидрохимическая характеристика поверхностных вод водосборного бассейна озер Канентъявр-Колгиявр

Поверхностные воды бассейна очень мало минерализованы. Сумма основных ионов изменяется в пределах 9.1–38.4 мг/л. Для всех обследованных районов будем условно считать крайне малой минерализацию воды при $\Sigma_{ц}$ менее 15 мг/л, малой – при $\Sigma_{ц}$ 15–25 мг/л и повышенной – при $\Sigma_{ц}$ более 25 мг/л. Ионный состав поверхностных вод отличается большим своеобразием – преобладают хлоридно-натриевые воды. Очевидно, здесь сказывается влияние моря через посредство атмосферной циркуляции, особен-

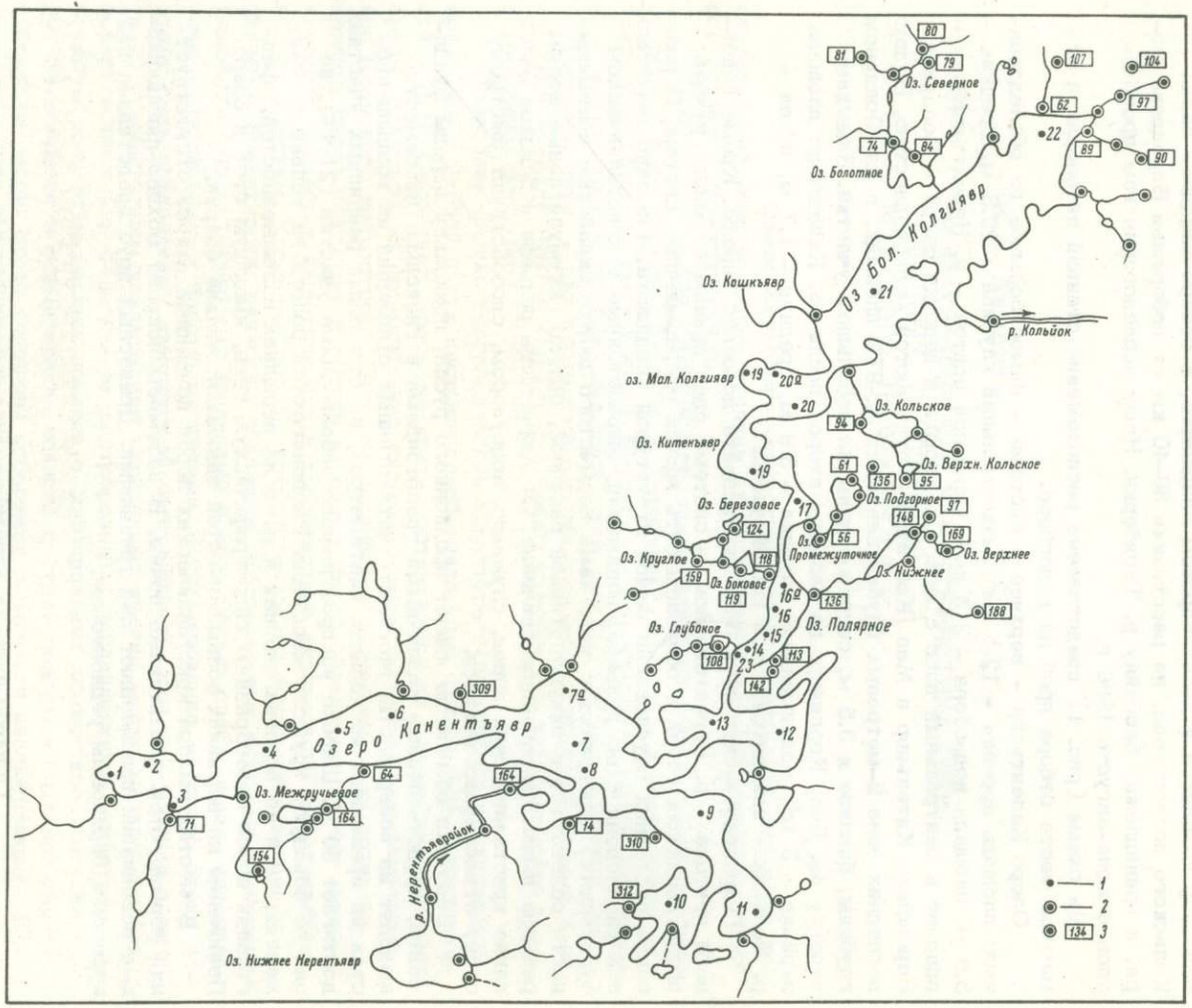

Оз. Северное
Оз. Болотное
Оз. Кашкъявр
Оз. Бол. Колгиявр
р. Кольйок
оз. Мал. Колгиявр
Оз. Кольское
Оз. Китеньявр
Оз. Верхн. Кольское
Оз. Подгорное
Оз. Березовое
Оз. Промежуточное
Оз. Круглое
Оз. Боковое
Оз. Верхнее
Оз. Нижнее
Оз. Полярное
Оз. Глубокое
Озеро Канентъявр
Оз. Межручьевое
р. Нерентъявройок
Оз. Нижнее Нерентъявр
1
2
3

Рис. 1. Схема расположения гидрохимических станций на озерах и водосборном бассейне в лесотундровом ландшафте.

1 – №№ станций на озерах; 2 – места отбора проб на водосборе; 3 – №№ проб на водосборе, химический анализ которых приведен в тексте.

ность которой на севере Кольского полуострова заключается в частом вторжении морских воздушных масс на Мурманское побережье Баренцева моря (Яковлев, 1961), приносящих в район наших исследований с атмосферными осадками – основной составляющей стока – морские соли.

Известно, что количество солевых частиц, выносимых с поверхности морей и океанов, резко уменьшается с удалением от береговой полосы, а в процессе переноса происходит дифференциация солей, в результате которой изменяется соотношение между ионами в осадках. Процессу формирования осадков посвящено много опубликованных работ, поэтому здесь мы его не будем касаться, отметив лишь его сложность и зависимость от многих условий, что создает большие различия в минерализации и ионном составе атмосферных осадков, выпадающих в одном и том же районе. Для правильного суждения о концентрации отдельных компонентов и общей минерализации осадков необходим длительный ряд наблюдений. Такие данные для побережий наших северных морей в литературе отсутствуют, и мы имеем возможность привести лишь некоторые характеристики, полученные нами.

Мы произвели отбор проб дождя в районе оз. Канентъявр, примерно в 40 км от берега Баренцева моря. Осадки собирались на полиэтиленовую пленку, растянутую на каркасе 50 х 50 см на высоте одного метра от поверхности земли. Установка экспонировалась в период выпадения осадков. Как показал анализ, минерализация дождевых вод в период наших исследований была крайне низкой – менее 5 мг/л (табл. 1), однако отчетливо ощущалось влияние морских солей на формирование их химического состава: в двух случаях из трех (12 и 22 августа) преобладали в составе дождевой воды наиболее характерные компоненты моря – Cl^-, Na^+ и SO_4^{2-}. Кроме того, отношение Cl^- / Na^+ и SO_4^{2-}/Cl^- оказалось близким к типичным для моря значениям, равным соответственно 1.8 и 0.14. На этом фоне особенно контрастно выглядел ионный состав осадков от 18 августа, в котором соотношение ионов близко к обычному для континентальных вод – SO_4^{2-}/Cl^- равно 5–6 и более, а Cl^- / Na^+ – 0.5 (Алекин, 1970). Таким образом, из этого небольшого числа определений следует, что ионный состав выпадающих осадков изменяется в зависимости от направления движения воздушных масс – с моря или с континента.

Тут же уместно привести наши данные для территории бассейна Белого моря. Сбор осадков также производился примерно в 40 км от побережья и тоже в августе, но в другие годы – в 1967 и 1968 гг. Минерализация осадков оказалась того же порядка – менее 5 мг/л, но по соотношению ионов не обнаружено влияния моря. Величина pH дождевых вод в период наших исследований на Кольском полуострове изменялась в пределах 4.10–5.00.[1] Более низкие величины pH отмечены для осадков, ионный состав которых определяется влиянием континентальных факторов.

В бассейне системы озер Канентъявр–Колгиявр естественным резервуаром атмосферных осадков служат мелкие озерки на возвышенностях кристаллического плато. Замкнутые небольшие понижения практически не имеют водосбора и в „чистом" виде аккумулируют атмосферные осадки. Таковы озерко

---

[1] Здесь и дальше величина pH до сотых значений приводится по данным потенциометрического определения со стеклянным электродом и до десятых – по калориметрической шкале.

Таблица 1

Минерализация и ионный состав атмосферных осадков

Дата	Σ_u, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
		экв. %						мг/л					
Бассейн Баренцева моря													
Район оз. Канентъявр													
1966													
12 VIII	4.6	9	28	63	6	12	82	0.4	1.0	1.6	0.1	0.1	1.4
18 VIII	2.8	0	83	17	10	17	73	0	1.6	0.2	0.1	0.1	0.8
22 VIII	3.6	10	12	78	10	11	79	0.3	0.3	1.6	0.1	0.1	1.2
Бассейн Белого моря													
район Сеньозера													
1967													
17 VIII	4.1	0	83	17	17	17	66	0	2.4	0.4	0.2	0.1	1.0
Район Вялозера													
1968													
2 VIII	4.7	18	59	23	38	9	53	0.7	1.9	0.6	0.5	0.1	0.9

Таблица 2

Минерализация и ионный состав поверхностных вод бассейна системы озер Канентъявр–Колгиявр (1966 г.)

Место отбора и номер пробы	Дата	Σ_u, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
			экв. %						мг/л					
Замкнутые понижения на вершинах кристаллического плато														
Озерко 90	1 VIII	10.6	0	36	64	6	13	81	0	2.9	3.8	0.2	0.3	3.4
Озерко 104	1 VIII	10.2	6	24	70	15	14	71	0.6	1.9	4.0	0.5	0.3	2.9
Озерко 134	25 VII	11.1	0	27	73	43	14	43	0	2.4	4.8	1.6	0.3	2.0
Озера в озерно-речных системах бассейна														
Озерко, 154	13 VIII	13.2	21	29	50	16	29	55	2.6	2.8	3.6	0.7	0.7	2.8
Межручьевое, 160	14 VIII	14.4	26	24	50	17	23	60	3.4	2.5	3.9	0.7	0.6	3.3
Верхнее, 169	23 VIII	11.4	0	27	73	9	16	75	0	2.4	4.8	0.3	0.4	3.5
Нижнее, 148	23 VII	17.6	21	20	59	10	16	74	3.4	2.6	5.6	0.5	0.5	5.0
Подгорное, 61	25 VII	16.4	26	16	58	8	15	77	3.9	1.9	5.0	0.4	0.4	4.8
Промежуточное, 56	25 VII	16.9	24	18	58	11	17	72	3.8	2.2	5.2	0.6	0.5	4.6
Верхн. Кольское, 95	27 VII	15.0	13	19	68	18	14	68	1.8	2.2	5.7	0.9	0.4	4.0
Кольское, 94	27 VII	12.4	3	23	74	19	13	68	0.4	2.2	5.3	0.8	0.3	3.4
Глубокое, 108	12 VII	28.7	35	23	42	4	8	88	8.7	4.5	5.9	0.3	0.4	8.9
Озерко, 124	6 VIII	11.5	0	30	70	13	26	61	0	2.7	4.8	0.5	0.6	2.9
Круглое, 159	10 VIII	14.3	0	25	75	14	32	54	0	2.9	6.5	0.7	0.9	3.3
Боковое, 119	6 VIII	19.2	23	19	58	10	14	76	4.0	2.6	6.0	0.6	0.5	5.5
Болотное, 84	7 VIII	16.0	19	23	58	17	17	66	2.8	2.7	5.1	0.8	0.5	4.1

Таблица 2 (продолжение)

Место отбора и номер пробы	Дата	$\Sigma_и$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
			экв. %						мг/л					
Устьевые участки притоков, зарегулированных озерами														
Болотное, 86	16 VIII	12.9	32	18	50	21	23	56	3.8	1.7	3.4	0.8	0.5	2.7
71	16 VIII	11.0	11	28	61	21	33	46	1.2	2.4	3.9	0.7	0.7	2.1
64	14 VIII	11.7	36	28	36	25	35	40	3.8	2.4	2.2	0.9	0.7	1.7
Р. Нерентъяврйоки, 164	19 VIII	16.7	35	25	40	20	21	59	5.2	2.9	3.4	1.0	0.6	3.6
121	12 VIII	13.3	23	25	52	15	22	63	2.8	2.4	3.8	0.6	0.5	3.2
99	12 VIII	9.1	11	32	57	24	31	45	1.0	2.3	2.9	0.7	0.5	1.7
136	26 VII	14.1	25	29	46	14	21	65	3.2	3.0	3.4	0.6	0.5	3.4
87	27 VII	12.1	0	28	72	15	13	72	0	2.6	5.1	0.6	0.3	3.5
118	6 VIII	19.2	21	20	59	12	12	76	3.8	2.8	6.0	0.7	0.4	5.5
Устьевые участки притоков с незарегулированным стоком														
Р. Нерентъяврйоки, 14	21 VIII	19.0	30	21	49	24	27	49	5.2	2.9	5.0	1.4	1.0	3.5
310	19 VIII	10.7	25	26	49	20	27	53	2.5	2.0	2.8	0.7	0.5	2.2
89	1 VIII	21.5	27	29	44	25	15	60	5.2	4.4	4.9	1.6	0.6	4.8
309	17 VIII	25.7	42	21	37	17	18	65	9.3	3.6	4.8	1.2	0.8	6.0
162	5 VIII	26.8	42	29	29	20	25	55	9.6	5.3	4.0	1.5	1.2	5.2

Таблица 3

Минерализация и ионный состав воды родников (1966 г.)

Номер пробы	Дата	Σ_u, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
			экв. %						мг/л					
79	7 VIII	38.4	50	15	35	46	29	25	17.0	3.9	6.9	5.1	1.9	3.6
80	7 VIII	36.0	47	15	38	23	21	56	14.5	3.7	6.9	2.4	1.3	7.2
107	5 VIII	25.8	41	30	29	26	20	54	8.0	5.3	3.8	1.9	0.9	4.9

(Σ_u – 10.6 мг/л) на горе Горелой (проба 90), расположенной на восточном побережье оз. Бол. Колгиявр, и Озерко, 104 (Σ_u – 10.2 мг/л) на северном его побережье, сходно с ними и озерко (Σ_u – 11.1 мг/л) в районе восточной части водосбора оз. Березового (проба 134) (рис. 1). Вода озерков крайне мало минерализована и отличается хлоридно-натриевым составом (табл. 2), что говорит о преобладании в бассейне атмосферных осадков морского происхождения, pH ее – 4.04–4.92.

Для характеристики химического состава подземных вод изучаемого района воспользуемся нашими данными по верховьям ручьев, берущих начало из родников (табл. 3) в районе глубокого разлома коренных пород на севере водосбора оз. Бол. Колгиявр. Относительно большое содержание гидрокарбонатного иона (до 17.0 мг/л HCO_3^-) определяет самую высокую для данного района минерализацию воды (Σ_u – до 38.4 мг/л) и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый (проба 80) или кальциевый (проба 79) состав ее.

Нами собран большой материал, характеризующий состав воды гидрографической сети бассейна. На рис. 1 точками отмечены места отбора проб воды. Не имея возможности привести все материалы, в табл. 3 помещаем их выборочно (на схеме соответствующие точки помечены цифрами).

Материалы таблицы позволяют сделать вывод о малой роли подземных вод в формировании химического состава рек и озер водосбора и превалирующем значении в нем атмосферных осадков. На это указывает их низкая минерализация и хлоридно-натриевый состав. Воды гидрокарбонатного состава и повышенной минерализации встречаются редко – преимущественно в верховьях небольших рек и ручьев в пределах кристаллического плато, где имеют место локальные выходы трещинных вод. По мере продвижения реки по склону гидрокарбонатный состав быстро меняется на хлоридно-натриевый, а минерализация снижается. Особенно быстро эти изменения происходят в небольших озерно-речных системах, которыми изобилует водосбор, так как озера вследствие своеобразия структуры ландшафта являются аккумуляторами атмосферных осадков и характеризуются преимущественно маломинерализованной водой хлоридно-натриевого состава (табл. 2).

Рассмотрим трансформацию состава воды на примере небольшой реки, в истоках которой находятся два ручья, берущие начало

из родников (табл. 3, пробы 80 и 79), отличающиеся повышенной минерализацией и гидрокарбонатным составом. Сливаясь, они принимают воды третьего ручья (рис. 1), исток которого расположен немного западнее и находится в иных условиях водосбора (рис. 1, проба 81), вода его отличается крайне малой минерализацией ($\Sigma_{ц}$ – 13.8 мг/л) и резко выраженным хлоридно-натриевым составом. В общем русле (рис. 1, проба 74) сохраняется еще повышенная минерализация воды ($\Sigma_{ц}$ – 32.1 мг/л), но содержание гидрокарбонатного иона снижается по сравнению с родниками и вода по составу становится уже хлоридно-гидрокарбонатно-натриевой. На пути этого водотока расположено озерко Болотное, в котором еще в большей степени нивелируется влияние подземного питания: вода в нем (табл. 2, проба 84) мало минерализована ($\Sigma_{ц}$ – 16.0 мг/л), с хорошо выраженным хлоридно-натриевым составом.

Устьевые участки зарегулированных притоков системы озер Канентъявр-Колгиявр, как правило, отличаются крайне мало- и маломинерализованной водой хлоридно-натриевого состава . Влияние подземного питания проявляется на устьевых участках только некоторых, обычно небольшой протяженности притоков (пробы 309, 162), сток которых не зарегулирован озерами.

Одно из озер бассейна – Глубокое (проба 108) – выделяется повышенной минерализацией ($\Sigma_{ц}$ – 28.7 мг/л). Относительное преобладание хлоридного иона в анионном составе сохраняется, но выражено не явно (42 экв.%), и значительно более высокое, чем в других поверхностных водах бассейна, содержание гидрокарбонатного иона (8.7 мг/л HCO_3^-) позволяет предположить участие в его питании подземных вод. Оз. Глубокое изучено нами более подробно, чем другие водные объекты бассейна, но полученную характеристику его вод мы приведем несколько позднее.

В подавляющем большинстве поверхностные воды бассейна отличаются близким к атмосферным осадкам ионным составом и крайне мало- или маломинерализованной водой. Основной приток системы озер – р. Нерентъявръок – на своем пути проходит через несколько небольших озер. В устьевой части (проба 164) минерализация воды ($\Sigma_{ц}$) составляет 16.7 мг/л. По составу вода хлоридно-гидрокарбонатно-натриевая.

Из анализа данных, полученных нами в летнюю межень, а значит в период максимального проявления влияния ландшафта на формирование ионного состава и минерализацию поверхностных вод, становится очевидным, что преобладающая роль атмосферных осадков, подверженных влиянию моря, – явление не временное, а постоянное, не зависящее от сезонов гидрологического года.

Влияние встречающихся на водосборе разнообразных мелких природных комплексов находит отражение в значительном диапазоне и пестроте распределения величин, характеризующих содержание органических веществ в поверхностных водах. Локальные факторы – местоположение в рельефе, степень развития почвенного покрова, выход родниковых вод повышенной минерализации, микроклимат, связанный с экспозиционными условиями, и другие, – оказывая влияние на рост и характер растительности наземного покрова и степень разложения ее остатков, определяют изменение цветности поверхностных вод от 0 до 176°, величины перманганатной и бихроматной окисляемости-соответственно от 1.6 до 18.1 и от 8.0 до 38.6 мг O/л. Однако значительное содержание органических веществ встречается редко, так как относительно суровый климат в сочетании с слабым развитием древесной растительности ограничивают процессы накопления органических веществ. Кроме того, озерно-речные системы сглаживают эти различия на водосборе. Наиболее высоким для данного бассейна содержанием органических веществ отличаются болота и ручьи, расположенные в восточной части водосбора оз. Полярного. Цветность их вод – 60–176°, бихроматная окисляемость – 24.1–38.6 мг O/л, перманганатом окисляется 49–79% растворенных гумусовых веществ, pH воды – 4.98–5.20 (рис. 1, пробы 142, 113, 188, 197).

Таблица 4

Содержание растворенного органического вещества и pH поверхностных вод бассейна (1966 г.)

Место отбора и номер пробы	Дата	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг О/л	
				П	Б
	Замкнутые понижения на вершинах кристаллического плато				
Озерко, 90	1 VIII	4.04	23	7.4	22.5
Озерко, 134	25 VII	4.56	18	6.9	24.9
	Озера в озерно-речных системах				
Озерко, 154	13 VIII	6.95	44	8.7	12.5
Межручьевое, 160	14 VIII	6.26	33	6.8	18.5
Верхнее, 169	23 VII	5.18	40	7.4	17.7
Нижнее, 148	23 VII	6.32	61	9.6	20.9
Подгорное, 61	25 VII	–	25	5.4	16.1
Промежуточное, 56	25 VII	6.41	26	6.0	24.1
Верхнее Кольское, 95	27 VII	6.20	49	9.7	20.9
Кольское, 94	27 VII	6.30	25	5.5	12.9
Глубокое, 108	12 VII	6.50	29	7.1	13.7
Озерко, 124	6 VIII	6.00	44	7.8	21.8
Круглое, 159	10 VIII	6.68	57	8.9	23.4
Боковое, 119	6 VIII	6.75	45	7.7	20.3
Болотное, 84	7 VIII	6.60	40	7.5	20.3
	Устьевые участки зарегулированных притоков системы озер				
Болотное, 71	16 VIII	6.46	26	5.4	13.8
64	14 VIII	6.28	68	1.7	16.9
Р. Нерентъяврйок, 164	19 VIII	6.86	28	7.8	25.1
121	12 VIII	6.26	21	5.4	14.8
136	26 VII	6.35	40	8.3	17.7
118	6 VIII	6.34	45	7.6	26.5
	Небольшие незарегулированные притоки				
Устье, 14	21 VIII	–	42	10.0	19.6
Устье, 310	19 VIII	6.14	80	18.1	33.8
Устье, 312	19 VIII	6.52	46	6.2	21.5
Устье, 89	1 VIII	5.85	10	2.8	8.6
Устье, 309	17 VIII	6.76	0	3.3	12.0
Устье, 162	5 VIII	6.64	28	4.9	14.0
Исток, 197	23 VII	4.98	176	20.7	38.6

В озерах бассейна (табл. 4) цветность воды – 25–61°, бихроматная окисляемость – 12.9–24.1 мг O/л, перманганатная в большинстве из них составляет около 40% бихроматной, что указывает на преимущественное содержание органических веществ аллохтонного происхождения. Интересно отметить относительно высокое содержание органических веществ в воде озерков замкнутых понижений на вершинах кристаллического плато: бихроматная окисляемость составляет 22.5–24.9 мг O/л, перманганат окисляет небольшую часть органических веществ, находящихся в растворе, – 33–28% (табл. 4), что указывает на определяющую роль в его формировании автохтонных процессов. Эти данные подчеркивают правильность высказанного ранее утверждения, что озерки лишены водосбора и аккумулируют „чистые" атмосферные осадки. В устье основного притока – р. Нерентъяврйок – цветность воды равна 28°, перманганатная окисляемость – 7.8 мг O/л, бихроматная – 25.1 мг O/л. Содержание органического вещества немного превышает сумму минеральных солей, растворенных в воде ($\frac{\text{Органическое вещество}}{\Sigma_{и}} = 1.2$), pH равно 6.86. Поверхностные воды бассейна (табл. 4) отличаются слабокислой реакцией воды, pH всегда ниже 7 и колеблется наиболее часто в интервале 6.0–6.5.

Биогенными элементами воды бассейна крайне бедны. Присутствие в них азота нитратов аналитически не улавливается. Содержание минерального фосфора изменяется в пределах 0–0.0025 мг/л. При этом следует отметить, что оно более высокое в водоемах, приуроченных к северо-западной части водосбора изучаемой системы озер. Здесь минеральный фосфор обычно содержится в количестве 0.0012–0.0025 мг/л и лишь изредка отмечен аналитический ноль. В юго-восточной части водосбора концентрация фосфора, как правило, ниже чувствительности метода определения. Возможно, эти различия связаны с ландшафтными особенностями: с северо-запада к озерной системе примыкает преимущестзенно кристаллическое плато, на юго-восточном побережье оно местами отодвинуто от побережья и непосредственно к озерам примыкают участки аккумулятивного рельефа, сложенного мореной и зандровыми песками. Содержание кремния колеблется в большом диапазоне – от 0 до 4.6 мг/л Si. Железо присутствует в поверхностных водах в количестве нескольких сотых долей (0.02–0.08), редко достигая 0.1 мг/л Fe^{Σ}. Значительную часть составляет закисная форма (Fe^{2+}). В р. Нерентъяврйок присутствие азота нитратов и минерального фосфора не улавливается, железо содержится в окисной форме в количестве 0.11 мг/л Fe^{3+}, кремний – 0.8 мг/л Si.

Гидрохимическая характеристика озер системы Канентъявр-Колгиявр

Химический состав воды многочисленных рек и ручьев, стекающих по склонам водосбора в котловину озер системы Канентъявр-Колгиявр, не претерпевает в последних заметных изменений. Минерализация воды ($\Sigma_{и}$) в озерах этой системы близка средней минерализации вод притоков, колебания ее ограничиваются пределами 11.0–16.8 мг/л (табл. 5). Не наблюдается существенных изменений также в соотношении ионов: вода всех озер системы имеет хлоридно-натриевый состав. Преобладание ионов Na^{+} в катионном составе выражено значительно резче, чем Cl^{-} в анионном составе.

В условиях избыточного увлажнения при крайне низкой минерализации речного стока исключается возможность метаморфизации химического состава речных вод в озере за счет процессов седиментации солей. Близость состава озерных и речных вод свидетельствует в этом случае о малой роли подземной составляющей в водном балансе водоема. На отсутствие сколь-либо существенного подтока подземных вод через ложе рассматриваемых озер ука-

Таблица 5

Минерализация и ионный состав воды озер Канентъявр и Колгиявр (1966 г.)

№ станции	Дата	Горизонт, м	$\Sigma_{ц}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
				экв. %						мг/л					
				Оз. Канентъявр											
1	16 VIII	0	14.8	25	29	46	20	15	65	3.4	3.0	3.6	0.8	0.4	3.6
		7.0	15.2	28	25	47	14	11	75	3.8	2.7	3.6	0.6	0.3	4.2
2	16 VIII	0	14.1	24	28	48	17	17	66	3.2	2.8	3.6	0.7	0.4	3.4
		8.2	13.5	23	27	50	11	23	66	2.8	2.6	3.6	0.5	0.6	3.4
3	16 VIII	0	13.5	23	27	50	18	20	62	2.8	2.7	3.6	0.7	0.5	3.2
		6.7	13.5	21	28	51	17	16	67	2.6	2.7	3.7	0.7	0.4	3.4
4	13 VIII	0	11.0	6	34	60	16	20	64	0.6	2.8	3.8	0.6	0.4	2.8
		10.6	11.3	9	33	58	17	20	63	1.0	2.8	3.7	0.6	0.4	2.8
5	13 VIII	0	15.9	27	28	45	15	14	71	3.8	3.1	3.8	0.7	0.4	4.1
		17.1	16.5	30	27	43	16	16	68	4.4	3.1	3.7	0.8	0.4	4.1
6	13 VIII	0	13.1	21	27	52	20	17	63	2.6	2.6	3.6	0.8	0.4	3.1
		9.2	14.5	24	28	48	16	14	70	3.2	2.8	3.6	0.7	0.4	3.8
7	5 VIII	0	13.0	23	28	49	15	22	64	2.8	2.6	3.4	0.6	0.5	3.1
		15.3	15.8	33	25	42	16	18	66	4.6	2.8	3.4	0.7	0.5	3.8
7[a]	5 VIII	0	14.8	31	25	44	14	16	70	4.0	2.6	3.4	0.6	0.4	3.8
		4.0	14.6	29	25	46	16	21	63	3.8	2.6	3.5	0.7	0.6	3.4
8	5 VIII	0	13.7	25	28	47	15	22	63	3.2	2.7	3.4	0.6	0.6	3.2
		2.6	14.6	30	26	44	17	22	61	4.0	2.7	3.3	0.7	0.6	3.3
9	21 VIII	0	11.6	14	29	57	19	29	52	1.6	2.6	3.7	0.7	0.6	2.4
		7.4	12.5	13	30	57	18	23	59	1.6	2.8	4.0	0.7	0.6	2.9
11	21 VIII	0	11.7	9	31	60	20	25	55	1.0	2.8	4.0	0.7	0.6	2.6
		6.0	12.0	14	27	59	18	29	53	1.6	2.5	4.0	0.7	0.7	2.5
10	21 VIII	0	12.8	17	27	56	17	23	60	2.0	2.6	3.9	0.7	0.6	3.0
		1.8	16.8	29	25	46	15	24	61	4.4	3.1	4.1	0.7	0.7	3.8

Таблица 5 (*продолжение*)

№ станции	Дата	Горизонт, м	$\Sigma_{ион}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
				экв. %						мг/л					
				Оз. Канентъявр											
12	10 VIII	0	14.5	26	27	47	16	17	67	3.4	2.8	3.6	0.7	0.4	3.6
		15.2	12.9	19	27	54	14	17	69	2.3	2.5	3.7	0.6	0.4	3.4
12	10 VIII	0	11.3	4	34	62	22	18	60	0.4	2.8	3.8	0.7	0.4	3.2
		3.8	11.1	4	35	61	17	22	61	0.4	2.8	3.7	0.6	0.4	3.2
				Озера Полярное, Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр											
14	11 VII	0	13.1	23	29	48	14	26	60	2.8	2.7	3.4	0.6	0.6	3.0
		3.6	14.7	28	29	43	13	28	59	3.8	3.1	3.3	0.6	0.7	3.2
15	30 VII	0	16.3	29	27	44	12	15	73	4.2	3.1	3.7	0.6	0.4	4.3
16	15 VII	0	15.7	32	23	45	13	16	71	4.4	2.5	3.7	0.6	0.4	4.1
		9.3	13.9	20	29	51	9	31	60	2.6	3.0	3.9	0.4	0.8	3.2
16[a]	15 VII	0	14.4	24	28	48	13	18	69	3.2	2.9	3.6	0.6	0.5	3.6
		2.9	13.8	25	28	47	18	21	61	3.2	2.7	3.5	0.7	0.5	3.2
17	30 VII	0	11.2	9	32	59	16	28	56	1.0	2.7	3.8	0.6	0.6	2.5
		1.7	14.8	26	27	47	9	20	71	3.4	2.9	3.7	0.4	0.5	3.9
18	17 VII	0	16.1	36	20	44	14	14	72	5.0	2.3	3.6	0.6	0.4	4.2
		3.8	14.6	29	22	49	15	16	69	3.8	2.3	3.7	0.7	0.4	3.7
20[a]	23 VII	0	14.2	27	23	50	16	16	68	3.4	2.4	3.7	0.7	0.4	3.6
		2.4	15.6	29	24	47	14	10	76	4.0	2.6	3.8	0.6	0.3	4.3
20	23 VII	0	14.0	25	27	48	15	16	69	3.2	2.6	3.6	0.6	0.4	3.6
		1.6	14.1	30	22	48	14	16	70	3.8	2.2	3.5	0.6	0.4	3.6
19	23 VII	0	16.8	26	18	56	11	12	77	4.0	2.2	4.9	0.5	0.4	4.8
		1.6	11.3	0	24	76	14	15	71	–	2.2	5.0	0.5	0.3	3.3

| | | |

Таблица 6

Содержание в воде озер Канентъявр-Колгиявр растворенных газов, биогенных элементов, органического вещества и величина pH (1966 г.)

№ станции / Прозрачность, м	Дата	Горизонт, м	$t°C$	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг /л		O_2		CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si	10^{-3} N_{NO_3}	10^{-3} $P_{мин}$
						П	Б	мг/л	%	мг/л					
						Оз. Канентъявр									
1	16 VIII	0	12.9	6.7	16	4.8	13.1	10.4	96	1.3	0.04	0	0.9	0	1
		5	12.9	6.7	–	–	–	10.2	95	1.3	0.04	0	0.9	0	1
		6	12.9	6.7	18	–	–	10.6	98	1.3	0.04	0	0.9	0	1
		7	12.7	6.4	18	4.5	13.1	8.9	82	3.5	0.58	0.30	0.9	5	1.4
2/5.7	16 VIII	0	13.0	6.7	16	4.5	–	10.3	96	1.6	0.04	0	1.0	0	1
		5	13.0	6.7	16	–	–	10.3	95	1.4	0.04	0	0.9	0	1
		8.2	12.8	6.4	16	4.3	–	10.2	94	1.4	0.10	0.01	0.9	0	1
3/4.6	16 VIII	0	12.8	6.8	18	5.6	15.4	10.3	95	1.2	0.05	0	0.9	0	1
		5	12.3	6.8	18	–	–	10.5	96	1.2	0.07	0	0.9	0	1
		6.7	12.3	6.6	21	5.2	13.8	10.1	92	1.8	0.18	0	1.2	0	1.5
4/4.1	13 VIII	0	13.4	6.6	20	4.7	12.5	9.9	93	1.4	0.04	0	0.7	0	1.3
		5	13.3	6.6	20	–	–	10.0	93	2.1	0.04	0	0.9	0	1.2
		10.6	12.9	6.6	20	5.0	12.8	10.1	94	1.8	0.09	0	0.7	30	1.2
5/4.1	13 VIII	0	13.0	6.6	20	4.6	10.9	10.0	94	1.4	0.04	0	0.9	0	1.2
		5	13.8	–	20	–	–	9.9	93	2.1	0.04	0	0.9	3	1.2
		10	13.8	6.6	20	–	–	10.0	93	1.4	0.04	0	0.9	3	1.2
		15	13.1	6.6	20	–	–	9.8	91	1.6	0.04	0	0.9	15	1.5
		17	11.8	6.0	20	–	–	9.3	87	2.5	0.09	0.01	0.9	–	1.5
		17.1	10.2	6.0	20	4.3	10.9	8.9	83	4.9	0.44	0.15	0.9	25	1.2
6/4.1	13 VIII	0	14.3	6.6	20	4.1	18.8	10.0	93	1.4	0	0	0.7	0	1.2
		5	13.9	6.6	20	–	–	10.0	94	–	0.04	0	0.9	0	1.2
		9.2	13.7	6.1	20	4.5	18.8	10.0	92	1.7	0.10	0	0.9	10	1.2
7/4.1	5 VIII	0	15.9	6.8	21	4.8	15.6	9.8	96	1.5	0.08	0	0.9	0	0
		2	15.9	6.7	21	–	–	10.1	99	1.5	0.06	0	0.9	0	0
		5	15.9	6.7	22	–	–	9.9	97	1.4	0.06	0	0.9	0	0
		10	15.6	6.6	22	–	–	9.8	96	1.7	0.03	0	0.9	0	0
		15.3	1.7	6.0	23	4.8	12.5	7.2	66	5.3	0.06	0	1.2	50	1.7
7	5 VIII	0	–	6.7	22	5.2	12.5	10.2	–	1.4	0.06	0	0.9	0	0
		4.0	–	6.7	22	5.2	14.0	9.6	–	1.9	0.08	–	0.9	0	1.7
8	5 VIII	0	16.4	6.7	23	5.7	16.4	9.9	98	1.4	0.04	0	1.0	0	0
		2.6	16.1	6.7	24	6.3	15.6	9.5	94	2.3	0.08	0.01	1.0	0	0
9/4.9	21 VIII	0	8.2	6.6	18	9.0	20.0	11.2	93	1.2	0.07	0	0.6	0	0
		5	8.5	6.6	18	–	–	11.0	93	1.1	0.17	0	–	0	0
		7.4	8.2	6.4	30	8.9	20.0	11.1	93	2.1	0.33	0.04	0.6	0	0
11	21 VIII	0	8.8	6.6	18	7.0	–	11.0	94	1.2	0.08	0	0.5	0	0
		2	8.8	6.6	18	–	–	11.3	96	1.2	–	0	–	0	0
		4	8.8	6.6	18	–	–	11.2	95	1.2	0.09	0	–	0	0
		6.0	8.8	6.6	18	6.7	17.7	10.9	92	1.2	0.26	0	0.5	0	0
10	21 VIII	0	8.2	6.6	18	7.4	–	11.4	95	0.9	0	0	–	0	1
		1.8	8.2	6.5	18	8.1	–	11.3	95	1.2	0.08	0.08	–	0	1

Таблица 6 (продолжение)

№ станции / Прозрачность, м	Дата	Горизонт, м	$t°C$	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг О/л		O_2		CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si	$N_{NO_3}^{10^{-3}}$	$P_{мин}^{10^{-3}}$
						П	Б	мг/л	%	мг/л					
						Оз. Канентъявр									
13 / 4.0	10 VIII	0	14.2	6.6	20	4.8	12.5	10.2	97	1.5	0.04	0	0.8	0	0
		2	14.2	6.6	20	–	–	8.0	77	1.0	–	0	0.8	0	0
		5	14.2	6.1	20	–	–	8.0	76	1.3	0.04	0	0.8	0	1
		10	8.6	6.0	20	–	–	10.5	89	4.0	0.05	0	0.8	0	1
		15	6.8	6.1	20	–	–	7.9	64	5.6	0.07	0	0,90	0	1
		15.2	6.7	6.1	24	4.9	13.6	8.0	65	5.6	0.53	0.40	1.2	0	1
12 / До дна	10 VIII	0	14.1	6.7	20	5.0	17.0	10.2	97	1.5	0.07	0	0.8	0	1
		3.8	13.3	6.6	22	4.4	14.8	9.7	93	1.9	0.15	0.01	0.8	5	1
		Озера Полярное, Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр													
14 / До дна	14 VII	0	16.0	6.6	19	4.1	16.1	10.2	101	1.8	0.04	0	0,9	0	2.0
		3.6	15.3	6.6	19	4.5	11.3	10.1	98	1.6	0,19	0	0.9	0	2.0
15 / До дна	30 VII	0	–	6.6	19	4.9	14.5	–	–	1.2	0.02	0	0.6	0	1.5
		2.7	–	–	19	4.9	13.7	–	–	1.4	0.04	0	0.6	0	1.5
16 / 3.5	15 VII	0	16.9	6.8	17	4.6	9.6	10.2	102	1.6	0.02	0	0.9	–	–
		4	14.4	6.6	17	–	–	10.4	99	1.8	0.02	0	–	–	–
		8	8.5	6.2	17	–	–	9.2	79	4.8	0.02	0	–	–	–
		9.3	8.4	6.0	28	5.5	15.3	8.0	68	6.5	0.70	0.70	1.1	–	–
16[a] / До дна	15 VII	0	17.3	6.8	19	4.7	12.9	10.4	105	1.9	0.02	0	–	–	–
		2.9	17.1	6.6	20	4.5	12.9	10.1	102	1.6	0.03	0	–	–	–
17 / До дна	30 VII	0	13.0	6.6	19	5.0	14.5	9.7	90	1.0	0.04	0	0.6	0	1.5
		1.7	13.8	6.6	19	5.0	13.7	9.9	93	1.2	0.04	0	0.7	0	2.0
18 / 3.0	17 VII	0	16.8	6.6	19	5.8	12.9	9.8	98	1.4	0.02	0	0.8	0	2.0
		4.0	16.8	6.6	24	4.5	12.9	9.5	96	1.8	0.01	0	0.9	0	2.0
20[a] / До дна	23 VII	0	13.1	6.7	20	4.9	11.3	10.0	93	1.2	0.05	0	0.7	0	0
		2.4	12.6	6.6	20	4.9	12.9	10.2	94	1.6	0.08	0.02	0.7	0	0
20 / До дна	23 VII	0	13.3	6.6	24	4.7	12.9	10.2	95	1.3	0.05	0	0.7	0	0
		1.6	13.0	6.6	24	4.9	11.3	10.0	93	1.4	0.07	0.02	0.7	0	0
19 / До дна	23 VII	0	14.0	6.6	30	6.1	14.5	10.1	95	1.3	0.10	0	0.5	0	0
		1.6	13.1	6.0	30	5.6	14.5	10.1	94	1.4	0.08	0.02	0.5	0	0
		Оз. Бол. Колгиявр													
21 / До дна	26 VII	0	18.3	6.7	18	4.6	12.1	10.0	104	1.3	0	0	0.6	0	1.2
		3,7	18.3	6.5	20	4.9	15.3	9.5	98	2.0	0.07	0.07	0.7	0	1.5
22 / До дна	26 VII	0	19.9	6.8	18	4.7	12.1	9.8	104	1.5	0	0	0.6	0	1.5
		2	19.6	6.5	18	–	–	9.6	102	1.5	0	0	0.6	0	1.5
		3.5	18.3	6.5	18	4.5	11.3	10.4	107	1.8	0	0	0.6	0	1.7
		3.6	18.3	6.5	20	4.5	12.9	10.2	105	1.8	0.04	0.02	0.6	0	1.7
		Р. Кольйок													
Исток	26 VII	0	–	5.6	22	4.7	12.1	–	–	–	0.04	0	0.9	0	1.5

плесе на ст. 9 и в конце западного плеса 1У на ст. 6. При этом в последнем плесе следует отметить преобладание автохтонных процессов в образовании органического вещества. Процент окисления перманганатом составляет здесь 22% в поверхностном слое и 24% в придонном, а, как известно (Скопинцев, 1950), для органического вещества планктонного происхождения он составляет около 20%.

Реакция воды слабокислая, pH поверхностного слоя воды 6.6–6.8. На некоторых станциях при наличии температурной стратификации отмечено уменьшение величины pH с глубиной до 6.0. Величина pH ила в большинстве случаев ниже pH придонного слоя и изменяется в пределах 5.60–6.24.

Водная масса озера в период наблюдений была достаточно хорошо насыщена кислородом. Однако перенасыщения и даже 100%-го насыщения не наблюдалось. В поверхностном слое содержание кислорода составляло 93–97% насыщения, или 9.9–11.4 мг/л O_2, содержание двуокиси углерода – 0.9–1.6 мг/л CO_2. В придонном слое амплитуда колебаний обоих компонентов значительно расширяется: процент насыщения воды кислородом изменяется в пределах от 64 до 95% (7.2–11.3 мг/л O_2), содержание CO_2 – от 1.2 до 5.6 мг/л.

Гидрохимическая съемка оз. Канентъявр производилась в начальный период его осеннего охлаждения при значительном ветровом перемешивании. Возможно, что в период максимального прогрева воды возникает перенасыщение кислородом поверхностных слоев за счет фотосинтеза, но падение содержания кислорода до значительного дефицита в придонных слоях, по-видимому, исключено. Этот вывод подтверждают наблюдения, проведенные в конце периода летней стагнации в зоне контакта вода–ил. Насыщение воды кислородом в этой зоне было не ниже 64–66%, или 7.2–8.0 мг/л O_2 (ст. 7 и 13).

Водная масса озера очень бедна биогенными элементами. В основной толще воды нитраты (N_{NO_3}) аналитически не улавливаются и обнаружены лишь на ст. 5 (0.003 мг/л N). В придонном слое некоторых участков озера содержание нитратов достигает значительной величины – 0.03–0.05 мг/л N (ст. 4 и 7). Фосфаты ($P_{мин}$) в большей части озера содержатся в исчезающе малых количествах (0–0.001 мг/л P) и только на станциях 4, 5 и 6 немного превышают 0.001 мг/л P.

Незначительно содержание и растворенного железа в воде озера, включая придонные горизонты. Суммарная его концентрация составляет сотые доли мг/л и только в зоне контакта вода–ил достигает нескольких десятых (до 0.58 мг/л Fe^{Σ}). Содержится железо в основном в окисной форме, закисное обнаружено лишь в зоне контакта преимущественно в сотых долях мг/л Fe^{2+}.

Из биогенных элементов наибольшей концентрации достигает растворенный кремний, который присутствует во всей водной толще, хотя его содержание также невелико: не превышает 1.0 и редко в придонном слое достигает 1.2 мг/л Si.

Озеро Полярное и следующие за ним озера Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр – проточные, водосборная площадь их определяется в основном водосбором оз. Канентъявр, и они находятся под влиянием его водных масс. Озера по гидрохимическим показателям обнаруживают большое сходство с оз. Канентъявр. В наиболее глубоком плесе оз. Полярного (ст. 16) прозрачность воды 3.5 м, в других (мелких) – до дна. Цвет воды желтовато-зеленый. Цветность – 17–20°, лишь в придонном слое более глубокого плеса достигает 28° и на мелководье оз. Мал. Колгиявр – 24–30°. Бихроматная и перманганатная окисляемость по сравнению с оз. Канентъявр немного ниже и изменяется в более узком пределе: 9.6–16.1 и 3.9–6.1 мг О/л соответственно. Реакция воды слабокислая, pH – 6.6–6.8. В более глубоком плесе оз. Полярного величина pH с глубиной понижается до 6.23, а в придонном слое, в зоне контакта с илом, – до 5.96. pH ила – 5.96–6.28.

Насыщение воды кислородом, так же как и в оз. Канентъявр, хорошее. В поверхностном слое оз. Полярного наблюдалось небольшое перенасыщение – до 101–105% (10.2–10.4 мг/л O_2). В наиболее глубоких слоях воды процент насыщения кислородом уменьшается до 73% и в зоне контакта с илом – до 68% (8.7–8.0 мг/л O_2). Содержание двуокиси углерода в поверхностном слое 1.2–1.8 мг/л, в придонном – до 4.8–6.5 мг/л CO_2.

Из биогенных элементов, как и в оз. Канентъявр, нитраты аналитически не улавливаются, а железо и кремний содержатся также в небольших количествах. Можно отметить отсутствие фосфатов в оз. Мал. Колгиявр и несколько большее его содержание по сравнению с оз. Канентъявр в озерах Полярном, Березовом и Китенъявр (0.0015–0.0025 мг/л P). По-видимому, эти различия связаны не только с процессом потребления фосфатов фитопланктоном, но и обусловлены более интенсивным поступлением фосфатов с водами местного стока, формирующегося на кристаллическом плато.

Озеро Бол. Колгиявр замыкает цепочку озер. По содержанию биогенных элементов, растворенных газов и органических веществ оно существенно не отличается от вышеописанных озер этой системы. Насыщение воды озера кислородом составляет 100–107% (9.6–10.4 мг/л O_2). Следует отметить еще большую бедность его по сравнению с другими озерами растворенным кремнием (0.6–0.7 мг/л Si). Уменьшение содержания кремнекислоты, вероятно, связано с несколько иными для развития фитопланктона условиями в его северо-восточной части, представляющей собой большую зону пассивного водообмена вследствие того, что приток и сток (р. Кольйок) находятся в меньшей, южной части озера.

Наряду с исследованиями на системе озер Канентъявр–Колгиявр были проведены наблюдения на одном из озер бассейна – оз. Глубоком. Оно не типично для бассейна, на что мы уже ранее указали, рассматривая минерализацию поверхностных вод водосбора, и выбрано в связи с тем, что отличается от озер системы условиями, определяющими устойчивую термическую стратификацию. Если для озер системы характерно беспорядочное распределение глубин по акватории, то в оз. Глубоком максимальная глубина 8.3 м приурочена к центральной части озера, средняя глубина – 2.9 м, площадь зеркала – 0.04 км^2, площадь водосбора – 0.9 км^2.

По гидрохимическим показателям оно имеет много общего с озерами системы, но выделяется некоторым своеобразием. Отчетливо прослеживается стратификация в вертикальном распределении некоторых гидрохимических показателей и более широкий диапазон их изменений. Активная реакция его воды слабокислая, pH – 6.6–5.8. Цветность изменяется от 29 до 35–40°. Насыщение кислородом на поверхности достигает 101%, с глубиной падает до 55–48% в придонном слое (до 6.0 мг/л O_2). Содержание двуокиси углерода возрастает от 2.1 в поверхностном слое до 10.0 мг/л CO_2 в придонном. Суммарная концентрация железа в воде оз. Глубокого по сравнению с озерами системы увеличивается на порядок (до десятых долей мг/л Fe^{Σ}), и в отличие от последних в ней присутствует закисное железо (0.02–0.08 мг/л Fe^{2+}). Выше и концентрация минерального фосфора (0.0025 мг/л P). Азот нитратов аналитически не улавливается.

Гидрохимические исследования системы озер Канентъявр–Колгиявр и поверхностных вод ее бассейна позволили установить, что определяющая роль в формировании химического состава их вод принадлежит атмосферным осадкам, находящимся под влиянием Баренцева моря. Растворение минералов и горных пород крайне незначительно, почти ничего не вымывается из почв, и многовековое поступление морских солей с атмосферными осадками на поверхность водосбора, подавляя влияние ландшафта, определяет характер ионного состава воды озер: крайне мало минерализованные воды имеют хлоридно-натриевый состав.

Подобная характеристика может быть распространена и на другие системы озер, находящиеся в районе вторжения воздушных масс с Баренцева моря на материк. Такое заключение позволяют сделать наши данные, характеризующие систему Жюль–озер: протока из замыкающего эту систему оз. Кошкъявр (рис. 1) отличается крайне маломинерализованной водой ($\Sigma_{ц}$ – 12.7 мг/л) хорошо выраженного хлоридно–натриевого состава.

Ландшафтные особенности оказывают влияние на формирование растворенного в воде органического вещества: определяют его небольшое содержание в воде и преимущественно аллохтонное происхождение. Проточность систем и морфометрические показатели озер создают благоприятные условия для аэрации всей водной массы и равномерного распределения компонентов химического состава в водной толще. Озера отличаются бедностью содержания компонентов биогенного состава.

II. Северотаежный ландшафт

Район исследованных нами озер расположен примерно в 40 км от побережья Кандалакшского залива Белого моря, на водоразделе рек Умбы и Варзуги. Вялозеро и находящиеся в пределах его водосбора Верхн. Сеньозеро и Сеньозеро относятся к бассейну р. Умбы. Озера Пасмозеро и Великое принадлежат бассейну р. Варзуги, однако часть стока через оз. Индель по лесосплавному каналу поступает в Вялозеро.

Наши исследования проводились в июле–августе 1967 и 1968 гг. Природные особенности северотаежного ландшафта значительно отличаются от ландшафта лесотундры. Водосборы исследованных нами озер представляют слабо расчлененную холмистую равнину, в отличие от сильно расчлененного рельефа лесотундры. Участки межхолмистой равнины сочетаются с холмисто–грядово–кольцевым комплексом. К понижениям последнего приурочены очень характерные для ландшафта многочисленные ламбины. Породы фундамента не выходят на поверхность и перекрыты толщей рыхлых четвертичных отложений (от 20 до 130 м). Все формы рельефа сложены супесчаной мореной. Слабая расчлененность рельефа и близкое залегание грунтовых вод обусловливают развитие крупных болотных массивов (36.8% водосборной площади). Болотные отложения представлены торфами сфагново–осоковыми и кустарничково–моховыми, иногда с древесными остатками. Торфяники в значительной степени регулируют поверхностный сток. Почвы иллювиально–болотного происхождения. Мощность почвенного покрова в среднем 60–70 см. Древесная растительность состоит из елово–соснового леса с примесью березы.

В северотаежном ландшафте каждое озеро имеет свой четко выраженный водосбор – в противоположность системе озер Канентъявр–Колгиявр, обладающей одним водосбором, все части которого связаны между собой. Густота гидрографической сети значительно реже, чем в лесотундровом ландшафте (рис. 2). Белое море, омывающее южную часть Кольского полуострова, в отличие от Баренцева моря не оказывает заметного влияния на общую циркуляцию атмосферы и соответственно на формирование ионного состава поверхностных вод.

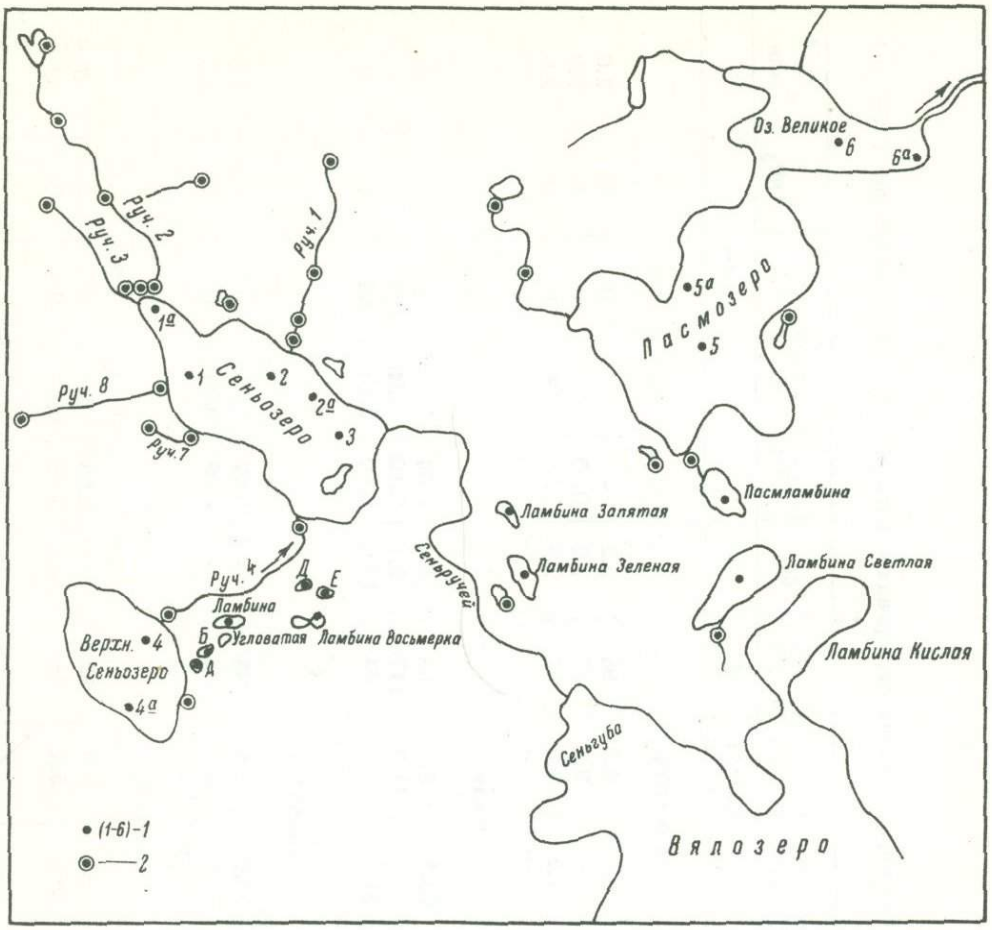


Рис. 2. Схема расположения гидрохимических станций на озерах и водосборном бассейне в северотаежном ландшафте.

1 – №№ станций на озерах; 2 – места отбора проб на водосборе.

Гидрохимическая характеристика ламбин

Очень характерные элементы ландшафта – ламбины (рис. 2) – приурочены к холмисто-грядовому и грядово-кольцевому моренному рельефу, отличающемуся значительной расчлененностью и мощностью рыхлых отложений. Все понижения рельефа заболочены или заняты ламбинами, многие из которых окаймлены болотами. Распространены преимущественно мезо-олиготрофные кустарничково-сфагновые или грядово-мочажинные болота.

Ламбины отличаются друг от друга по размеру водного зеркала, глубине, характеру питания, что в свою очередь влияет на состав их вод. В одних ламбинах формирование химических свойств протекает при более или менее значительном участии мезо-олиготрофных болот (большинство ламбин), в других сохраняются почти не подвергшиеся трансформации атмосферные осадки. Встречаются ламбины, в питании которых принимают участие подземные воды. Степень гумификации ламбин, согласно классификации И.В. Баранова (1961), по

Таблица 7

Содержание в воде ламбин растворенных газов, биогенных элементов, органического вещества и величина pH (1967 г.)

Дата / Прозрачность, м	Горизонт, м	t°C	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг O/л		O_2		CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si	N_{NO_3}	$P_{мин} \cdot 10^{-3}$
					П	Б	мг/л	%	мг/л					
						Светлая								
9 VIII / До дна	0	19.4	3.91	0	1.4	9.6	9.3	98	2.2	–	–	0	0	2.0
	5	19.2	3.77	0	–	–	9.2	97	2.2	0.05	0	0	0	2,0
	7.0	19.0	3.90	0	2.3	11.2	9.0	94	2.3	0.08	0.04	0	0	2.0
						Зеленая								
26 VII / 5.8	0	18.1	5.92	6	3.6	22.8	9.6	99	1.6	0.04	0.02	0	0	0
	5	17.2	–	6	–	–	11.6	117	2.1	0.10	0.04	0.1	0	0
	9.9	10.7	5.72	12	3.2	21.6	5.0	44	10.5	0.60	0.10	0.2	0	0
						Угловатая								
11 VIII	0		4.38	16	6.0	20.0	8.6	93	–	0.07	0.02	0	0	4.9
	3.4		3.47	16	6.0	20.5	5.6	58	–	0.09	0.04	0	0	2.5
						Запятая								
1 VIII / 3.2	0	20.4	4.07	20	9.7	38.7	9.0	97	3.3	0.08	0	0	0	0
	4.6	11.2	4.82	48	7.7	25.6	5.4	48	14.4	0.08	0.04	0	0	0
						Восьмерка								
11 VIII	0	16.4	4.30	36	8.9	30.0	8.5	84	–	0.09	0.06	0.3	0	4.9
	8.4	5.4	4.16	50	9.6	29.1	1.4	11	–	0.75	0.60	1.5	0	2.5
						Пасмламбина								
9 VIII	0	18.7	4.88	60	11.4	27.2	9.0	93	–	0.08	0.06	0.8	0	1.0
	3.9	18.3	4.53	72	10.9	26.4	5.6	58	–	0.36	0.36	0.9	0	1
						Б								
7 VIII	Урез	22.0	3.65	28	7.1	20.8	8.3	91	–	0.06	0.02	0.2	0	2.0
						Д								
7 VIII	Урез	22.5	3.60	31	10.4	35.2	8.3	93	–	0.06	0.02	0.2	0	2.0
						А								
7 VIII	Урез	23.8	3.66	56	11.7	30.4	8.1	92	–	0.12	0.04	0.3	0	1
						Е								
7 VIII	Урез	23.2	3.46	56	11.9	34.4	8.4	94	–	0.04	0	0.3	0	4.9

Таблица 8

Минерализация и ионный состав воды ламбин (1967 г.)

Название ламбины	Дата	Горизонт, м	$\Sigma_{ц}$, мг/л	% экв. %						мг/л					
				HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
Светлая	3 VIII	0	5.4	0	75	25	25	12	63	0	2.9	0.7	0.4	0.1	1.3
		7.0	5.4	0	75	25	25	12	63	0	2.9	0.7	0.4	0.1	1.3
Зеленая	26 VII	0	3.9	0	67	33	33	17	50	0	1.9	0.7	0.4	0.1	0.8
		9.9	3.1	0	60	40	40	20	40	0	1.4	0.7	0.4	0.1	0.5
Угловатая	11 VIII	0	5.4	0	62	38	25	0	75	0	2.4	1.1	0.4	0	1.5
		3.4	5.2	0	62	38	25	12	63	0	2.4	1.1	0.4	0.1	1.2
Запятая	1 VIII	0	3.3	0	60	40	40	0	60	0	1.4	0.7	0.4	0	0.8
		4.6	4.9	14	57	29	14	0	86	0.6	1.9	0.7	0.2	0	1.5
Восьмерка	11 VIII	0	6.1	23	44	33	33	11	56	1.2	1.9	1.1	0.6	0.1	1.2
		8.4	8.6	42	33	25	25	17	58	3.0	1.9	1.1	0.6	0.2	1.8
Пасмлambина	9 VIII	0	8.2	33	33	34	25	25	50	2.4	1.9	1.4	0.6	0.4	1.5
		3.9	8.4	33	33	34	25	8	67	2.4	1.9	1.4	0.6	0.1	2.0
Б	7 VIII	0	4.0	0	67	33	17	0	83	0	1.9	0.7	0.2	0	1.2
Д	7 VIII	0	3.4	0	60	40	20	0	80	0	1.4	0.7	0.2	0	1.1
А	7 VIII	0	5.2	0	62	38	25	12	63	0	2.4	1.1	0.4	0.1	1.2
Е	7 VIII	0	5.3	0	63	37	12	12	76	0	2.4	1.1	0.2	0.1	1.5

величине перманганатной окисляемости изменяется в пределах олигомезогумозного типа. В табл. 7 наиболее крупные и глубокие лямбины из числа исследованных располагаются в порядке возрастания гумификации воды. Верхнее место занимает лямбина Светлая, нижнее – Пасмлямбина. Характеристика ионного состава и минерализации вод лямбин приведена в табл. 8.

Лямбина Светлая. Голубая окраска воды, нулевая цветность ее указывают, что болотные воды не участвуют в питании этой лямбины. Органическое вещество, растворенное в воде лямбины, автохтонного происхождения, о чем позволяет судить соотношение величин перманганатной и бихроматной окисляемости. Перманганатом окисляется 15–20% органических веществ, окисляемых бихроматом. На окисление их бихроматом расходуется в поверхностном слое воды 9.6 мг O/л, в придонном (глубина 7.0 м) – 11.2 мг O/л. Содержание органических веществ невелико, но и оно превышает в 1.4–1.6 раза сумму растворенных минеральных солей, равную 5.4 мг/л.

Минерализация, хорошо выраженный сульфатно-натриевый состав и отсутствие в нем гидрокарбонатного иона – характеристики, общие для состава воды лямбины Светлой и атмосферных осадков данного региона, позволяющие считать, что лямбина Светлая представляет собой естественный резервуар, в котором в наиболее „чистом" виде аккумулируются атмосферные осадки.

Пасмлямбина значительно отличается от лямбины Светлой как по содержанию и качественному составу растворенного органического вещества, так и по соотношению ионов. В Пасмлямбине органические вещества имеют почвенно-болотное происхождение. Цвет воды желтовато-коричневого тона, цветность – 60°. Содержание органических веществ примерно в три раза выше, чем в лямбине Светлой, большая часть их окисляется перманганатом (42%).

В отличие от лямбины Светлой в воде Пасмлямбины содержится гидрокарбонатный ион, доля участия которого в анионном составе равнозначна доле двух других анионов. Среди катионов превалируют щелочные металлы. Все это позволяет считать, что в питании Пасмлямбины принимают участие наряду с болотными водами и подземные; минерализация воды все же остается крайне низкой – 8.2 мг/л $\Sigma_{ц}$. Содержание органических веществ в 2.6 раза превышает сумму ионов минерального состава. Подток подземных вод имеет место и в сравнительно глубокой лямбине Восьмерке, на что указывает преобладание гидрокарбонатного иона (42 экв.%) в анионном составе придонной воды (глубина 8.4 м) и более высокая минерализация воды (8.6 мг/л $\Sigma_{ц}$) в сравнении с другими лямбинами.

Очень характерны для грядово-кольцевого рельефа небольшие и мелководные лямбины (А, Б, Д, Е) с крайне маломинерализованной водой сульфатно-хлоридно-натриевого состава. Содержание органических веществ, растворенных в их водах и в значительной мере автохтонного происхождения, в 4–8 раз превышает сумму минеральных солей. Болота, приуроченные к грядово-кольцевому рельефу, обычно невелики по площади, и, судя по гидрохимической характеристике лямбин, также питаются в основном атмосферными осадками.

Поверхностные воды лямбин хорошо насыщены кислородом – 84–99% (8.1–9.6 мг/л O_2), однако во многих более глубоких (исключая лямбину Светлую) в придонном слое наблюдается значительный дефицит. Содержание кислорода в этом слое оказывается ниже 50% насыщения. Наибольший дефицит отмечен в лямбине Восьмерке, где насыщение кислородом в придонном слое не превышало 11% (1.4 мг/л O_2). Одновременно увеличивается концентрация двуокиси углерода до 10–14 мг/л при содержании в поверхностном слое, равном 1.6–3.3 мг/л CO_2.

Лямбины отличаются бедностью содержания компонентов биогенного состава. Азот нитратов аналитически не улавливается. Содержание кремнекислоты ничтожно мало, а в некоторых – аналитический ноль (Светлая, Угловая, Запятая). И только в придонном слое лямбины Восьмерка – 1.5 мг/л Si.

Минеральный фосфор в одних ламбинах (Зеленая, Запятая) не улавливается, в других содержится в количестве 0.002–0.005 мг/л P . Содержание железа в поверхностных слоях – 0.04–0.12 мг/л, в придонных достигает 0.75 мг/л. Значительная часть его находится в закисной форме.

Реакция воды в ламбинах кислая, величина pH в некоторых из них ниже 4 и всегда ниже 6. pH поверхностного слоя ила обычно немного выше, чем придонной воды, но также меньше 6.

Большинство ламбин бессточны. Чередование холмов и понижений в сочетании с фильтрующей способностью песчаных отложений не способствует развитию гидрографической сети.

Гидрохимическая характеристика озер и их водосборных бассейнов

Верхнее Сеньозеро вытянуто с северо-запада на юго-восток. Площадь зеркала – 1.4 км^2, площадь водосбора невелика – 6.7 км^2. При небольших размерах озеро довольно глубокое: максимальная глубина – 13.0 м, средняя – 4.2 м. Благодаря такому соотношению в озере создаются условия для термической стратификации и, как следствие, стратификации некоторых гидрохимических компонентов и особенно растворенных газов. Выраженных притоков озеро не имеет. Сток осуществляется по ручью в Сеньозеро.

Озеро (табл. 9) отличается относительно высокой прозрачностью (4.5 м), желтовато-зеленым цветом воды и небольшим содержанием растворенного органического вещества. На окисление органических веществ бихроматом расходуется 12.8–17.6 мг O /л, а на окисление перманганатом – лишь 3.1–4.2 мг O /л, или 23–25%, что очень близко к величине, характеризующей органическое вещество планктонного происхождения. Об автохтонной природе органических веществ свидетельствуют небольшая цветность воды – 10° – и показатели цветности: по перманганатной окисляемости 2.3–3.2 и по бихроматной 0.7–0.8.

Водная масса хорошо насыщена кислородом: в поверхностных слоях – 94–100% (9.0–10.0 мг/л O_2), с глубиной его содержание немного уменьшается, но в условиях температурной стратификации сохраняется на уровне 65–69% насыщения, или 6.8–7.5 мг/л O_2. Содержание двуокиси углерода в поверхностных слоях – 1.4 мг/л, в придонном возрастает до 5.1 мг/л CO_2. Реакция воды слабокислая, pH поверхностного слоя – 6.9, придонного – 6.30. pH ила – 5.63.

Компоненты биогенного состава присутствуют в очень низких концентрациях. Азот нитратов аналитически не улавливается. Минеральный фосфор содержится во всей водной толще, но в очень малых количествах (0.001–0.002 мг/л P). Концентрация общего железа – 0.04–0.15 мг/л, закисного – 0.02–0.10 мг/л. В 1968 г. присутствие железа обнаружено только в придонном слое (0.04 мг/л Fe^{Σ}). В сравнении с другими компонентами биогенного состава выше содержание растворенного кремния, но и его концентрация всего лишь 0.40–0.80 мг/л Si.

Вода озера (табл. 10) крайне маломинерализована ($\Sigma_{ц}$ – 12.1–17.8 мг/л). В анионном составе доминирует гидрокарбонатный ион, но его преобладание выражено слабо: в поверхностных водах – 55–58 экв.% (7.3–8.7 мг/л HCO_3^-), в придонных – 45–47 экв.% (3.8–5.8 мг/л HCO_3^-). Сульфатный ион, содержание которого равняется 2.9–3.8 мг/л, преобладает над хлоридным и составляет 27–38 экв.%. На долю хлоридного иона приходится 12–21 экв.% (1.1–1.4 мг/л Cl^-). В катионной части состава кальций или незначительно преобладает – 42–47 экв.% (1.6–2.2 мг/л Ca^{2+}), или составляет равную долю со щелочными металлами (по 32–42 экв.%), содержание которых равно 1.8–2.0 мг/л.

Таблица 9

Содержание в воде озер растворенных газов, биогенных элементов, органического вещества и величина pH

№ станции / Прозрачность, м	Дата	Горизонт, м	$t°C$	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг О/л		O_2		CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si	N_{NO_3}	$P_{мин}$ 10^{-3}
						П	Б	мг/л	%	мг/л					
	1967 г.	Верхн. Сеньозеро													
4 / 4.5	22 VII	0	17.0	6.9	10	4.0	17.6	10.0	100	1.4	0.09	0.04	0.6	0	1.4
		5	16.5	6.9	10	–	–	9.9	99	1.4	0.15	0.10	0.6	0	2.2
		10	14.2	6.5	10	–	–	8.0	76	3.6	0.15	0.05	0.7	0	2.2
		11.6	12.3	6.39	10	4.2	17.6	7.5	69	5.1	0.15	0.08	0.8	0	2.2
4а	22 VII	0.2	17.1	7.1	12	5.2	18.4	10.5	106	1.3	0.14	0.06	0.7	0	2.0
4 / 4.5	16 VIII	0	17.5	6.9	10	3.2	12.8	9.2	94	1.4	0.08	0.02	0.4	0	2.2
		5	17.3	6.9	10	–	–	9.0	91	1.4	0.04	0.02	0.4	0	2.2
		11.4	14.7	6.30	10	3.1	12.8	6.8	65	4.9	0.12	0.05	0.5	0	2.2
	1968 г.														
4	23 VII	0	12.2	7.0	10	3.4	14.2	10.2	93	1.4	0	0	0.7	0	1.5
		5	11.8	7.0	10	–	–	10.5	94	1.4	0	0	0.7	0	2.5
		10	11.7	7.0	10	–	–	9.8	89	1.4	0	0	0.7	0	2.5
		11.3	11.5	7.0	16	3.4	14.2	9.9	89	1.4	0.04	0.02	0.7	0	2.5

Таблица 9 (продолжение)

№ станции / Прозрачность, м	Дата	Горизонт, м	t °C	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг O/л		O_2		CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si	N_{NO_3}	$P^{10^{-3}}_{мин}$
						П	Б	мг/л	%	мг/л					
	1967 г.					Сеньозеро									
1 / 3.8	16 VII	0	16.2	7.0	38	7.4	20.0	10.4	103	1.2	0.11	0.05	1.6	0	2.0
		5	15.5	7.0	38	–	–	9.6	94	1.7	0.12	0.06	1.6	0	2.0
		10	12.8	6.7	38	–	–	8.3	77	4.5	0.13	0.06	1.8	0	2.0
		11.7	11.9	6.7	38	6.8	20.6	8.2	74	5.0	0.14	0.07	2.0	0	2.0
2	16 VII	0	15.2	7.2	39	6.7	20.8	9.9	96	1.4	0.09	0	1.0	0	2.5
		5	15.4	7.1	39	–	–	9.8	95	1.9	0.14	0.03	1.0	0	2.3
		10	13.5	6.8	39	–	–	8.7	82	4.0	0.28	0.09	1.0	0	–
		15	11.0	6.5	39	–	–	7.9	70	5.5	0.28	0.15	1.2	0	2.5
		17.9	9.6	6.5	42	7.8	22.4	7.9	68	6.0	0.34	0.18	1.2	0	2.5
2а	16 VII	0.2	15.4	7.0	32	7.1	21.6	10.1	99	1.2	0.14	0.07	1.0	0	2.3
3	16 VII	0	15.8	7.0	31	7.1	21.6	10.4	102	1.4	0.15	0.10	1.0	0	0
		6.0	15.4	7.0	31	7.8	22.4	9.7	94	1.5	0.28	0.15	1.4	0	2.2
2 / 3.6	15 VIII	0	17.8	7.0	26	6.4	17.6	10.7	110	1.4	0.08	0	2.1	0	2.2
		5	17.4	7.0	26	–	–	9.8	100	1.5	0.10	0	2.2	0	2.2
		10	13.6	6.4	26	–	–	6.8	64	7.9	0.12	0.06	2.4	0	2.2
		15	9.6	6.4	32	–	–	5.3	46	8.8	0.15	0.06	2.8	0	2.2
		17.5	9.4	6.4	38	5.9	16.8	5.2	45	8.8	0.40	0.18	2.8	0	5.1
3 / 3.5	15 VIII	0	17.8	7.1	28	6.1	17.6	9.8	100	1.2	0.10	0.05	2.6	0	2.5
		6.0	16.6	6.8	34	6.0	16.8	8.4	84	2.8	0.22	0.06	2.6	0	2.5
	1968 г.														
2	23 VII	0	12.2	7.0	24	5.2	17.4	10.0	91	1.6	0.12	0.02	2.4	0	2.1
		5	12.2	7.0	24	–	–	9.8	90	1.6	0.12	0.02	2.4	0	2.1
		10	11.8	7.0	24	–	–	9.9	99	1.6	0.12	0.02	2.4	0	2.1
		15	9.4	7.0	24	–	–	9.9	86	1.6	0.12	0.02	2.4	0	2.1
		18	9.1	6.6	28	5.2	17.4	6.8	58	4.9	0.16	0.04	2.8	0	2.1
	1967 г.					Пасмозеро									
5 / 1.8	29 VII	0	17.9	6.8	45	7.1	22.4	9.5	98	2.0	0.10	0.06	0.6	0	2.5
		5	17.6	6.5	45	–	–	9.3	94	2.0	0.10	0.06	0.6	0	2.2
		10	15.2	6.2	62	–	–	2.8	27	10.4	0.80	0.40	1.0	0	5.1
		10.8	14.7	6.1	88	7.5	24.0	2.6	25	10.4	1.00	0.45	1.0	0	5.1
	1967 г.					Великое									
6 / 2.1	29 VII	0	18.8	7.0	45	6.9	23.2	9.1	95	0.13	0.13	0.02	1.1	0	2.5
		3.8	18.5	7.0	45	6.9	23.5	8.6	89	2.1	0.16	–	1.3	0	2.5

1562 3

Таблица 10

Минерализация и ионный состав воды озер

Дата	№ станции	Горизонт, м	Σ_u, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
				% экв.						мг/л					
1967 г.				Верхн. Сеньозеро											
22 VII	4	0	15.9	55	27	18	36	28	36	7.3	2.9	1.4	1.6	0.7	2.0
		11.7	12.1	47	32	21	42	16	42	3.8	2.9	1.4	1.6	0.4	2.0
															1.8
1968 г.															
23 VII	4	0	17.8	58	30	12	47	21	32	8.7	3.4	1.1	2.2	0.6	1.8
		11.3	14.8	45	38	17	46	18	36	5.8	3.8	1.2	1.8	0.4	1.8
1967 г.				Сеньозеро											
16 VII	1	0	25.7	70	18	12	32	24	44	14.6	2.9	1.4	2.2	0.8	3.8
		11.8	19.5	62	23	15	35	19	46	9.8	2.9	1.4	1.8	0.6	3.0
	2	0	22.5	67	20	13	43	23	34	12.2	2.9	1.4	2.6	0.9	2.5
		18.0	20.8	57	28	15	30	26	44	9.9	3.8	1.4	1.6	0.9	3.2
	3	0	22.4	67	20	13	40	27	33	12.2	2.9	1.4	2.4	1.0	2.5
		6.0	20.2	63	22	15	33	22	45	10.4	2.9	1.4	1.8	0.7	3.0
15 VIII	2	0	23.3	68	19	13	36	26	38	12.8	2.9	1.4	2.2	1.0	3.0
		17.6	24.3	66	22	12	34	19	47	12.8	3.4	1.4	2.2	0.7	3.8
	3	0	25.2	70	18	12	33	21	46	14.0	2.9	1.4	2.2	0.9	3.8
		6.0	21.8	65	21	14	35	20	45	11.6	2.9	1.4	2.0	0.7	3.2

1968 г.																								
23 VII	2		0	24.0	71		16	13	46		21		33		13.4		2.4	1.4		3.0		0.9		2.9
			18.0	24.0	71		16	13	46		21		33		13.4		2.4	1.4		3.0		0.9		2.9
										Пасмозеро														
1967 г.																								
29 VII	5		0	19.5	62		23	15	31		19		50		9.8		2.9	1.4		1.6		0.6		3.2
			10.9	15.5	43		38	19	10		10		80		5.5		3.8	1.4		0.4		0.2		4.2
										Великое														
1967 г.																								
29 VII	6		0.5	19.7	58		27	15	35		11		54		9.2		3.4	1.4		1.8		0.4		3.5

Обращает внимание увеличение концентрации гидрокарбонатного иона в поверхностных слоях воды. Оно обусловило и более высокую минерализацию поверхностной воды по сравнению с придонной. Следует отметить и более высокое относительное содержание сульфатов в придонной воде.

Различие между поверхностной и придонной водой, по-видимому, определяется тем, что в придонных горизонтах озера сохраняется вода, поступившая в него в период весеннего половодья, когда по водонепроницаемой промерзшей поверхности водосбора стекают практически нетрансформированные атмосферные осадки. Летом более прогретые воды склонового стока, стекающие по оттаявшей поверхности, распределяются в озере в поверхностном слое, вызывая увеличение в нем содержания иона HCO_3^-.

Сеньозеро расположено несколько восточнее Верхн. Сеньозера. По площади зеркала оно больше (3.2 км^2) и глубже последнего (максимальная глубина – 18.0, средняя – 5.8 м), отличается благоприятными условиями для возникновения устойчивой термической стратификации (Форш, наст. сб., ч. I). Кроме притока из Верхн. Сеньозера, оно принимает еще ряд небольших ручьев. Водосборная площадь его, включая бассейн Верхн. Сеньозера, составляет около 31 км^2, собственный водосбор – 24 км^2. Сток из озера осуществляется по р. Сень в Вялозеро.

Озера Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро наряду с общими чертами имеют и значительные различия (табл. 9 и 10), обусловленные иным строением водосборных бассейнов. Некоторые притоки Сеньозера дренируют сложные болотные массивы. По пути их следования от истока к устью вода обогащается органическим веществом гумусовой природы. Так, в истоке ручья I на окисление органических веществ бихроматом потребовалось 20.8, а в устье – 36.0 мг O/л, в ручье II – соответственно 29.6 и 32.5 мг O/л, в ручье III – 30.4 и 36.8 мг O/л. Параллельно в том же порядке увеличивается и процент окисления перманганатом: от 34 до 51, от 32 до 40 и от 45 до 49%. На увеличение доли окрашенных гумусовых соединений болотного происхождения указывает и увеличение цветности воды – от 32 до 136° в ручье I, от 50 до 84°

в ручье II и от 90 до 140° в ручье III, а также увеличение отношения цветности к перманганатной окисляемости: от 4.5 до 7.4, от 4.9 до 6.6 и от 6.6 до 7.8 соответственно.

Изменяется по пути следования ручьев также минерализация воды и ее ионный состав: на одних участках водосбора сказывается влияние болотных вод, на других – подземных. Величину минерализации и ионный состав подземных вод характеризует ручеек, впадающий в северный конец озера. Он берет начало из родника, бьющего из-под песка, и вода его отличается относительно высокой минерализацией (Σ_u – 51.6 мг/л) и резко выраженным гидрокарбонатным составом (82 экв.%). Среди катионов преобладание щелочных металлов выражено слабо (43 экв.%), доля их лишь немного выше доли кальция (36 экв.%). В воде ручейка очень низки все показатели содержания органических веществ, что также подчеркивает его происхождение: цветность – 0°, перманганатная окисляемость – 2.5 мг O/л, бихроматная – 14.4 мг O/л.

Ручей 1У, берущий начало из Верхн. Сеньозера, в истоке имеет показатели, характеризующие состав поверхностной воды озера; к устью минерализация его повышается до 22.5 мг/л Σ_u за счет дополнительного питания подземными водами, на что указывает увеличение содержания гидрокарбонатных ионов. В ручье I хорошо выраженный гидрокарбонатный характер воды (71 экв.% HCO_3^-) при Σ_u 18.3 мг/л в верховье сменяется до слабо выраженного в устье (56 экв.%), а Σ_u уменьшается до 12.8 мг/л. В ручье II, наоборот, в верховье Σ_u 7.4 мг/л и вода сульфатно-хлоридного состава, а в устье – резко выраженный гидрокарбонатный характер (83 экв.%) и относительно высокая минерализация воды (Σ_u – 35.4 мг/л).

В Сеньозере по сравнению с Верхн. Сеньозером все показатели, характеризующие растворенное в воде органическое вещество, свидетельствуют о более высоком содержании последнего и несколько ином качественном составе. Так, цвет воды не желтовато-зеленый, как в Верхн. Сеньозере, а зеленовато-желтый, и выше цветность (26–39°). Больше расход кислорода на окисление растворенных органических веществ бихроматом (16.8–22.4 мг O/л) и выше процент окисления их перманганатом (33–37%, или 6.0–7.8 мг O/л). Более высоки и коэффициенты отношений цветности к бихроматной (1.8–2.2) и перманганатной (4.5–5.8) окисляемостям. Сопоставление этих величин позволяет заключить о содержании наряду со свежим, нетрансформированным, растворенным органическим веществом, характерным для Верхн. Сеньозера, гуминовых соединений аллохтонного происхождения. Прозрачность воды озера по сравнению с Верхн. Сеньозером немного меньше (3.5–3.8 м). Насыщение воды кислородом того же порядка: в поверхностных слоях 90–110% (9.6–10.7 мг/л O_2), с глубиной оно понижается, и в период устойчивой термической стратификации в придонном слое сохраняется 45% насыщения (5.2 мг/л O_2). Содержание двуокиси углерода с глубиной увеличивается от 1.2–1.7 мг/л CO_2 в поверхностных слоях до 8.8 мг/л CO_2 в придонном. Реакция воды в поверхностных слоях близка к нейтральной, pH ила – 5.10.

Из биогенных элементов также аналитически не улавливается азот нитратов, а концентрации других немного выше: минерального фосфора – 0.002 мг/л P, суммарного железа – 0.11–0.40 мг/л Fe^{Σ}, закисного – 0–0.18 мг/л Fe^{2+}, кремния значительно больше – 1.6–2.8 мг/л Si. Наблюдается небольшое повышение концентрации биогенных элементов в придонной воде.

В сравнении с крайне маломинерализованным Верхн. Сеньозером Сеньозеро по величине минерализации приближается к водам повышенной минерализации (Σ_u – 19.5–25.7 мг/л). Наблюдаются некоторые изменения и в соотношении ионов. Возрастает роль гидрокарбонатного иона до хорошо выраженного его преобладания в анионном составе (63–70 экв.%). Сохраняется превалирование сульфатного иона над хлоридным (16–23 экв.% SO_4^{2-} и 12–15 экв.% Cl^-). В катионном составе чаще отмечено неявное преобладание щелочных металлов (38–47 экв.%, или 2.9–3.8 мг/л), реже кальция (40–43 экв.%, или

1.8–2.6 мг/л). Так же как и в Верхн. Сеньозере, минерализация поверхностной воды выше придонной, лучше выражен ее гидрокарбонатный состав и выше концентрация ионов HCO_3^- (12.2–14.6 мг/л в поверхностном слое и 9.8–13.4 мг/л в придонном).

Сравнение гидрохимических характеристик озер Верхн. Сеньозера и Сеньозера свидетельствует о большом влиянии окружающего ландшафта на формирование химической особенности водной массы Сеньозера.

Пасмозеро в отличие от вышеописанных озер принадлежит бассейну другой реки – р. Варзуги. Расположено оно в сходных ландшафтных условиях, но затопление берегов, вызванное искусственным подъемом уровня, наложило отпечаток на некоторые гидрохимические характеристики. Озеро имеет сложное очертание береговой линии, образующей несколько бухт (рис. 2). Площадь зеркала – 4.2 км, максимальная глубина – 13.5 м, водосборная площадь – 17.8 км^2. Озеро принимает воды двух небольших притоков: один впадает в западный залив, по другому осуществляется сток из Пасмламбины, находящейся вблизи южного берега озера. Из Пасмозера по протоке поступает вода в оз. Великое.

Следует отметить, что станция, на которой производился отбор проб воды, находилась в пределах наиболее глубокого и небольшого по площади участка озера, донный слой которого, незначительный по объему водной массы, не вовлекается в характерное для озера ветровое перемешивание (Форш, наст. сб., ч. I).

Прозрачность воды озера по сравнению с Сеньозером значительно меньше – 1.8 м. Цвет воды зеленовато-желтый, цветность выше: в поверхностных слоях – 45°, на глубине 10 м – 62° и в придонном слое – 88°. Увеличение цветности на глубине обусловлено не только содержанием растворенного органического вещества, но частично и присутствием значительного количества растворенного железа (0.8–1.0 мг/л Fe). Несколько отличаются и другие показатели, характеризующие растворенное органическое вещество в Пасмозере. Выше расход кислорода на окисление бихроматом – 22.4–24.0 мг/л. Перманганат окисляет 7.1–7.5 мг O/л, что составляет 32–37% бихроматной окисляемости. Выше показатель цветности по перманганату – 6.3–11.7. Сопоставление этих величин позволяет говорить о большей доле участия аллохтонного гумуса в составе органического вещества Пасмозера, что, очевидно, связано с затоплением его берегов. Поверхностные воды (до 5 м) хорошо насыщены кислородом – 94–98%. На глубине 10 м и в придонном слое насыщение снижается до 27–25% (2.8–2.6 мг/л O_2). Значительный дефицит кислорода создается вследствие застойности придонных вод впадины. Содержание двуокиси углерода в поверхностных слоях составляет 2.0 мг/л, в придонных возрастает до 10.4 мг/л CO_2. Реакция воды озера слабокислая: в поверхностных слоях pH – 6.8–6.5, в придонном – 6.10, pH ила – 6.10.

Компоненты биогенного состава представлены различными концентрациями. Нитраты аналитически не улавливаются, содержание кремния ниже, чем в Сеньозере, – 0.6–1.0 мг/л. Дефицит кислорода в придонном слое благоприятствует переходу в раствор соединений железа: в поверхностных слоях воды – 0.10 мг/л Fe^{Σ} и 0.06 мг/л Fe^{2+}, в придонных – 0.80–1.00 мг/л Fe^{Σ} и 0.40–0.45 мг/л Fe^{2+}. Содержание минерального фосфора – 0.002 мг/л P в поверхностных и 0.005 мг/л P в придонных слоях.

По величине минерализации Пасмозеро занимает промежуточное положение между Верхн. Сеньозером и Сеньозером. В Пасмозере минерализация поверхностной воды также выше придонной – соответственно 19.5 и 15.6 мг/л. Понижение минерализации сопровождается уменьшением роли гидрокарбонатного иона в анионном составе воды. В придонных водах Пасмозера, так же как и Верхн. Сеньозера, гидрокарбонатный ион составляет менее 50 экв.% (43 экв.%) суммы анионов, т.е. немного более, чем сульфатный (38 экв.%). В катионном составе воды озера возрастает роль щелочных металлов до слабого преобладания в поверхностных слоях и резкого – в придонном.

Озеро Великое, связанное короткой широкой протокой с Пасмозером, значительно меньше последнего по размеру (площадь зеркала – 1.3 км^2, наибольшая глубина – 4.6 м, средняя – 2.4 м), поэтому, естественно, влияние Пасмозара на формирование его водной массы. При небольшой глубине и малых размерах оз. Великое имеет сравнительно большой водосборный бассейн. Кроме вод Пасмозера, оно принимает еще воды ручьев, впадающих с западной и северной сторон. Сток осуществляется по р. Великой в оз. Индель. Распределение притоков и стока из озера и морфометрические особенности благоприятствуют перемешиванию водной массы озера. Водосборная площадь вместе с бассейном Пасмозера составляет 55.4 км^2, без него – 37.6 км^2.

Значительный собственный водосборный бассейн не оказывает заметного влияния на химические особенности вод озера, и по большинству показателей оно сходно с Пасмозером (исключая его придонные горизонты). Можно отметить более высокое, близкое к нейтральному, значение pH воды – 7.05 и более высокую концентрацию кремнекислоты – 1.1–1.3 мг/л Si . Минерализация воды озера – 19.6 мг/л. В составе анионов превалируют гидрокарбонаты (58 экв.%), среди катионов – щелочные металлы (54 экв.%).

Вялозеро резко выделяется среди других озер своими размерами, оно является одним из крупнейших озер Кольского полуострова и по величине водного зеркала, равного 103.2 км^2, занимает пятое место. По сравнению с его размерами площадь водосбора невелика – 451.6 км^2. В пределах его бассейна находится несколько вышеописанных озер и большое количество ламбин. Озеро принимает несколько небольших коротких ручьев, лишь один длиною 12.8 км. *Дополнительное водное питание Вялозеро получает через систему* каналов из оз. Индель. Озеро, длиною 29 км, вытянуто с северо-запада на юго-восток, имеет сложные очертания (несколько широких коротких заливов) и сток из северо-западной части по р. Вяле (рис. 3).

Минерализация воды притоков колеблется в интервале 18.1–28.9 мг/л. Вода отличается хорошо выраженным гидрокарбонатным составом. В катионном составе преобладание кальция или щелочных металлов выражено нерезко. Изменение величины минерализации определяется главным образом содержанием ионов HCO_3^- и Ca^{2+}, т.е. степенью подземного питания у притоков. Наиболее высокой минерализацией отличается ручей, впадающий в Удогубу, самой низкой – Ванькин ручей. Цветность воды притоков изменяется от 35 до 80°. Расход кислорода на окисление растворенных органических веществ бихроматом составляет от 17.4 до 26.9 мг O/л. Перманганат окисляет примерно половину (47–53%) органических веществ, содержащихся в воде. Все эти показатели свидетельствуют об участии в питании притоков как болот, так и подземных вод. Биогенные элементы в притоках содежатся в небольших концентрациях. Азот нитратов аналитически не улавливается. Минеральный фосфор в одних ручьях не обнаружен (Вильмаручей), в других установлен в количестве 0.001–0.002 мг/л P . Относительно велико содержание кремния – 1.0–2.8 мг/л, но для Ванькина ручья отмечен аналитический ноль. Реакция воды притоков слабокислая, pH – 6.9–6.4.

На Вялозере были взяты гидрохимические станции по продольной оси озера и в некоторых заливах (рис. 3). В первой декаде июля на двух станциях – в открытом озере, на ст. 1, и в заливе Кислая ламбина, затем в период с 17 VII по 8 VIII на других и повторно на этих же станциях. Более ранний срок наблюдений предшествовал периоду характерного для Вялозера ветрового перемешивания, захватывающего всю водную толщу и определяющего равномерную водообменность в различных частях озера и гомотермическое или близкое к нему состояние всей водной массы (Форш, наст. сб., ч. I). В соответствии с этими условиями меняется и гидрохимическая характеристика озера. Так, по данным, приведенным в табл. 11, легко заметить хорошую насыщенность водной массы кислородом. Содержание кислорода в период с 17 VII по 8 VIII как в открытой части, так и в заливах в поверхно-

стном слое достигало 90–98% насыщения (9.5–10.6 мг/л O_2) и в придонном – более 80%. Однако в более ранний срок при сохранении термической стратификации в открытой части озера (ст. 1) насыщение кислородом в поверхностном слое составляло 96% (10.2 мг/л O_2), а в придонном – только 64% (7.5 мг/л O_2).

Следует отметить, что, несмотря на незначительные изменения содержания растворенного в воде кислорода по вертикали в период гомотермии, сохранялась общая тенденция к снижению его в придонных слоях. Уменьшению кис-

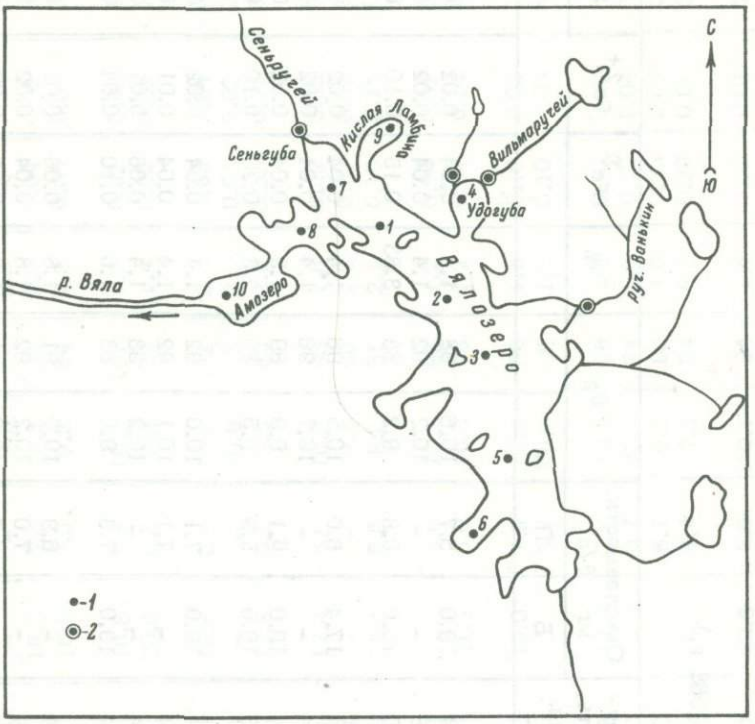


Рис. 3. Схема расположения гидрохимических станций на Вялозере.

1 – №№ станций на озере; 2 – места отбора проб на водосборе.

лорода сопутствовало увеличение концентрации двуокиси углерода в придонном слое до 6.2 мг/л, в то время как в условиях гомотермии она не превышала 3.3 мг/л.

Во второй половине июля–начале августа прозрачность воды в озере изменялась в пределах 2.4–3.0 м, и только в мелководном заливе, Кислой ламбине (ст. 9), она снизилась до 1.5 м, а в Амозере (ст. 10), где находился сплавленный лес, – до 1.8 м. В более ранний срок наблюдений – 7 VII – прозрачность воды достигала 3.6 (ст. 1). Цвет воды озера желтовато-зеленый, при этом южная часть отличается более интенсивным зеленым тоном. Вода Амозера зеленовато-бурая. Изменение цвета воды вызвано сплавляемым лесом, поступающим из канала в Удогубу и через Амозеро в р. Вялу. Цветность воды невелика: в открытой части озера 24°, в заливах незначительно

Таблица 11

Гидрохимическая характеристика Вяпозера (1968 г.)

Дата	№ станции / Прозрачность, м	Горизонт, м	t °C	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг O/л · Б	Окисляемость, мг O/л · П	O_2 мг/л	O_2 %	CO_2 мг/л	Fe^{Σ} мг/л	Fe^{2+} мг/л	Si мг/л	N_{NO_3} мг/л	$P_{мин}^{10^{-3}}$ мг/л
28 VII	6/2.5	0	12.6	7.2	24	19.0	5.7	10.6	98	1.4	0.04	0.02	0.4	0	2.5
		5	11.7	7.2	28	–	–	10.2	92	1.4	0.04	0.02	0.4	0	3.3
		10	11.4	6.9	30	19.0	5.9	9.2	83	3.83	0.15	0.10	0.9	0	4.3
28 VII	5/2.5	0	12.3	7.2	24	17.4	6.0	10.5	96	1.4	0.04	0.02	0.4	0	2.5
		5	11.7	7.1	24	–	–	10.7	96	1.4	0.04	0.02	0.4	0	1.9
		10	11.5	7.1	24	19.0	6.1	9.9	89	1.9	0.04	0.02	0.5	0	1.9
		10.8	11.4	6.9	26	19.0	5.9	9.5	85	2.3	0.20	0.10	0.7	0	5.0
17 VII	3/3.0	0	12.8	7.0	24	19.0	7.1	10.0	92	1.4	0.04	0.02	0.7	0	3.7
		5	12.1	7.0	24	–	7.1	10.1	92	1.4	0.04	0.01	0.7	0	3.0
		10	12.0	6.9	24	–	–	10.2	93	1.4	0.06	0.02	0.7	0	3.0
		14.8	9.3	6.9	24	19.0	7.3	9.6	83	1.6	0.10	0.04	0.7	0	3.0
20 VII	2/3.0	0	12.0	7.0	24	–	6.9	10.0	91	1.8	0.06	0.02	0.6	0	4.3
		5	11.9	7.0	24	–	7.0	10.2	92	1.8	0.04	0.02	0.7	0	4.0
		10	11.9	7.0	24	–	6.7	10.0	91	1.8	0.05	0.02	0.8	0	5.6
		15	11.9	7.0	26	–	6.8	10.1	92	1.9	0.05	0.02	0.7	0	5.6
		18.1	11.7	7.0	32	17.4	6.4	9.8	89	1.9	0.06	0.04	0.9	0	5.6
20 VIII	4/3.2	0	11.5	7.0	28	19.0	6.8	10.2	92	1.8	0.06	0.02	1.1	0	5.6
		4.4	11.4	7.0	28	19.0	6.9	9.8	88	1.8	0.06	0.04	1.1	0	5.6
3 VIII	1/2.4	0	11.8	7.0	24	16.6	5.5	10.2	92	2.6	0.04	0.02	0.4	0	5.7
		5	11.9	7.0	24	–	–	9.5	87	2.3	–	–	0.4	0	5.7
		10	11.8	7.0	26	16.6	5.8	10.3	93	2.3	0.04	0.02	0.4	0	5.5
		11.5	11.8	7.0	26	16.6	5.5	9.3	84	2.3	0.08	0.04	0.6	0	6.4
8 VIII	9/1.5	0	12.2	7.2	30	19.8	6.8	10.2	107	1.2	0.02	0.02	1.2	0	2.5
		2	12.3	7.2	32	20.6	6.8	9.8	89	1.4	0.02	0.02	1.2	0	2.5
3 VIII	7/2.4	0	12.8	7.2	26	15.8	5.8	10.0	92	2.3	0.06	0.04	0.4	0	6.1
		5	11.9	7.0	26	–	–	10.0	91	2.3	0.04	0.02	0.4	0	6.6
		8	11.7	6.9	26	15.8	5.5	9.5	86	2.6	0.20	0.15	0.6	0	6.6
3 VIII	8/2.4	0	13.0	7.2	24	17.4	6.0	10.0	93	1.8	0.02	0.02	0.4	0	6.1
		5	12.1	7.1	24	–	–	9.8	90	1.8	0.02	0.02	0.4	0	6.1
		8.5	12.0	7.0	26	17.4	5.5	8.9	81	2.1	0.15	0.15	0.6	0	7.8
7 VIII	10/1.8	0	12.4	7.1	26	–	6.6	10.2	93	1.2	0.04	0.02	0.4	0	2.0
		5.5	13.0	7.0	26	21.4	6.0	10.5	95	1.2	0.04	0.04	0.4	0	2.0
7 VII	1/3.6	0	13.6	6.9	18	19.0	7.9	10.2	96	1.5	0.10	0.02	1.3	0	7.0
		5	13.2	6.9	20	–	6.7	10.1	94	1.5	0.10	0.04	1.3	0	7.0
7 VII	1/3.6	0	13.6	6.9	18	19.0	7.9	10.2	96	1.5	0.10	0.02	1.3	0	7.0
		5	13.2	6.9	20	–	6.7	10.1	94	1.5	0.10	0.04	1.3	0	7.0
		10	9.8	6.6	20	–	6.7	9.2	80	4.0	0.15	0,04	2.2	0	–
		11.3	9.8	6.6	22	19.0	6.4	7.5	64	6.2	0.20	0.06	2.5	0	7.0
10 VII	9/До дна	0	13.2	7.1	32	20.6	6.0	10.1	94	1.4	0.05	0.01	2.9	0	6.8
		2.2	12.7	7.0	32	20.6	7.0	9.8	90	1.4	0.06	0.01	3.0	0	6.8

выше – от 26 до 30°. Можно отметить небольшое увеличение цветности в придонном слое на некоторых более глубоких участках озера.

Бихроматная окисляемость, дающая практически полное окисление органического вещества, невелика. В поверхностных слоях открытой части озера она близка к величинам, характерным для Верхн. Сеньозера, и составляет 15.8–17.4 мг O/л и только на ст. 3 – 19.0 мг O/л. Но это повышение, вероятно, связано с поступлением сюда воды из Удогубы, чему способствовали северные и северо-восточные ветры. В заливах наблюдаются более высокие, по сравнению с открытой частью озера, величины бихроматной окисляемости – 19.0–21.4 мг O/л. Перманганатная окисляемость, обеспечивающая наибольшую степень окисления в водах, богатых биохимически стойкими органическими веществами, изменяется в пределах 5.5–7.3 мг O/л и составляет преимущественно около 35% бихроматной. Показатель цветности по перманганатной окисляемости 3.4–5.1. Сопоставление величин, характеризующих органическое вещество, растворенное в воде Вялозера, свидетельствует о *значительной доле в его формировании органических веществ аллохтонного* происхождения. Содержание органических веществ (13–15 мг/л) составляет примерно половину суммы основных ионов. Реакция воды озера близка к нейтральной. В начале июля pH поверхностного слоя – 6.9 и придонного – 6.6, ко второй половине месяца повышается до 7.0–7.2 и почти во всей водной толще неизменна.

Водная масса озера бедна биогенными элементами. Нитраты в толще воды в период наблюдений не отмечены ни разу, фосфаты, растворенный кремний и железо присутствуют во всей толще воды. Содержание минерального фосфора изменяется в пределах 0.002–0.007 мг/л P, растворенного кремния 0.4–0.9 мг/л и только в Кислой ламбине – 1.2 мг/л Si. В более ранний срок наблюдения концентрация кремния в ее воде была 2.9–3.0 мг/л, а в открытой части озера – 1.3–2.5 мг/л Si.

Распределение железа по акватории озера довольно однородно. Общее его содержание в толще воды составляет 0.04–0.06 мг/л, в придонном слое – 0.10–0.20 мг/л Fe^{Σ}. В более ранний срок наблюдения концентрация его в толще воды была немного выше – 0.10 мг/л Fe^{Σ}. Относительно велико содержание железа в закисной форме – около 50% суммарного. Сопоставление данных концентрации биогенных элементов за два срока наблюдений указывает на уменьшение содержания их в воде озера от июля к августу.

Среди обследованных нами озер Вялозеро выделяется повышенной минерализацией (табл. 12). Сумма ионов в июле–августе составляла 23.3–27.9 мг/л. Вода озера принадлежит гидрокарбонатному классу. Преобладание иона HCO_3^- в анионном составе выражено хорошо (65–75 экв.%). Относительное содержание сульфатов равно или преобладает над содержанием хлоридов. Принадлежность группе кальция выражена неявно – на его долю приходится лишь 38–47 экв.%, в катионном составе значительна роль щелочных металлов (34–42 экв.%), среди которых превалирует Na^+. В некоторых районах Вялозера минерализация воды в придонном горизонте ниже, чем в поверхностном (на 1–3 мг/л), что связано в основном с уменьшением концентрации иона HCO_3^-. Подобное явление выше отмечено нами и для других озер данной группы.

Величина минерализации воды Вялозера в летнюю межень из года в год довольно стабильна, на что указывают хотя и отрывочные данные, но за длительный период (табл. 13). Первые сведения по некоторым компонентам ионного состава воды озера приведены Н.А. Мосевич и П.В. Сокоповым (1939) и относятся к 1936 г. Из гидрологического ежегодника заимствованы данные по основному ионному составу воды за 1963 г., а наши материалы характеризуют 1967 и 1968 гг. Величины, характеризующие содержание ионов HCO_3^-, Ca^{2+} и Mg^{2+}, в поверхностной воде озера в июле–августе за тридцатилетний период изменяются в узком пределе, что говорит о стабильности ионного состава и минерализации этого озера.

Таблица 12

Минерализация и ионный состав воды Вялозера (1968 г.)

Дата	№ станции	Горизонт, м	Σ_u, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
				экв.%						мг/л						
28 VII	6	0	26.3	71	17	12	43	21	36	15.2	2.9	1.4	2.8	0.9	2.3	0.8
		10.0	24.1	65	19	16	41	22	37	12.8	2.9	1.8	2.6	0.9	2.3	0.8
28 VII	5	0	26.7	69	17	14	46	18	36	15.2	2.9	1.8	3.0	0.7	2.3	0.8
		10.8	23.7	68	19	13	44	19	37	12.8	2.9	1.4	2.8	0.7	2.3	0.8
17 VII	3	0	24.2	68	16	16	41	19	40	13.4	2.4	1.8	2.6	0.7	2.5	0.8
		14.9	23.4	68	16	16	39	20	41	12.8	2.4	1.8	2.4	0.7	2.5	0.8
20 VII	2	0	26.6	72	14	14	45	20	35	15.2	2.4	1.8	3.2	0.9	2.3	0.8
		18.1	26.6	72	14	14	45	20	35	15.2	2.4	1.8	3.2	0.9	2.3	0.8
20 VII	4	0	27.7	75	14	11	47	19	34	16.5	2.4	1.4	3.4	0.9	2.3	0.8
		4.4	27.7	75	14	11	47	19	34	16.5	2.4	1.4	3.4	0.9	2.3	0.8
3 VIII	1	0	27.1	70	19	11	43	23	34	15.2	3.4	1.4	3.0	1.0	2.3	0.8
		11.5	27.8	70	19	11	43	23	34	15.9	3.4	1.4	3.0	1.0	2.3	0.8
8 VIII	9	0	24.8	70	18	12	38	25	37	14.0	2.9	1.4	2.4	1.0	2.3	0.8
		2.0	24.7	70	18	12	41	22	37	14.0	2.9	1.4	2.6	0.9	2,3	0.8
3 VIII	7	0	27.0	70	19	11	44	21	35	15.2	3.4	1.4	3.0	0.9	2.3	0.8
		8.0	26.8	67	12	11	44	21	35	14.6	3.8	1.4	3.0	1.0	2.3	0.8
3 VIII	8	0	27.9	73	16	11	43	22	35	16.5	2.9	1.4	3.0	1.0	2.3	0.8
		8.5	26.4	69	20	11	44	21	35	14.6	3.4	1.4	3.0	0.9	2.3	0.8
7 VIII	10	0	27.2	65	21	14	40	25	35	14.6	3.8	1.8	2.8	1.1	2.3	0.8
		5.5	26.5	67	19	14	40	24	36	14.6	3.4	1.8	2.6	1.0	2.3	0.8
7 VIII	1	0	26.9	72	14	14	43	18	39	15.2	2.4	1.8	3.8	0.7	2.5	0.8
		11.3	26.2	72	14	14	41	21	38	15.2	2.4	1.8	2.8	0.7	2.5	0.8
10 VII	9	0	24.6	73	15	12	40	20	40	14.6	2.4	1.4	2.4	0.7	2.3	0.8
		2.2	23.3	71	16	13	41	17	42	13.4	2.4	1.4	2.4	0.6	2.3	0.8

Таблица 13

Сравнение минерализации и ионного состава воды Вялозера разных лет

Год	Дата	Горизонт, м	$\Sigma_{ион}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$
				экв.%						мг/л					
				Южный плес озера (~ ст. 5)											
1963	2 VII	0.5	32.7	66	9	25	27	23	50	17.7	2.1	3.8	2.4	1.2	5.5
		13.5	29.8	68	12	20	28	25	47	16.5	2.4	2.7	2.2	1.2	4.8
1967	8 VIII	0	25.7	71	17	12	38	24	38	14.6	2.9	1.4	2.6	1.0	3.2
1968	28 VII	0	26.7	69	17	14	46	18	36	15.2	2.9	1.8	3.0	0.7	3.1
		10.8	23.7	68	19	13	44	19	37	12.8	2.9	1.4	2.8	0.7	3.1
				Северный плес (~ ст. 2)											
1967	6 VIII	0	26.0	71	17	12	37	20	43	15.2	2.9	1.4	2.6	0.9	3.8
1968	20 VII	0	26.6	72	14	14	45	20	35	15.2	2.4	1.8	3.2	0.9	3.1
		18.1	26.6	72	14	14	45	20	35	15.2	2.4	1.8	3.2	0.9	3.1
				Удогуба (~ ст. 4)											
1936	8 VIII	0	–	–	–	–	–	–	–	15.0	–	–	2.4	0.7	–
1968	20 VII	0	27.7	75	14	11	47	19	34	16.5	2.4	1.4	3.4	0.9	3.1
		4.4	27.7	75	14	11	47	19	34	16.5	2.4	1.4	3.4	0.9	3.1

Амозеро (~ ст. 10)

1936	8 VII	0	–	–	–	–	–	–	–	15.0	–	–	2.4	0.7	–	–	–	–	–
		дно	–	–	–	–	–	–	–	16.2	–	–	2.7	0.7	–	–	–	–	–
1963	2 VII	0.5	27.4	63	11	27	31	24	45	14.6	1.7	3.4	2.4	1.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
		5.1	31.5	56	10	34	23	23	54	15.2	1.7	5.4	2.0	1.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1968	7 VIII	0	27.2	65	21	14	40	25	35	14.6	3.8	1.8	2.8	1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
		5.5	26.5	67	19	14	40	24	36	14.6	3.4	1.8	2.6	1.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Сопоставлением результатов гидрохимических исследований в северотаежном и лесотундровом ландшафтах выявлены значительные их различия. В северотаежном ландшафте близость моря не сказывается на химическом составе поверхностных вод бассейна. На ионный состав воды наряду с атмосферными осадками, имеющими здесь континентальное происхождение, оказывают влияние подземные воды, формирующиеся в толще четвертичных отложений. И каждое озеро в отличие от системы озер лесотундры имеет свои гидрохимические особенности, которые определяются автономностью и своеобразием ландшафта их водосборов.

Минерализация воды озер изменяется от крайне малой в Верхн. Сеньозере до повышенной в Вялозере. В анионном составе в разной степени, но всегда доминирует гидрокарбонатный ион. Его роль возрастает с увеличением минерализации воды. В катионном составе относительное содержание ионов Na^+ и Ca^{2+} почти равнозначно. Своеобразной чертой является более высокая минерализация поверхностного слоя воды озера. В большинстве озер наблюдается стратификация в распределении содержания растворенных газов. Так же как и в озерах лесотундрового ландшафта, невелико содержание растворенного органического вещества. В формировании его состава преобладающую роль играет аллохтонное органическое вещество, но заметно участие органических веществ и автохтонного происхождения. Озера северотаежного ландшафта отличаются той же бедностью содержания компонентов биогенного состава, что и лесотундровые.

III. Ловозерский горный ландшафт

В Ловозерском горном ландшафте наши исследования проводились на Сейдозере в июле-августе 1969 г. и дополнительно, по узкой программе, в апреле–августе 1970 г.

Сейдозеро расположено в центре Ловозерского массива, в межгорной котловине. Впадина озера имеет крутые, почти отвесные борта. Принимает значительное количество горных притоков, самый большой из которых – р. Эльморайок – впадает в западный его конец.

Природные особенности Ловозерского горного ландшафта, возвышающегося над центральной равнинной частью полуострова, значительно отличаются от лесотундрового и северотаежного. Прежде всего они определяются высотным положением, условиями залегания и литологическими особенностями коренных пород, мощностью и составом рыхлых пород. Отличительной чертой является преобладание площадей, лишенных почвенно-растительного покрова, и крайне малое развитие болот (Великорецкая, наст. сб., ч. I).

В геологическом отношении Ловозерский массив представляет сложную интрузию щелочных пород, главным образом из группы нефелиновых сиенитов. Верхняя часть горного массива – обширное плато – сложена эвдиалитовыми и порфировидными луявритами. Здесь начинаются долины, которые затем врезаются в неоднородную толщу чередующихся луявритов, фойяитов и уртитов. Нижнюю часть массива слагают лапаритоносные породы (Буссен и Сахаров, 1970). Все щелочные породы Ловозерского массива относятся к недосыщенным кремнеземам. Натрий принадлежит к основным породообразующим элементам щелочной магмы. Характерным элементом массива является фосфор. Наибольшее его содержание свойственно минералам группы ломоносовита и апатита. Во все минералы в незначительном количестве входит железо. Основная масса в трехвалентной форме связана в эгирине (Герасимовский, Волков и др., 1966). В процессе формирования покровных отложений неустойчивые минералы разрушаются, резко уменьшается содержание соединений нефелина, увеличивается содержание калинатровых полевых шпатов и эгирина. В низовьях долины Эльморайока на значительных площадях развиты голубовато-зеленоватые ленточные глины – конечный результат выветривания нефелиновых сиенитов (Буссен и Сахаров, 1970). Разрушение неустойчивых минералов сопровождается возникновением эфемерных образований – налетов из цеолитов и опала, которые появляются во второй половине лета, после иссыхания верховодки. С началом дождей они исчезают (Добровольский, 1967).

В почвенно-растительном покрове водосбора наблюдается вертикальная поясность: арктическая пустыня платообразных вершин (до 1300 м) сменяется в верхней части склонов лишайниково-кустарничковой тундрой. Нижняя часть склонов озерной котловины и долин ручьев занята березовым криволесьем (до 400 м) и еловыми лесами (до 250–300 м). Характерны подзолистые почвы.

Гидрохимическая характеристика притоков Сейдозера

Горные притоки отличаются довольно высокой водностью и переменным дебитом. Питаются за счет снежников. Русло горного потока, выйдя в предгорье, местами теряется, уходит под камни, затем вновь появляется. Долины расположены в зоне интенсивной трещиноватости, что определяет возможность формирования напорных и безнапорных подземных вод и участие их в питании поверхностных вод (Питьева, 1961).

На рис. 4 схематически отмечены места отбора проб воды на притоках. В табл. 14 и 15 приведен полученный фактический материал, впервые освещающий гидрохимию притоков Сейдозера, если не считать р. Эльморайок, для которой отдельные характеристики были получены ранее.

Западную часть бассейна характеризуют р. Эльморайок и руч. Мочесуай. Река Эльморайок принимает несколько притоков, основные из которых – ручьи Тупбнюнуай, Чинглусуай и Мурнуай – правые. Нами проведены единичные наблюдения с 21 по 30 VII на р. Эльморайок, ее основных – правых – притоках и левом притоке без названия, впадающем выше руч. Мурнуай, и, кроме того, повторно в устье реки 9 VIII.

Гидрохимические показатели, характеризующие органическое вещество, свидетельствуют о крайне малом его содержании. Цветность воды – 0–4°. Бихроматная окисляемость изменяется в пределах 4.3–6.7 мг O/л, перманганатная – 0.7–1.3 мг O/л. Среди притоков этой части бассейна растворенным органическим веществом богаче ручьи Мурнуай и Чинглусуай. В устье реки на окисление бихроматом расходуется 4.4–4.8 мг O/л и перманганатом – 0.7–0.9 мг O/л. Биогенные элементы содержатся в различных количествах: азот нитратов в притоках и реке аналитически не улавливается. Содержание

нитратов изменяется от 0 до 0.075 мг/л N . Максимальная концентрация встречена в устьевой части р. Эльморайок и руч. Тулбнюнхуай. Аммонийный азот присутствует в количестве 0.04–0.05 мг/л N . Обращает внимание относительно высокое содержание фосфора фосфатов в устье р. Эльморайок: если в ручьях концентрация его 0.0018–0.0021 мг/л, то в устье реки на порядок выше – 0.0200–0.0375 мг/л P . Суммарное содержание коллоидальной и истинно растворенной кремнекислоты изменяется в пределах 4.7–5.9 мг/л, растворенной – 1.6–3.1 мг/л. Максимальная концентрация – в устье реки. Концентрация железа, присутствующего в основном в закисной форме, изменяется от 0 до 0.02 мг/л.

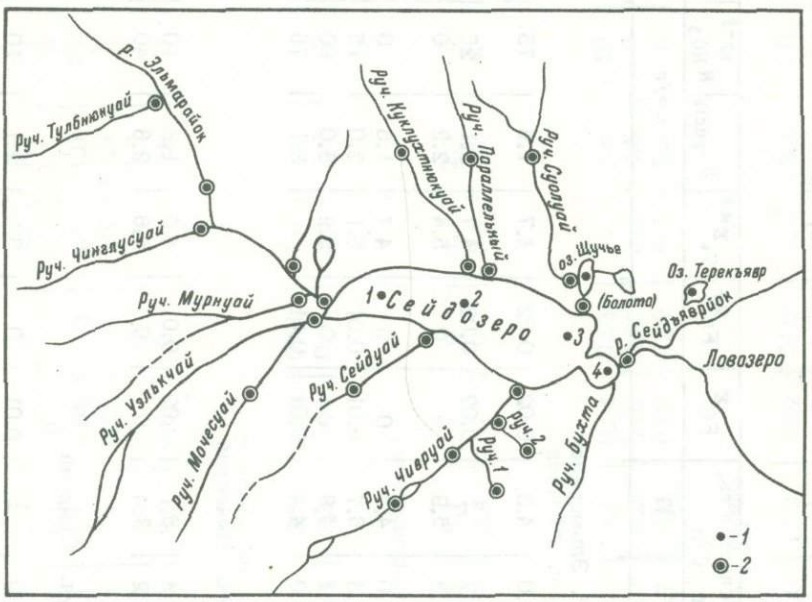


Рис. 4. Схема расположения гидрохимических станций на Сейдозере и его водосборном бассейне в Ловозерском горном ландшафте.

1 – №№ станций на озере; 2 – места отбора проб на водосборе.

Реакция воды в притоках слабокислая (pH – 6.50–6.78), в устье близка к нейтральной (pH 6.90–7.00). Содержание кислорода в устье реки составляет 100–109% насыщения.

Минерализация р. Эльморайок и ее притоков изменяется в довольно широких пределах – от 7.2 до 20.5 мг/л, – что позволяет их преимущественно отнести к числу лишь крайне маломинерализованных. Выше всего она была в устьевой части р. Эльморайок, особенно во второй срок наблюдений. Так, в июле она составляла 17.5 и в августе – 20.5 мг/л. Вода имеет гидрокарбонатно-натриевый состав. Гидрокарбонатный ион составляет от 42 до 70 экв.% в анионном составе. Сульфаты (21–33 экв.%) превалируют над хлоридами (9–20 экв.%). Натрий в катионном составе доминирует более резко (65–82 экв.%), чем гидрокарбонатный ион в анионном составе. Содержание кальция (7–16 экв.%) среди катионов немного превышает содержание магния (7–14 экв.%). Величина минерализации воды в основном определяется концентрацией ионов HCO_3^- и Na^+. Наиболее резко выражен гидрокарбонатно-натриевый характер в устье р. Эльморайок.

Таблица 14

Содержание в воде притоков Сейдозера растворенных газов, биогенных элементов, органических веществ и величина pH (1969 г.)

Место отбора пробы	Дата	$t°C$	pH^*	Цветность, град.	Окисляемость, мг O/л		Fe^{Σ}	Fe^{2+}	$Si^{\Sigma**}$	$Si_{раств}$	$N_{NO_3}^{10^{-3}}$	N_{NH_4}	N_{NO_2}	$P_{мин}^{10^{-3}}$
					П	Б	мг/л							
Р. Эльморайок														
Руч. Тумбнюнуай, устье	25 VII	–	6.60	0	1.0	4.3	0.02	0.02	4.7	1.6	75	0.04	0	2.1
Р. Эльморайок (выше Чинглусуай)	25 VII	–	6.60	0	0.7	–	0.02	0.02	4.7	2.1	25	–	–	1.9
Руч Чинглусуай, устье	26 VII	–	6.78	0	1.3	5.9	0	0	5.4	2.2	0	0.04	0	1.9
Ручей (без названия), устье	26 VII	–	6.50	0	1.0	4.3	0	0	4.7	1.5	0	0.05	0	1.9
Руч. Мурнуай, устье	30 VII	6.5	6.78	0	1.3	6.7	0.01	0.01	5.1	2.0	15	0.04	0	1.8
Р. Эльморайок, устье	21 VII	4.5	6.90	0	0.7	4.8	0	0	5.9	3.0	60	0.05	0	37.5
Р. Эльморайок, устье	9 VIII	7.4	7.10	4	0.9	4.4	0.01	0.01	–	3.1	75	–	–	20.0
Руч. Мочесуай														
Среднее течение	30 VII	5.5	6.70	0	0.8	5.1	0.02	0.01	4.5	1.8	10	0.04	0	1.9
Устье	30 VII	7.0	6.70	4	1.2	7.4	0	0	5.6	2.3	40	0.04	0	3.5
Руч. Сейдуай														
Среднее течение	7 VIII	–	6.70	0	0.9	–	0.01	0	5.5	2.1	10	0.05	0	6.7
Устье	26 VII	–	6.78	0	1.0	5.1	0.02	0.02	5.3	2.6	10	0.04	0	2.5
Устье	9 VIII	9.8	6.85	4	0.9	5.2	0.01	0.01	5.9	2.8	0	0.04	0	3.1
Руч. Чивруай														
Среднее течение	19 VII	–	6.41	2	1.2	6.7	0	0	4.2	1.5	75	–	–	2.5
Выше ручья № 1	20 VII	–	6.70	2	1.0	5.1	0	0	4.7	1.5	0	0.06	0	22.5
Ручей № 1, исток	23 VII	1.0	6.60	0	1.3	4.8	0.04	0.03	4.7	1.9	75	0.05	0	2.5
Ручей № 2, исток	23 VII	8.0	6.75	0	1.3	5.9	0.01	0.01	5.7	2.9	0	0.05	0	2.5
Устье	19 VII	–	6.65	2	0.8	4.8	0	0	–	3.0	0	–	–	15.0
Устье	9 VIII	8.8	6.95	4	0.8	6.5	0.01	0	–	3.2	0	–	–	12.0
Руч. Куклухтнюнуай														
Среднее течение	4 VIII	–	6.65	–	0.8	3.5	0.01	0.01	4.0	1.8	0	0.03	0	1.5
Устье	26 VII	–	6.85	4	1.3	7.9	0.04	0.03	5.3	2.7	25	0.05	0	0
Руч. Параллельный														
Среднее течение	4 VIII	–	6.80	–	0.8	5.1	0	0	4.7	2.4	0	0.03	0	1.5
Устье	9 VIII	8.8	6.95	4	0.9	4.4	0	0	5.9	3.0	40	0.05	0	0
Руч. Суолуай														
Среднее течение	2 VIII		6.45	0	1.0	4.3	0.04	0.03	4.1	1.6	50	0.04	0	0
Перед оз. Щучьим	28 VII	5.4	7.20	0	1.0	4.3	0.02	0.02	8.5	4.5	0	0.08	0	1.9
Устье	28 VII	13.2	6.85	28	4.7	13.0	0.02	0.02	6.7	3.2	0	0.05	0	2.4
Оз. Щучье														
Поверхность	23 VII	13.0	6.98	34	5.0	12.2	0.02	0.02	6.7	3.3	0	0.06	0	2.5

Таблица 14 (продолжение)

Место отбора пробы	Дата	$t°C$	pH*	Цветность, град.	Окисляемость, мг О/л		Fe^{Σ}	Fe^{2+}	$Si^{\Sigma**}$	$Si_{раств}$	$N_{NO_3}^{10^{-3}}$	N_{NH_3}	N_{NO_2}	$P_{мин}^{10^{-3}}$
					П	Б	мг/л							
Болото														
Поверхность	9 VII	–	6.10	136	19.8	42.4	0	0	7.5	5.8	0	–	–	–
Р. Сейдяврйок														
Исток	1 VIII	11.7	6.98	0	1.4	6.3	0	0	3.8	1.5	0	0.04	0	1.9
Оз. Терекъявр (за пределами бассейна Сейдозера)														
Поверхность	6 VIII	15.2	7.0	6	2.6	8.2	0.02	0.02	–	0.5	0	–	–	1.4
Придонный слой (глубина 5.8 м)		15.2	6.9	6	3.3	9.8	0.02	0.02	–	0.5	0	–	–	1.5

* Определено по колориметрической шкале.
** Si^{Σ} = коллоидальная + истинно растворенная.

Таблица 15

Минерализация и ионный состав воды притоков Сейдозера (1969 г.)

Место отбора пробы	Дата	$\Sigma_{ион}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
			экв.%							мг/л						
Р. Эльморайок																
Руч. Тулбнюнуай, устье	25 УП	7.8	48	32	20	16	10	69	5	3.0	1.6	0.7	0.4	0.1	1.8	0.2
Р. Эльморайок (выше Чинглусуай)	25 УП	9.6	54	26	20	18	10	68	4	4.2	1.6	0.9	0.5	0.2	2.0	0.2
Руч. Чинглусуай, устье	26 УП	11.5	60	26	14	11	8	77	4	5.3	1.8	0.7	0.3	0.2	2.9	0.3
Ручей (без названия), устье	26 УП	7.2	42	33	25	16	14	65	5	2.4	1.4	0.8	0.4	0.2	1.8	0.2
Руч. Мурнуай, устье	30 УП	13.0	57	30	13	10	8	77	5	5.9	2.4	0.7	0.3	0.2	3.1	0.4
Р. Эльморайок, устье	21 УП	17.5	64	24	12	8	6	82	4	8.3	2.6	0.9	0.4	0.2	4.7	0.4
Р. Эльморайок, устье	9 УШ	20.5	70	21	9	7	7	82	4	11.0	2.6	1.2	0.3	0.2	4.8	0.4
Руч. Мочесуай																
Среднее течение	30 УП	8.7	55	32	13	14	13	68	5	3.8	1.8	0.5	0.3	0.2	1.9	0.2
Устье	30 УП	14.5	58	33	9	10	8	77	5	6.5	2.9	0.6	0.4	0.2	3.5	0.4
Руч. Сейдуай																
Среднее течение	7 УШ	11.9	57	34	9	17	9	69	5	5.6	2.6	0.5	0.5	0.2	2.2	0.3
Устье	26 УП	12.8	59	28	13	14	8	73	5	5.9	2.2	0.7	0.5	0.2	2.9	0.4
Руч. Чивруай																
Среднее течение	19 УП	10.4	50	33	17	17	11	65	7	4.2	2.2	0.8	0.5	0.2	2.1	0.4
Выше ручья № 1	20 УП	16.9	64	24	12	10	7	78	5	8.3	2.5	1.0	0.5	0.2	4.0	0.4
Ручей № 1, исток	23 УП	8.5	53	28	19	18	12	65	5	3.5	1.4	0.7	0.5	0.2	1.9	0.3
Ручей № 2, исток	23 УП	12.8	58	29	13	12	8	75	5	5.6	2.2	0.7	0.5	0.2	3.2	0.4
Устье	19 УП	16.7	64	24	12	11	7	77	5	8.3	2.5	0.9	0.5	0.2	3.9	0.4
Устье	9 УШ	21.6	70	23	7	8	7	80	5	11.5	3.0	0.7	0.5	0.2	5.2	0.5

Таблица 15 (продолжение)

Место отбора пробы	Дата	$\Sigma_{ц}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
			экв.%							мг/л						
Руч. Куклухтнюнуай																
Среднее течение	4 VIII	9.6	53	32	15	22	11	62	5	4.2	2.0	0.7	0.5	0.2	1.8	0.2
Устье	26 VII	18.1	64	24	12	22	9	65	4	8.9	2.6	1.0	1.1	0.3	3.8	0.4
Руч. Параллельный																
Среднее течение	4 VIII	14.5	56	33	11	21	12	62	5	6.5	3.0	0.7	0.8	0.3	2.8	0.4
Устье	9 VIII	22.1	67	22	11	23	9	64	4	11.5	3.0	1.1	1.4	0.3	4.3	0.5
Руч. Суолуай																
Среднее течение	2 VIII	9.8	55	29	16	24	13	56	7	3.8	1.6	0.7	0.6	0.2	1.5	0.4
Перед оз. Щучьем	28 VII	32.6	70	19	11	20	8	65	7	18.3	3.8	1.6	1.6	0.4	5.9	1.0
Устье	28 VII	24.0	64	23	13	19	7	68	6	12.4	3.4	1.4	1.1	0.3	4.7	0.7
Оз. Щучье																
Поверхность	28 VII	23.8	64	23	13	18	7	70	5	12.1	3.4	1.5	1.1	0.3	4.8	0.6
Болото																
Поверхность	9 VIII	39.7	53	30	17	9	7	80	4	17.2	7.7	3.2	1.0	0.4	9.4	0.8
Р. Сейдяврйок																
Исток	1 VIII	19.0	63	26	11	9	6	79	6	9.2	3.0	0.9	0.5	0.2	4.6	0.6
Оз. Терекъявр (за пределами бассейна Сейдозера)																
Поверхность		17.6	57	27	16	11	15	68	6	8.3	3.1	1.3	0.5	0.4	3.4	0.6
Придонный слой (глубина 5.8 м)		18.4	55	30	15	10	14	68	8	8.3	3.6	1.3	0.5	0.4	3.6	0.7

Увеличение минерализации воды в устье р. Эльморайок по сравнению с ее притоками от июля к августу, более выраженный гидрокарбонатно-натриевый состав и на порядок большая концентрация фосфатов свидетельствуют о дополнительном подземном питании устьевой части реки.

Ручей Мочесуай впадает немного южнее р. Эльморайок. Пробы взяты в среднем течении и в устье, ниже впадения основного притока – руч. Уэлькуай. Показатели химического состава воды в руч. Мочесуай того же порядка, что и в притоках р. Эльморайок. В устье ручья по сравнению со средним течением наблюдается увеличение содержания органического вещества, кремнекислоты, нитратов, фосфатов и минерализации воды.

Южную часть бассейна Сейдозера характеризуют ручьи Сейдуай и Чивруай. Ручей Сейдуай впадает в центральную часть озера, ручей Чивруай – в его юго-восточную часть. Притоки южной части бассейна сходны с притоками его западной части как по содержанию биогенных и органических веществ, так и по содержанию и соотношению основных ионов. Руч. Чивруай, подобно р. Эльморайок, в устьевой части отличается высоким – на порядок выше, чем в других притоках, – содержанием фосфатов и повышенной концентрацией кремнекислоты. Так же как и в устье р. Эльморайок, минерализация воды в устье Чивруай увеличивается от июля к августу, сумма основных ионов составляет почти такую же величину (16.7–21.6 мг/л) и отличается таким же резко выраженным гидрокарбонатно-натриевым составом.

Северную часть бассейна озера характеризуют ручьи Куклухтнюнуай, Параллельный (название дано нами) и Суолуай. Ручьи Куклухтнюнуай и Параллельный впадают в центральную часть озера. Их гидрохимическая характеристика в основном сходна с характеристикой других притоков, и в частности ручья Сейдуай, впадающего в эту же часть озера с противоположного берега. Наиболее значительно расхождение в содержании фосфатов: в устьевых участках этих ручьев фосфор не обнаружен, а выше по течению его содержание крайне низкое (0.0015 мг/л P).

Ручей Суолуай впадает в северо-восточную часть озера. Он выделяется среди других притоков Сейдозера по содержанию и качественному составу органического вещества, биогенных элементов и минерализации воды. Во многом эти различия определяются влиянием оз. Щучьего, через которое протекает руч. Суолуай в нижнем течении.

Если в ручье до впадения в озеро цветность воды 0^{o}, бихроматная окисляемость 4.3 мг O/л и перманганат окисляет 23% растворенных органических веществ, содержащихся в воде, то ниже оз. Щучьего в устье ручья цветность воды 28^{o}, бихроматная окисляемость увеличивается до 13.0 мг O/л и повышается процент окисления органических веществ перманганатом до 36. Все эти показатели свидетельствуют о поступлении в оз. Щучье болотных вод. Проба воды, отобранная в центральной части озера, характеризуется следующими величинами: цветность воды – 34^{o}, бихроматная окисляемость – 12.2 мг O /л, перманганатная – 41% бихроматной. В соседнем болоте цветность достигает 136^{o}, бихроматная окисляемость – 42.4 мг O/л, процент окисления органических веществ перманганатом – 47.

Обращает на себя внимание значительное содержание кремнекислоты в руч. Суолуай до впадения в оз. Щучье, которое выше содержания ее в других притоках озера, – 8.5 мг/л Si^{Σ} и 4.5 мг/л Si растворенной. Относительно велико и содержание аммонийного азота – 0.08 мг/л N. В устье ручья содержание кремния уменьшается, но остается достаточно высоким – 6.7 мг/л Si^{Σ} и 3.2 мг/л Si растворенной. Интересно отметить высокую концентрацию кремнекислоты в соседнем болоте – 7.5 мг/л Si^{Σ} и 5.8 мг/л Si растворенной. Руч. Суолуай отличается повышенной минерализацией воды (Σ_{u} – 32.6 мг/л) в нижнем течении, перед впадением в оз. Щучье, что определяется самой высокой среди притоков озера концентрацией ионов HCO_3^- (18.3 мг/л). Чуть большую минерализацию имеет вода в расположенном вблизи болоте

Таблица 16

Содержание в воде Сейдозера растворенных газов, биогенных элементов,

Дата	№ станции, прозрачность, м	Глубина, м	$t°C$	pH	Цветность, град.	Окисляемость, мг О/л		O_2
						П	Б	мг/л
19 VII	1 / 4.0	0	10.8	6.95	2	1.2	7.9	11.4
		5.5	8.9	6.95	2			
9 VIII	1 / 4.5	0	13.6	7.00	6	1.4	5.2	10.7
		5.1	13.6	7.00	6	0.9	5.2	10.9
21 VII	2 / 4.0	.0	9.8	6.90	2	1.0	7.9	11.5
		8.0	10.0	6.90	2	1.0	7.9	11.1
9 VIII	2 / 5.5	0	13.6	7.05	4	1.3	7.9	10.5
		8.0	13.4	7.05	4	1.1	7.9	10.8
14 VIII	2 / 6.0	0	12.6	7.05	4	1.3	7.9	10.5
		8.0	12.4	7.05	4	1.5	8.7	10.4
24 VII	3 / 4.9	0	11.0	7.15	2	2.6	9.0	11.1
		5.9	10.8	6.98	2	1.5	7.9	10.8
9 VIII	3 / 5.0	0	13.4	7.15	4	1.5	8.2	10.9
		5.8	13.4	7.10	4	1.5	8.2	10.5
14 VIII	3 / 5.9	0	12.6	6.98	4	1.5	8.2	10.5
		5.9	12.1	7.05	4	1.5	7.9	10.5
24 VII	4 / 4.4	0	10.4	7.10	2	1.4	6.8	11.3
		5.7	10.2	7.05	2	1.6	7.9	11.2
						Бухточка, впадает		
26 VII	–	0	–	–	0	1.5	7.9	–
						Бухточка, впадает		
26 VII	–	0	–	–	0	1.5	7.9	–

($\Sigma_{ц}$ – 39.7 мг/л). По-видимому, на этом участке водосборной площади в водном питании поверхностных вод значительная роль принадлежит подземной составляющей.

Таким образом, все притока Сейдозера содержат крайне мало органических веществ: цветность воды – 0–4°, бихроматная окисляемость не превышает 8.0 мг, а перманганатная – 1.5 мг О/л, что составляет около 20% бихроматной. Заметное влияние болотных вод отмечено только в нижнем течении руч. Суопуай. Биогенный состав характеризуется низкими концентрациями

органического вещества и величина pH (1969 г.)

O_2	CO_2	Fe^{Σ}	Fe^{2+}	Si^{Σ}	$Si_{раств}$	N_{NO_3}	N_{NH_4}	N_{NO_2}	$P^{10^{-3}}_{мин}$
%	мг/л								
100	1.2	0	0	4.2	1.5	0	0.05	0	10.0
		0	0	4.2	1.5	0	0.06	0	10.0
100	1.4	0.01	0.01	4.9	1.5	0	0.05	0	3.6
102	1.2	0.01	0.01	4.9	1.5	0	0.06	0	5.0
100	1.2	0	0	4.2	1.5	0	0.06	0	10.0
97	1.2	0	0	4.2	1.5	0	0.05	0	10.0
99	1.7	0.02	0.02	5.3	1.4	0	0.05	0	4.5
101	1.7	0.01	0.01	5.3	1.5	0	0.05	0	7.5
97	1.4	0	0	–	1.6	0	–	–	5.0
95	1.4	0.02	0.01	–	1.6	0	–	–	7.1
99	1.4	0.03	0.02	6.0	1.7	0	0.05	0	7.5
95	1.4	0.01	0	4.8	1.7	0	0.05	0	8.3
102	1.4	0.04	0.03	4.7	1.4	0	0.05	0	3.5
98	1.6	0.02	0.01	4.7	1.4	0	0.05	0	6.8
96	1.4	0.02	0.01	–	1.6	0	0	0	5.0
96	1.4	0.02	0.01	–	1.6	0	0	0	5.0
99	1.4	0.01	0	4.7	1.7	0	0.05	0	7.5
98	1.4	0.01	0	4.8	1.7	0	0.05	0	7.5
руч. Сейдуай									
–	–	–	–	5.7	2.2	–	–	–	6.4
руч. Куклухтнюнуай									
–	–	–	–	4.7	1.5	–	–	–	7.1

всех компонентов. Фосфор фосфатов содержится в тысячных долях мг/л и лишь в устьях р. Эльморайок и руч. Чивруай – на порядок выше (0.0375 мг/л P). Из растворенных форм минерального азота присутствуют аммонийная и нитратная, концентрация той и другой составляет сотые доли миллиграмма в литре. Содержание растворенного кремния колеблется в пределах 1.5–4.5 мг/л. Более высокой его концентрацией отличаются р. Эльморайок, ручьи Чивруай и Суолуай. Для них отмечена также относительно более высокая минерализация воды, а для первых двух – и большее содержание фосфатов. Все это по-

Таблица 17

Минерализация и ионный состав воды Сейдозера

Дата	№ станции	Горизонт, м	$\Sigma_{ц}$, мг/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
				экв.%						мг/л						
				1969 г.												
14 VII	2	0	18.8	65	24	11	9	8	83	9.5	2.7	0.9	0.5	0.2	4.6	0.4
		7.8	19.3	65	24	11	9	8	83	9.5	2.8	1.0	0.5	0.3	4.8	0.4
14 VII	3	0	18.7	66	23	11	9	8	83	9.5	2.6	0.9	0.5	0.2	4.6	0.4
		5.9	19.4	63	26	11	9	8	83	9.5	3.0	1.0	0.5	0.3	4.7	0.4
19 VII	1	0	16.8	63	26	11	11	7	82	8.3	2.7	0.9	0.5	0.2	3.8	0.4
		5.5	17.0	62	26	12	10	7	83	8.3	2.7	0.9	0.5	0.2	3.9	0.5
21 VII	2	0	17.5	65	23	12	10	7	83	8.9	2.5	0.9	0.5	0.2	4.1	0.4
		8.6	18.0	66	23	11	10	8	82	9.2	2.5	0.9	0.5	0.2	4.2	0.5
24 VII	3	0	17.1	64	24	12	10	8	82	8.3	2.5	0.9	0.5	0.2	4.3	0.4
		5.9	17.2	64	24	12	11	6	84	8.3	2.5	0.9	0.5	0.2	4.4	0.4
24 VII	4	0	17.5	63	25	12	9	6	85	8.3	2.5	0.9	0.5	0.2	4.7	0.4
		5.5	17.4	63	25	12	9	6	85	8.3	2.5	0.9	0.5	0.2	4.6	0.4
9 VIII	1	0	18.5	65	24	11	9	6	85	9.2	2.6	0.9	0.5	0.2	4.5	0.6
		5.1	18.5	65	24	11	9	6	85	9.2	2.7	0.9	0.5	0.2	4.5	0.5
9 VIII	2	0	18.6	66	23	11	10	6	84	9.5	2.6	0.9	0.5	0.2	4.4	0.5
		8.0	18.6	66	23	11	10	6	84	9.5	2.6	0.9	0.5	0.2	4.4	0.5
9 VIII	3	0	18.3	64	24	12	9	6	85	8.9	2.7	1.0	0.5	0.2	4.6	0.4
		5.8	18.5	64	25	11	9	7	85	9.2	2.8	0.9	0.5	0.2	4.5	0.4

1970 г.

1 IУ	1	0	24.2	65	23	12	6	8	86	12.2	3.4	1.3	0.4	0.3	6.6
23 У1	1	0	16.8	61	29	10	9	11	80	8.0	3.0	0.8	0.4	0.3	4.3
28 УII	1	0	17.4	64	25	11	8	11	81	8.7	2.6	0.9	0.4	0.3	4.5
27 УIII	1	0	17.2	65	25	10	10	10	80	8.7	2.6	0.8	0.4	0.3	4.4
1 IУ	2	0	23.6	65	23	12	6	9	85	11.9	3.3	1.3	0.4	0.3	6.4
23 У1	2	0	16.8	61	29	10	9	11	80	8.0	3.0	0.8	0.4	0.3	4.3
28 УП	2	0	17.2	65	25	10	8	12	80	8.7	2.6	0.8	0.4	0.3	4.4
28 УШ	2	0	16.6	65	25	10	9	12	79	8.4	2.5	0.8	0.4	0.3	4.2
1 IУ	3	0	25.2	66	24	10	8	6	86	12.8	3.6	1.2	0.5	0.2	6.9
23 У1	3	0	16.7	61	29	10	9	12	79	8.0	3.0	0.8	0.4	0.3	4.2
28 УII	3	0	16.6	62	28	10	8	12	80	8.0	2.9	0.8	0.4	0.3	4.2
27 УIII	3	0	16.7	64	25	11	9	9	82	8.4	2.6	0.8	0.4	0.2	4.3

зволяет говорить о значительной роли в их питании подземных вод. Содержание железа, преимущественно закисной формы, в притоках варьирует от нулевых значений до сотых долей миллиграмма в литре. Вода притоков маломинерализована, гидрокарбонатно-натриевого состава, реакция ее слабокислая. Море не оказывает влияния на формирование химического состава поверхностных вод бассейна. Наряду с водами снежников горные реки питают и подземные воды, формирующиеся среди кристаллических пород горного массива.

Гидрохимическая характеристика Сейдозера

Площадь водосборного бассейна озера – 161 км^2, площадь зеркала озера – 10 км^2, максимальная глубина – 12 м, средняя – 5.5 м. Гидрохимическая съемка проводилась с 19 по 24 УII 1969 г. (рис. 4), 9 УIII повторены, а 14 УIII взяты еще раз некоторые станции. В зимний период, в апреле и затем в июне, июле и августе 1970 г. на станциях 1, 2 и 3 дополнительно были отобраны в поверхностном горизонте пробы воды для определения минерализации и основного ионного состава.

Озеро отличается активным водообменом всей водной массы благодаря относительно равномерному расположению горных притоков по акватории озера и основного притока, р. Эльморайок, в его западном конце, а стока – по р. Сейдъявр-йок в Ловозеро из противоположной ему юго-восточной части. Кроме того, в период открытой водной поверхности на озере господствует ветровое перемешивание.

Сходство гидрохимических характеристик притоков озера при бедности содержания элементов химического состава в их водах в совокупности с активным водообменом и ветровым перемешиванием водной массы озера предопределяют значительную однородность в распределении элементов по акватории и вертикали и бедность содержания в воде озера органических и минеральных веществ.

Однако влияние некоторых притоков на формирование состава воды все же прослеживается, на что и указывают материалы табл. 16 и 17.

Сейдозеро имеет своеобразные черты, отличающие его как от озер лесотундрового, так и северотаежного ландшафта. Вода озера бирюзового цвета, прозрачность – 4–6 м, цветность – 2–6°. Бихроматная окисляемость изменяется в пределах 5.2–9.0 мг О /л, перманганатная – в пределах 0.9–2.6 мг О /л, что составляет менее 20% бихроматной. Все эти показатели указывают на очень малое содержание в воде озера органических веществ и крайнюю бедность поступления гумуса с водосбора. Более высокое содержание органического вещества отмечено на ст. 3. По-видимому, здесь сказывается влияние руч. Сейдуай и прилегающего к озеру болота.

Из элементов биогенного состава присутствие минеральных соединений нитратов и нитритов в толще воды в период наших наблюдений не отмечено ни разу. Содержание аммонийного азота составляет 0.05–0.06 мг/л N . Обращает на себя внимание относительно высокое содержание в воде озера фосфатов. Основными поставщиками фосфатов, как было отмечено выше, среди притоков являются р. Эльморайок и руч. Чивруай. В соответствии с этим в западной и центральной частях озера содержание фосфора фосфатов в июле достигает значительной величины – 0.0100 мг/л P . В восточной части оно немного ниже – 0.0075–0.0083 мг/л P . В августе содержание фосфатов уменьшается до 0.0071–0.0036 мг/л на станциях 1 и 2 и до 0.0068–0.003 мг/л на ст. 3. Уменьшение концентрации фосфатов от июля к августу связано с активным развитием фитопланктона. На содержание в воде озера кремнекислоты планктон не оказал влияния: во всей толще воды в период исследования концентрация растворенной кремнекислоты составляла 1.4–1.7 мг/л. Несколько больше по сравнению с другими участками озера содержание кремния в районе руч. Суолуай (ст. 3) – 6.0 мг/л Si^{Σ} и 1.7 мг/л Si растворенной. Содержание железа в озере изменяется в пределах 0–0.04 Fe^{Σ}, основной формой является закисная. Реакция воды озера близка к нейтральной. Насыщение водной толщи кислородом около 100% (95–109%), что составляет в абсолютном содержании 10.4–12.8 мг/л O_2 .

Вода озера мало минерализована. Сумма основных ионов в июле–августе 1969 г. колебалась в узком интервале – 16.8–19.4 мг/л. Наблюдалось небольшое увеличение минерализации в придонном слое западной и центральной частей озера. Вода отличается хорошо выраженным гидрокарбонатно-натриевым составом. Гидрокарбонатный ион составляет 63–66 экв.% анионов, Na^+ – 82–85 экв.% катионов. Сопоставление данных, характеризующих поверхностный слой вод в весенне-летний и зимний периоды 1970 г., указывает на значительное увеличение минерализации воды озера в зимний период – до 23.6–25.2 мг/л. Соотношение ионов не претерпевает при этом существенных изменений. Минерализация воды возрастает главным образом за счет увеличения концентрации ионов HCO_3^- и Na^+, приносимых в озеро подземными водами. В анионном составе воды Сейдозера, так же как и в озерах северотаежного ландшафта, доминирует гидрокарбонатный ион. Но в катионном составе резко возрастает роль ионов Na^+.

В зимний период с увеличением роли подземной составляющей в водном питании минерализация возрастает до величин, характерных для более минерализованных озер северотаежного ландшафта. В отличие от озер двух других ландшафтов в Сейдозере наблюдается повышение минерализации воды в придонном слое. Озеро характеризуется крайней бедностью содержания органических веществ автохтонного происхождения. Среди других озер оно выделяется повышенным содержанием минерального фосфора. По содержанию газов, растворенных в воде, Сейдозеро ближе к системе озер Канентъявр–Колгиявр.

Заключение

Результаты гидрохимических исследований поверхностных вод в трех районах Кольского полуострова позволяют наметить некоторые связи между ландшафтными условиями и составом вод озер.

Слабая выщелачиваемость пород кристаллического фундамента и малая интенсивность химических и биологических процессов в ландшафте Кольского полуострова определяют общность основных характеристик химического состава его поверхностных вод, и прежде всего низкую минерализацию их, небольшое содержание растворенных органических веществ и бедность биогенными элементами. Однако ландшафт полуострова неоднороден, равно как неидентичны и условия формирования состава поверхностных вод в отдельных районах его, поэтому на фоне общего сходства основных характеристик прослеживаются и некоторые несоответствия в химическом составе воды исследованных групп озер (табл. 18). Наиболее отчетливо они выявляются при сравнении основного ионного состава, но и в качественном составе органических веществ, содержащихся в их водах, есть некоторые различия.

В лесотундровом ландшафте, в северной части полуострова, определяющая роль в формировании химического состава воды рек и озер (система озер Канентъявр-Копгиявр) принадлежит атмосферным осадкам, находящимся под влиянием Баренцева моря. Участие подземных вод незначительно. Растворенные соли, смываемые с поверхности водосборов, преимущественно морского ппроисхождения и принесены атмосферными осадками. В составе осадков величины отношений Cl/Na и SO_4/Cl близки к значениям, характерным для морских вод.

Воды озер этого региона при крайне низкой минерализации (Σ_u – не боболее 11–16 мг/л) имеют хлоридно-натриевый состав. Хлоридный ион, содержание которого равняется 3–4 мг/л, составляет от 45 до 50 экв.% анионного состава, на долю иона HCO_3^- приходится менее 30 экв.%.

В северотаежном ландшафте на формирование химического состава воды озер наряду с атмосферными осадками оказывают заметное влияние подземные воды, главным образом четвертичных отложений, имеющих здесь относительно большую мощность. Состав атмосферных осадков, выпадающих на Беломорском склоне Кольского полуострова, указывает на континентальные условия их формирования, влияние моря не ощущается.

Минерализация воды в озерах северотаежного ландшафта колеблется в несколько более широких пределах (Σ_u – 12–28 мг/л), при этом прослеживается определенная последовательность изменения минерализации в зависимости от гипсометрического положения озера в ландшафте. В связанных между собою озерах Верхн. Сеньозеро → Сеньозеро → Вялозеро величина Σ_u возрастает от 12–18 мг/л в Верхн. Сеньозере до 23–28 мг/л в Вялозере. Сеньозеро, расположенное ниже первого, но выше второго, по величине минерализации занимает среднее положение: колебание Σ_u в нем происходит в пределах от 19.5 до 25.7 мг/л. Содержание хлоридного иона в озерах этой группы значительно ниже, чем в озерах лесотундровой зоны, и равно 1.4–1.8 мг/л. В анионном составе преобладает гидрокарбонатный ион, и доля его участия возрастает параллельно минерализации от 45–58 экв.% в Верхн. Сеньозере до 65–73 экв.% в Вялозере. Катионный состав воды неустойчив, доли участия в нем ионов Na^+ и Ca^{2+} почти равнозначны с небольшим преобладанием в отдельных случаях то одного, то другого.

В большинстве озер этой группы наблюдается понижение минерализации в придонных слоях воды. Объяснить этот факт можно сохранением в условиях устойчивой температурной стратификации вод весеннего формирования.

Наряду с озерами характерным элементом северотаежного ландшафта являются ламбины. Формирование ионного состава последних определяется в

Таблица 18

Сравнительная гидрохимическая характеристика озер трех ландшафтов Кольского полуострова (июль–август)

Озера	$\Sigma_{и}$, мг/л	Индекс	HCO_3', экв.%	$Na^+ + K^+$, экв.%	Cl', мг/л	pH	Цветность, град.	% окисления перманганатом органических веществ	$\frac{\Sigma_{орг.вещ.}}{\Sigma_{и}}$
			Лесотундровый ландшафт						
Система озер Канентъявр–Колгиявр	11–16	Cl^{Na}	20–30	60–70	3.5–4.0	6,7–6.8	16–20	35–40	0.6–1.0
			Северотаежный ландшафт						
Вялозеро и озера его бассейна	12–28	$C^{Ca, Na}$ SCl^{Na}	60–70	33–45	1.4–1.8	6.7–7.0	10–40	25–35	0.6–0.9
Ламбины	3–9	$SClC^{Na}$	0–33	50–80	0.7–1.4	3.5–5.9	0–60	15–40	1.5–9.0
			Ловозерский горный ландшафт						
Сейдозеро	17–19	C^{Na}	63–65	82–85	0.8–0.9	6.9–7.0	2–6	20	0.3

основном составом атмосферных осадков. Среди анионов здесь превалирует сульфатный ион.

Расположенное в Ловозерском горном ландшафте Сейдозеро питают горные реки, основной составляющей стока которых являются талые воды горных снежников. Поэтому минерализация воды в озере низка: в летнемеженный период она равняется 17–19 мг/л, в зимний – с увеличением роли подземной составляющей повышается до 23–25 мг/л. В отличие от большинства озер северотаежной зоны минерализация придонных слоев воды в Сейдозере немного выше, чем поверхностной.

Влияние моря не оказывается на Ловозерском горном районе, и содержание хлоридного иона в озере не превышает 1 мг/л. Соотношение ионов определяется в нем минералогическим составом пород, слагающих водосборный бассейн. Оно характеризуется хорошо выраженным преобладанием иона натрия (79–81 экв.%) среди катионов и гидрокарбонатного иона среди анионов (62–65 экв.%).

В озерах лесотундрового и северотаежного ландшафтов суммарные содержания растворенных органических и минеральных веществ находятся в соотношении от 0.6 : 1 до 1 : 1. В Сейдозере, содержание органического вещества в котором крайне мало, сумма минеральных веществ, растворенных в воде, в три раза превышает сумму органических.

Есть некоторые различия между озерами и по качественным характеристикам растворенных органических веществ. В Сейдозере эти характеристики указывают на автохтонное происхождение органических веществ, а в озерах двух других ландшафтов – на значительную долю в формировании его веществ аллохтонного происхождения.

Все исследованные озера бедны биогенными элементами. Сейдозеро выделяется среди них повышенным содержанием минерального фосфора, которое на порядок выше, чем в других озерах (0.01 мг/л P). Несколько выше в нем и концентрация растворенного кремния.

Литература

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., Гидрометеоиздат, 1970.

Буссен И.В. и Сахаров А.С. Геология Ловозерских тундр. Л., „Наука", 1967.

Великорецкая И.И. *Ландшафтная структура озерных районов Кольского полуострова.* – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Герасимовский В.И., Волков В.П., Когарко Л.Н., Поляков А.И., Сапрыкина Т.В., Балашев Ю.А. Геохимия Ловозерского щелочного массива. М., „Наука", 1966.

Дегопик И.Я. Гидрохимическая характеристика озер системы Канентъявр-Колгиявр. – Докл. отделений и комиссий Геогр. общ. СССР. Вып. 9, 1969.

Добровольский В.В. Гипергенез четвертичного периода. М., „Недра", 1967.

Мосевич Н.А. и Соколов П.В. Гидрохимическая характеристика некоторых рек Кольского полуострова с учетом геологии их бассейнов. – Изв. ВНИОРХ, т. XXI, 1939.

Питьева К.Е. Гидрогеологические условия интрузивного массива в районе избыточного увлажнения. – Вестн. Моск. унив. Сер. IУ, геология, № 6, 1961.

Скопинцев Б.А. Органическое вещество природных вод. – Тр. Океаногр. инст., № 17, 1950.

Сорокин И.Н. Гидрология и морфология озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Форш Л.Ф. Термический и тепловой режим озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск, 1961.

Л.А. Волкова

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕР КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Высшая водная растительность озер Кольского полуострова освещена в литературе очень скудно. Сведения о ней ограничиваются работой Ю.Д. Цинзерлинга и Е.К. Косинской (1935), где дается характеристика пресноводной растительности северо-восточной части полуострова, подробным описанием растительности озер Монче- и Волчьей тундр, произведенным комплексной Мончезерской лимнологической экспедицией (Зинова, Нагель и др., 1935), и некоторыми отрывочными данными, содержащимися в ряде геоботанических, альгологических и флористических работ (Рихтер, 1926; Крепс и Спаский, 1926; Крепс, 1929; Воронихин, 1935; Чернов, 1933; Некрасова, 1960).

Предлагаемая статья посвящена результатам исследований высшей водной растительности озер различных ландшафтов Кольского полуострова с 1966 по 1969 г. Растительность лесотундровых озер, расположенных на севере Кольского полуострова, в бассейне р. Териберки (система Канентъявр-Колгиявр), обследовалась нами в июле-августе 1966 г., а в 1967 и 1968 гг. - растительность озер южной части полуострова, расположенных в бассейне рек Умбы и Варзуги, в условиях северотаежного ландшафта. В 1969 г. сотрудник экспедиции И.А. Петрова обследовала водную растительность Сейдозера, находящегося в центре Ловозерского горного массива. Ее материал использован в данной статье.

Изучение растительности озер проводилось по общепринятой методике *геоботанических исследований водной растительности* (*Катанская*, 1956). *Описание* растительности сопровождалось глазомерным картированием зарослей макрофитов. Для выявления растений, произрастающих до глубины 3.0-3.5 м, применялись водные грабли, на бо́льших глубинах - драга и дночерпатель. В задачу исследования входило установление флористического состава макрофитов, выявление их группировок, определение степени зарастания водоемов, а также выделение типов озер по преобладающим в них формациям водных растений. У некоторых распространенных сообществ макрофитов исследовалась *их фитомасса; были проведены наблюдения за ростом тростника.*

За консультации и советы при обработке фактического материала и написании данной статьи автор приносит большую благодарность В.М. Катанской и И.М. Распопову, а также сотрудникам Ботанического института АН СССР З.Н. Смирновой и Л.К. Красавиной за помощь в определении споровых растений.

I. Флора и растительность озер различных ландшафтов Кольского полуострова

В видовом составе макрофитов обследованных озер Кольского полуострова зарегистрировано 58 видов цветковых и споровых растений,[1] относящихся к 26 семействам (см. список видов, с. 75–76) и к различным в эколого-биологическом отношении группам: собственно водным, земноводным и водно-болотным.

Флора лесотундровых озер системы Канентъявр-Колгиявр, к которым по характеру водной растительности можно отнести также и горное Сейдозеро, отличается значительной бедностью видами по сравнению с флорой озер южной части полуострова. Здесь выявлено 20 видов цветковых и споровых растений, относящихся к 14 семействам. Собственно водных растений – 10 видов, из которых полушник озерный (Isoetes lacustris) и ежеголовник родственный (Sparganium affine) являются самыми распространенными ценозообразователями. Реже встречаются куртины изреженных зарослей рдестов длиннейшего и стеблеобъемлющего (Potamogeton praelongus, P. perfoliatus), а также лютика дихотомического (Ranunculus dichotomus). Из редких видов следует указать обнаруженную в оз. Глубоком пузырчатку малую (Utricularia minor), являющуюся в этой системе озер единственным представителем группы водных погруженных неукореняющихся растений.

Во флоре озер южной части полуострова насчитывается 55 видов цветковых и споровых растений, относящихся к 25 семействам. Группа собственно водных растений представлена 25 видами, из которых к довольно распространенным и важным ценозообразователям относятся полушник озерный, кубышки желтая и малая (Nuphar lutea, N. pumila), рдест стеблеобъемлющий, лютик дихотомический и горец земноводный (Polygonum amphybium var. natans). Редкими видами макрофитов, встреченных в водоемах южной части полуострова, являются кувшинка чисто-белая (Nymphaea candida), рдест плавающий (Potamogeton natans), рдест разнолистный (P. heterophyllus f. graminifolius), ежеголовник малый (Sparganium minimum) и некоторые другие. Особо следует отметить присутствие в этих озерах телореза (Stratiotes aloides), роголистника темно-зеленого (Ceratophyllum demersum) и рдеста сплюснутого (Potamogeton compressus), не указанных во „Флоре Мурманской области". Для флоры Кольского полуострова большой редкостью является также ряска малая (Lemna minor), найденная на заболоченном участке южного побережья Вялозера.

Из земноводных и водно-болотных растений в водоемах лесотундрового и северотаежного ландшафтов доминируют осока вздутая (Carex inflata) и хвощ топяной (Equisetum limosum). На озерах северотаежного ландшафта к ним еще присоединяются тростник (Phragmites communis) и вахта (Menyanthes trifoliata).

Растительный покров обследованных озер слагается значительным числом ассоциаций – 55, – относящихся к 22 формациям. Все разнообразие выявленных растительных группировок можно отнести к следующим четырем группам формаций водной растительности: прикрепленных воздушно-водных растений (аэрогидрофитов), прикрепленных растений с плавающими листьями, прикрепленных погруженных растений и погруженных неукореняющихся растений.

Формации воздушно-водных и настоящих водных растений чаще всего представлены чистыми ассоциациями или сообществами с небольшим числом видов. Максимальное зарегистрированное количество видов в фитоценозах ле-

---

[1] Название растений приводится по „Флоре Мурмаской области".

сотундровых озер – 7, северотаежных – 13. К обычным формациям водной растительности, отмеченным во всех исследованных озерах Кольского полуострова, относятся формации осоки вздутой, хвоща топяного, ежеголовника родственного, лютика дихотомического, рдеста стеблеобъемлющего и полушника озерного.

Формация осоки вздутой, которую образуют четыре ассоциации осоки, чаще всего представлена чистой ассоциацией осоки, а для лесотундровых водоемов еще и хвощево-осоковой ассоциацией. Фитоценозы осоки распространены до глубины 0.5–0.7 м на грунтах различного типа. Нередко осока образует сплавины из чистых зарослей или совместно со мхами. Осоковые заросли довольно густые (проективное покрытие в среднем около 70%), средняя высота осоки – 80–100 см, наибольшая – 120 см.

Формация хвоща топяного обычно представлена чистой ассоциацией хвоща, приуроченной к илистым, торфянистым или песчаным с наилком грунтам. Хвощатники развиваются по краю осоковых зарослей на глубине 0.5–1.4 м. Проективное покрытие в среднем для лесотундровых озер – около 30%, северотаежных – 50–60%. Средняя высота хвоща изменяется от 80 см в северных водоемах до 100–120 см в южных.

Формация ежеголовника родственного больше характерна для лесотундровых озер, где она является единственной формацией водных растений с плавающими листьями. Из трех образующих ее ассоциаций чаще встречается чистая ассоциация ежеголовника. Фитоценозы ежеголовника обычно приурочены к неглубоким заливам, где развиваются по краю осоковых или хвощевых зарослей на глубине 0.5–1.5 м на песчано-илистых и илистых грунтах. Проективное покрытие в среднем около 50–60%.

Формация рдеста стеблеобъемлющего, которую образуют четыре ассоциации рдеста, на обследованных водоемах также чаще всего представлена чистой ассоциацией рдеста. Фитоценозы рдеста распространены обычно небольшими по площади куртинами изреженных зарослей (проективное покрытие около 30%) и развиваются на глубине 1.5–2.0 м, преимущественно на илистых грунтах. К формации лютика дихотомического относятся две ассоциации – чистая ассоциация лютика и ассоциация лютика с водными мхами, причем последняя отмечена только на одном из северотаежных водоемов – оз. Великом. Фитоценозы лютика встречаются на глубине 1.5–2.5 м на рыхлых илистых, реже песчано (каменисто)-илистых грунтах. Проективное покрытие около 25%.

Формацию полушника озерного образуют семь ассоциаций. На обследованных водоемах доминирует чистая ассоциация полушника, являющаяся самой глубоководной растительной группировкой. Одновидовые ценозы полушника встречаются до глубины 3.0–3.5 м на песчано-илистых и илистых грунтах. Наибольшая глубина развития полушника (около 5.0 м) отмечена у Сейдозера, которое отличается также высокой прозрачностью воды (4.0–6.0 м). На меньших глубинах, 1.0–1.5 (2.0) м, распространены смешанные фитоценозы полушника, преимущественно с урутью, лютиком стелющимся (Ranunculus reptans) и горцом земноводным (Polygonum amphybium var. natans). Заросли полушника, особенно в одновидовых ценозах, обычно густые, проективное покрытие в среднем 70–85%.

Для водной растительности северотаежных озер кроме отмеченных выше формаций еще характерны формации тростника и вахты, относящиеся к группе формаций воздушно-водных растений, а также формации кубышки желтой, кубышки малой и горца земноводного из группы формаций прикрепленных водных растений с плавающими листьями. Формация тростника, представленная только чистой ассоциацией, встречается на разного типа грунтах, чаще всего на песчаных или песчано-каменистых. Редко тростник образует сплавины. Наибольшая глубина развития тростниковых зарослей – 1.6–1.7 м. Тростничники довольно разрежены, проективное покрытие в среднем около 30%. Средняя высота тростника (от корня) – 160 см, наибольшая – 230 см. Формацию

вахты слагают три ее ассоциации, доминирует чистая ассоциация вахты. Одновидовые ценозы вахты приурочены к рыхлым илистым грунтам и распространены обычно до глубины 0.5 м. Заросли довольно густые, проективное покрытие в среднем около 70%. Средняя высота вахты около 50 см.

Формация горца земноводного, к которой относятся три ассоциации горца, также преимущественно представлена чистой его ассоциацией. Фитоценозы горца развиваются на грунтах грубого механического состава на глубине 0.5–1.2 м. Проективное покрытие около 25%. Формация кубышки желтой очень характерна для неглубоких заливов обследованных северотаежных водоемов. Доминируют одновидовые ценозы кубышки, реже она образует сообщества с хвощом, водными мхами и роголистником. Кубышка развивается на глубине 1.0–2.0 м и рыхлых илистых, реже торфяно-илистых грунтах. Проективное покрытие от 25 до 75%. Формация кубышки малой встречается на озерах реже, чем формация кубышки желтой, но тоже довольно характерна для заливов озер, а также для небольших и неглубоких лесных водоемов – ламбин. Фитоценозы кубышки малой развиваются на глубине 2.0–2.5 м и приурочены почти исключительно к рыхлым илистым грунтам. Проективное покрытие около 25%. Цветение кубышки малой наблюдалось очень редко.

К редким формациям водной растительности, зарегистрированным на одном, реже двух из обследованных водоемов полуострова, относятся формации водяной сосенки (Hippuris vulgaris), рдеста альпийского и рдеста длиннейшего (Potamogeton alpinus и P. praelongus), а также формации кувшинки чисто-белой (Nymphaea candida), пузырчатки обыкновенной (Utricularia vulgaris), телореза (Stratiotes aloides) и роголистника темно-зеленого (Ceratophyllum demersum).

Формацию водяной сосенки, встреченную только в водоеме лесотундрового ландшафта, в оз. Канентъявр, слагают смешанные сообщества водяной сосенки с ежеголовником, развивающиеся на глубине 0.4–1.0 м и илистом грунте. Проективное покрытие около 30%. Формация рдеста альпийского зарегистрирована в озерах как лесотундрового ландшафта (Канентъявр), так и северотаежного (Пасмозера). В оз. Канентъявр она представлена фитоценозами рдеста с лютиком стелющимся (Ranunculus reptans), в Пасмозере – фитоценозами рдеста альпийского с рдестом стеблеобъемлющим. Сообщества рдеста альпийского развиваются на глубине 1.0–1.5 м и илистом грунте. Проективное покрытие 25–50%. Формация рдеста длиннейшего, отмеченная в озерах лесотундрового (оз. Полярное) и северотаежного ландшафтов (Сеньозеро, Пасмозеро), представлена преимущественно одновидовыми ценозами рдеста. Заросли рдеста длиннейшего (проективное покрытие 25–30%) распространены на глубине 1.5–3.0 м и приурочены к илистым грунтам.

Формации кувшинки чисто-белой, пузырчатки обыкновенной, телореза и роголистника темно-зеленого развиваются только в озерах северотаежного ландшафта. Формация кувшинки чисто-белой, представленная чистой ассоциацией кувшинки, встречена в Пасмозере на глубине около 2.0 м и рыхлом илистом грунте. Формация пузырчатки обыкновенной, образованная фитоценозами пузырчатки с обильно развитыми зелеными мхами (Drepanocladus exannulatus и Scorpidium scorpioides) и значительной примесью урути (Myriophyllum alterniflorum), зарегистрирована на двух водоемах – Сеньозере и Пасмозере. Сообщества пузырчатки распространены на глубине 1.0–2.0 м и илистых грунтах; проективное покрытие около 100%. Формация телореза, представленная ассоциацией телореза с зелеными мхами (преимущественно Drepanocladus exannulatus), встречена в оз. Великом на глубине около 1.0 м и илистом грунте. В мохово-телорезовых сообществах зарегистрирована значительная примесь Chara delicatula; проективное покрытие около 100%. Формация роголистника темно-зеленого, отмеченная только для Вялозера, образована смешанными фитоценозами роголистника с

зелеными мхами (Calliergon giganteum и Drepanocladus exannulatus). Мохово-роголистиковые ценозы развиваются на глубине 1.0–2.0 м и илистом грунте; проективное покрытие около 100%.

2. Характеристика растительности озер

Озера системы Канентъявр-Колгиявр, расположенные в лесотундровом ландшафте, представляют собой открытые водоемы, подверженные сильному ветровому воздействию. Развитие водной растительности в этих озерах обусловлено сочетанием целого ряда природных факторов, и прежде всего степенью изрезанности береговой линии и характером грунтов в прибрежной зоне. Прибрежья этих озер образованы преимущественно валунами с галькой и гравием, чередующимися с участками песчаных отложений, характерных для заливов. Изрезанность береговой линии незначительна. Вода мало минерализована. Растительность не образует сплошной полосы, а приурочена к нескольким заливам или небольшим извилинам берегов, более или менее защищенным от ветра и волнения. Степень зарастания макрофитами – 0.1–5.0%. Флора лесотундровых озер бедна: на отдельных водоемах насчитывается от 5 до 16 видов.

Оз. Канентъявр из обследованных водоемов системы самое богатое по видовому составу. Оно – верхнее в системе и самое большое: площадь его зеркала – 12.1 км^2, средняя глубина – 3.8 м. Озеро характеризуется сложной конфигурацией и состоит из нескольких плесов, соединенных проливами. Прозрачность воды колеблется в пределах 3.0–5.7 м. Во флоре озера зарегистрировано 16 видов макрофитов. Ценозообразователями являются осоки (Carex inflata и C. stans), хвощ топяной, ежеголовник родственный, рдесты альпийский и стеблеобъемлющий, водная сосенка, уруть и полушник озерный.

Прибрежная растительность представлена фитоценозами осок и хвоща. Осока развивается вдоль уреза воды до глубины 0.5 м, образуя прерывистые полосы шириною около 2–3 м. Хвощ встречается редко, преимущественно в заливах западных плесов озера. В небольших мелководных заливах на песчано-илистых грунтах и глубине 0.6–1.4 м развивается ежеголовник, образующий обычно одновидовые ценозы, реже сообщества с хвощом или рдестом стеблеобъемлющим. Сообщества урути, часто со значительной примесью полушника, отмечены в протоке в западные плесы озера. Доминируют в озере фитоценозы полушника, прерывистой полосой прослеживающиеся вдоль берегов на глубине 1.0–2.5 (3.0) м.

Озера Полярное, Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр по существу представляют собой плесовые участки р. Кольйок. Все озера мелководны, особенно Китенъявр и Мал. Колгиявр, средняя глубина которых немногим более 1.5 м. Несмотря на мелководность, растительность развита очень слабо, так как открытые каменистые берега озер, чередующиеся с песчаными пляжами, не благоприятствуют развитию макрофитов. В видовом составе водной растительности оз. Полярного (вместе с Березовым) насчитывается 10 видов, среди которых ценозообразователями выступают осоки (Carex inflata и C. stans), хвощ, ежеголовник, лютик дихотомический, рдест длиннейший, уруть и полушник. Прибрежная растительность, как и в оз. Канентъявр, образована осочником и хвощатником. На глубинах около 1–2 м небольшими куртинами изреженных зарослей встречаются одновидовые ценозы лютика дихотомического, ежеголовника родственного и рдеста длиннейшего. Сообщества урути развиваются в протоке, соединяющей оз. Полярное с оз. Березовым, на глубине 0.6–1.0 м. Доминируют в водоеме фитоценозы полушника, приуроченные к глубине 1.0–2.5 м.

Озера Китенъявр и Мал. Колгиявр по развитию водной растительности почти ничем не отличаются друг от друга. В водоемах зарегистрировано по 8–7 видов макрофитов, заросли которых встречаются в двух–трех заливах и устьях речек. Ценозообразователями выступают осока вздутая, хвощ, ежеголовник и полушник. В оз. Китенъявр основные заросли макрофитов сосредоточены вдоль северной части восточного берега (рис. 1, А); ассоциация осоки

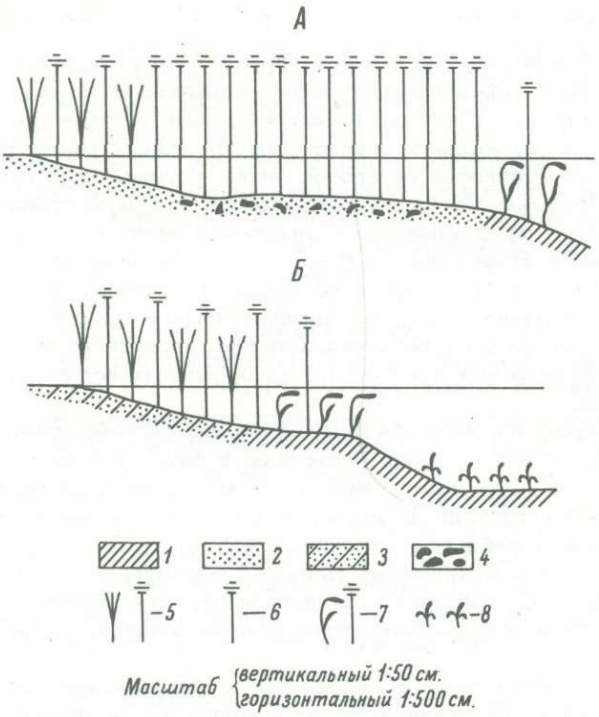


Рис. 1. Профили зарастания озер лесотундрового ландшафта.

А – северная часть восточного берега оз. Китенъявр; Б – западный залив оз. Мал. Колгиявр. 1 – илистый грунт; 2 – песчаный; 3 – песчано-илистый; 4 – каменистый грунт; 5 – ассоциация осоки с хвощом; 6 – чистая ассоциация хвоща; 7 – ассоциация ежеголовника с хвощом; 8 – чистая ассоциация полушника.

вздутой с хвощом сменяется чистой ассоциацией хвоща; у края последней развивается ассоциация ежеголовника с хвощом. Ширина полосы всех зарослей, распространенных до глубины 0.7 м, составляет 50–60 м. В оз. Мал. Колгиявр растительность лучше всего развита близ устья ручья, впадающего в западный залив озера (рис. 1, Б). Здесь наблюдается аналогичная смена очень простых по своему строению ценозов: ассоциация осоки вздутой с хвощом сменяется ассоциацией хвоща с ежеголовником; к последней примыкает чистая ассоциация ежеголовника, у края которой развивается чистая ассоциация полушника. Ширина полосы развития растительности, распространенной до глубины около 1 м, составляет 40–50 м.

Оз. Бол. Колгиявр – последнее (нижнее) в системе. По величине это второй водоем после оз. Канентъявр (площадь зеркала – 5 км^2, средняя глубина – 1.7 м). В озере встречено 5 видов макрофитов, из которых ценозообразователями являются осока, ежеголовник, уруть и полушник озерный. Развитию макрофитов в этом водоеме системы также не благоприятствуют открытые, большей частью каменистые берега с преобладающей в озере галечниково-гравелистой литоралью. По низменным участкам берегов, где каменистая литораль сменяется песчаной или песчано-каменистой, встречаются куртины чистых зарослей осок. К заливам приурочены одновидовые ценозы ежеголовника и урути. Наибольшее распространение в озере имеют фитоценозы полушника, преимущественно одновидовые, реже с ежеголовником и лютиком стелющимся. Заросли полушника следуют прерывистыми полосами, главным образом вдоль северных и западных берегов озера, а также встречаются в центральной части водоема и приурочены к глубинам от 1 до 2 м.

Оз. Глубокое – небольшой по площади, но сравнительно глубокий водоем (средняя глубина 2.9 м) – располагается несколько изолированно в системе, но связано с оз. Полярным протокой. Из обследованных озер оно наиболее заросшее (степень зарастания около 5%). В озере встречено 7 видов макрофитов. Строителями ценозов выступают осока вздутая, ежеголовник, уруть и полушник. Доминируют фитоценозы полушника с урутью, развивающиеся на глубине 1.0–2.5 м.

Горное оз. Сейдъявр (Сейдозеро) по развитию высшей водной растительности аналогично лесотундровым озерам системы Канентъявр–Колгиявр. Сейдозеро располагается в центре Ловозерского горного массива. Абсолютная отметка его зеркала – около 190 м, площадь – 12.2 км^2, средняя глубина – 5.4 м. Прозрачность воды достигает 4.0–6.0 м. Береговая зона озера каменистая, с часто встречающимися глыбами коренных пород. В видовом составе зарегистрировано всего 5 видов макрофитов. Строителями фитоценозов являются осока, хвощ, ежеголовник и полушник, образующие чистые заросли. Господствуют в озере фитоценозы полушника, встречающиеся почти вдоль всех берегов и приуроченные обычно к глубине 1.5–2.0 м. Ширина полосы этих зарослей достигает 35–50 м, а на отдельных участках – до 100 м и более. Наибольшая глубина развития полушника – 3.0–3.5 м, а у северного берега – до 4.7 м. В прибрежной полосе до глубины 0.4 м в местах, защищенных от ветра и волнения, на каменистых или песчано-каменистых грунтах встречаются фрагментами чистые заросли осоки и хвоща.

Озера северотаежного ландшафта расположены в южной части Кольского полуострова, в бассейне рек Умбы и Варзуги. Во флористическом отношении это наиболее богатый район полуострова (Цинзерлинг, 1934), что заметно проявляется также и во флоре высшей водной растительности обследованных водоемов. Самые богатые по видовому составу – наиболее крупные из обследованных водоемов: Вялозеро, Сеньозеро, Пасмозеро. Степень зарастания северотаежных водоемов колеблется от 1.0 до 10%; наиболее заросшими являются неглубокие лямбины (до 50% и более). В видовом составе растительности отдельных водоемов насчитывается от 3 до 36 видов. В распределении ее заметно проявляется зональность. Наибольшее развитие зарослей макрофитов наблюдается в заливах и на мелководье у подветренных берегов. На участках с крутыми подводными склонами, каменистыми берегами и подверженных волновому воздействию заросли макрофитов отсутствуют или представлены узкими полосами единичных экземпляров.

Вялозеро – самый крупный из водоемов (площадь – 104 км^2, средняя глубина – 7.7 м), имеет сложную конфигурацию (много губ, заливов и небольших островков) и относится к водам повышенной минерализации (Дегопик, наст. сб.). Прозрачность воды – около 2.5–3.0 м. Прибрежная зона сложена преимущественно каменистыми и песчаными грунтами.

В видовом составе насчитывается 37 видов макрофитов, из которых ценозообразователями являются осоки (Carex inflata, C. lasiocarpa, C. acuta), тростник, хвощ, вахта (Menyanthes trifoliata), кубышка желтая и кубышка малая, лютик дихотомический, горец земноводный (Polygonum amphibium var. natans), рдест стеблеобъемлющий, роголистник темно-зеленый и полушник озерный. Для прибрежной растительности характерны сообщества осок и вахты, в меньшей степени – хвоща. Особенно широкое распространение имеют фитоценозы вахты, образованные чистыми зарослями вахты или совместно с осокой и хвощом. Тростник встречается редко. Заросли погруженных макрофитов и с плавающими листьями сосредоточены в небольших и неглубоких заливах сильно изрезанных берегов и представлены обычно фитоценозами кубышки желтой и малой, лютика дихотомического. Реже встречаются сообщества рдеста стеблеобъемлющего. В южном мелководном заливе и небольших заливчиках западного берега Сеньгубы на глубине 1-2 м отмечены фитоценозы роголистника темно-зеленого. В роголистниковых ценозах на илистом грунте и глубине около 2 м встречен рдест сплюснутый, с обилием 1-2 балла. Наибольшая глубина развития растительности – около 3 м, и к ней приурочены фитоценозы полушника, представленные чистыми его зарослями. Заметно повлияло на прибрежно-водную растительность поднятие уровня воды в озере вследствие постройки плотины на р. Вяпе. Низменные берега оказались подтопленными, а на отдельных участках и вовсе размытыми. Древесная, а местами также и травянистая растительность погибла. Очевидно, с поднятием уровня воды в озере связано широкое развитие вахты в зоне прибрежно-водных растений, часто образующей крупные заросли – сплавины.

Прибрежная зона Сеньозера (площадь – 3.2 км^2, средняя глубина – 5.8 м) образована преимущественно каменистыми и песчаными грунтами. Прозрачность воды – 3.8 м. Степень зарастания – около 10%. В озере обнаружено 32 вида макрофитов, 17 из которых являются ценозообразователями: осоки (Carex inflata и C. lasiocarpa), хвощ, вахта, тростник, кубышка желтая и малая, горец земноводный, лютик дихотомический, ежеголовник родственный, рдест длиннейший и стеблеобъемлющий, уруть очередноцветковая (Myriophyllum alterniflorum), полушник, пузырчатка обыкновенная, а также мхи (Drepanocladus exannulatus и Scorpidium scorpioides).

Растительный покров прибрежий образуют сообщества осок, хвоща, вахты, но особенно велика роль тростниковых фитоценозов. Заросли тростника довольно разреженны и прерывистой полосой, шириною около 2 м, распространены вдоль каменистых участков берегов, часто оконтуривая каменистые островки. Крупная заросль тростника, достигающая на отдельных участках ширины 100 м, прослеживается вдоль песчаного северо-западного берега. Для высоких каменистых берегов, без растительности в приурезовой полосе характерны заросли горца земноводного, представленные одновидовыми ценозами горца или совместно с полушником. Фитоценозы горца развиваются на глубине 1-2 м и песчано(каменисто)-илистых грунтах. Типичный профиль зарастания вдоль таких берегов показан на рис. 2.

Для заливов с илистыми грунтами обычны фитоценозы кубышки желтой, реже встречаются сообщества кубышки малой и рдестов. Широко распространены фитоценозы полушника. Чистые заросли его приурочены к глубинам 2.0-2.5 (3.0) м, на меньших глубинах (1-2 м) развиваются сообщества полушника с урутью, лютиком стелющимся или горцом. Наибольшая глубина развития растительности – около 3.5 м. На этой глубине обнаружены заросли Drepanocladus exannulatus.

Верхн. Сеньозеро (площадь – 1.4 км^2, средняя глубина – 4.2 м) отличается слабым развитием водной растительности (степень зарастания – около 1.0%), чему способствуют открытые, мало изрезанные берега с преобладаю-

щими каменистыми грунтами в прибрежной зоне. Вода мало минерализована; прозрачность - 4.5 м.

В видовом составе насчитывается 14 видов макрофитов. Строителями ценозов являются 7 видов: осока вздутая, хвощ, тростник, вахта, кубышка желтая, рдест стеблеобъемлющий, а также мхи - Drepanocladus exannulatus и Calliergon giganteum. Основные заросли макрофитов сосредоточены в северо-западном и восточном заливах озера и представлены в основном фитоценозами кубышки желтой. Из других растительных группировок по занимаемой ими площади можно выделить фитоценозы тростника и лютика дихотомического. Изреженные заросли тростника приурочены к мелководным небольшим заливчикам с песчаной или каменисто-песчаной литоралью. Лютик встречается куртинами чистых зарослей вдоль восточного берега на рыхлом илистом грунте и глубине 2-3 м. В северо-западном конце озера с низкими заболоченными берегами отмечена крупная моховая сплавина.

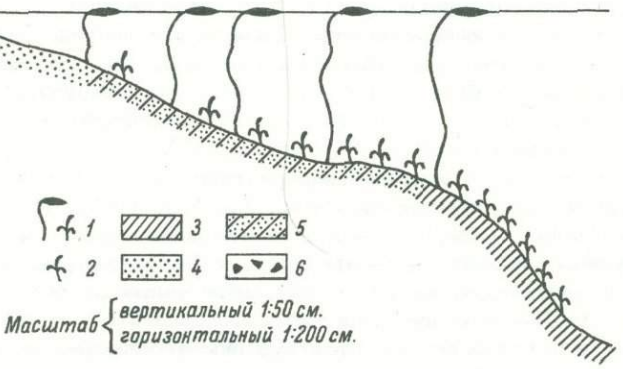


Рис. 2. Профиль зарастания юго-восточного берега Сеньозера.

1 - ассоциация горца земноводного с полушником; 2 - чистая ассоциация полушника; 3 - илистый грунт; 4 - песчаный грунт; 5 - песчано-илистый грунт; 6 - каменистый грунт.

Пасмозеро и Великое представляют единую систему. Берега их большей частью низменные и подтоплены в результате повышения уровня воды в связи с постройкой плотины на р. Индель. Это обстоятельство сильно отразилось на развитии прибрежной растительности и вызвало широкое распространение сплавин.

В Пасмозере (площадь - 4.2 км^2, средняя глубина - 4.2 м) зарослями макрофитов занято около 10% площади водоема. Выявлено 27 видов макрофитов, 12 из которых являются ценозообразователями: осока вздутая, хвощ, тростник, рдесты альпийский, стеблеобъемлющий и длиннейший, горец земноводный, кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, полушник, пузырчатка обыкновенная, а из мхов - Drepanocladus exannulatus. В прибрежной полосе наибольшее распространение имеет осока, часто образующая сплавины, особенно со мхами. Кроме осоковых сплавин встречаются моховые, преимущественно сфагновые. Сплавины обычно оконтурены зарослями вахты с сабельником (Comarum palustre) и наумбургией (Naumburgia thyrsiflora). Фитоценозы тростника и хвоща встречаются редко. В небольших заливах с рыхлыми илистыми грунтами распространены фитоценозы кубышки

желтой и кувшинки. Очень характерна для этого водоёма формация горца земноводного, представленная чистой его ассоциацией. Заросли горца обычно развиваются на глубине 2.0–2.5 м вдоль высоких каменистых берегов, без растительности в приурезовой полосе. К наибольшим глубинам развития растительности приурочены ценозы рдеста длиннейшего, чистые заросли которого отмечены вдоль северо-восточного берега на глубине 2.5–3.0 м и рыхлом илистом грунте. К этим же глубинам приурочены фитоценозы полушника.

Во флоре оз. Великого (площадь – 1.3 км^2, средняя глубина – 2.3 м) насчитывается 21 вид макрофитов. К основным ценозообразователям относятся осока, тростник, кубышка малая, а из мхов – Scorpidium scorpioides и Drepanocladus exannulatus. Значительное участие мхов как в образовании сплавин, так и в группировках прибрежно-водной и водной растительности – характерная особенность этого водоема. Кроме моховых сплавин встречаются также тростниковые и осоковые. В северо-западной части озера имеются крупные участки размытых берегов. Основные заросли макрофитов сосредоточены в заливах западного берега и восточном конце озера. В одном из мелководных заливов западного берега на рыхлом илистом грунте и глубине около 1 м, по краю тростниковой сплавины, встречен телорез, образующий сообщества с Drepanocladus exannulatus и Chara delicatula. У высоких каменистых берегов растительность отсутствует. Наибольшая глубина развития фитоценозов – около 2.5 м. На этой глубине встречены одновидовые ценозы кубышки малой.

Рекогносцировочное исследование растительности Амозера – водоема, через который осуществляется сток Вялозера в р. Умбу, – показало, что по характеру развития и распределения растительности, а также по растительным группировкам Амозеро не отличается от Вялозера. Растительность сосредоточена в заливах, более или менее защищенных от волнения, и представлена в основном ценозами кубышек, лютика дихотомического и рдеста стеблеобъемлющего. Нередко встречаются куртины тростника, распространенные на глубине 1.0–1.5 м. Низменные участки берегов заболочены, заросли осоками и окаймлены вахтой. Наибольшая глубина развития растительности – около 3 м, и к ней приурочены фитоценозы полушника.

Обследованные небольшие озерки – лямбины, оконтуренные в значительной степени сфагновыми сплавинами, – отличаются бедным видовым составом растительности, насчитывающим от 3 до 11 видов. Они бывают совсем лишенными зарослей макрофитов или заросшими почти сплошь одним каким-нибудь видом (например, Nuphar pumila). Более крупные лямбины, как например Пасмлямбина (площадь – около 0.1 км^2, средняя глубина – около 2.0 м), близки по развитию растительности к озерам. Во флоре водоема обнаружено 11 видов макрофитов, из которых ценозообразователями являются хвощ, тростник, вахта, кубышки желтая и малая, полушник. Доминируют заросли хвоща и кубышки желтой, образующие чаще всего одновидовые ценозы. В оз. Светлом (площадь – 0.2 км^2, средняя глубина – около 3.0 м), отличающемся также высокой прозрачностью воды (6.5 м), на глубине 6–7 м распространены густые заросли Drepanocladus exannulatus. Это наибольшая выявленная глубина развития растительности в обследованных водоемах.

3. Фитомасса макрофитов

Растительная масса макрофитов определялась преимущественно для фитоценозов, наиболее распространенных в обследованных водоемах: в лесотундровом ландшафте – для оз. Канентъявр, в северотаежном – для Сеньозера, а также для горного Сейдозера. Пробы на фитомассу отбирались

в последней декаде июля и в августе по методике В.М. Катанской (1954). Учитывалась фитомасса растений с 1 м^2. Исключение представляют ценозы полушника, для которых бралась 1/40 часть м^2 (приемная поверхность дночерпателя) с последующим пересчетом данных для 1 м^2.

Растительная масса воздушно-водных растений учитывалась для фитоценозов тростника, хвоща, осок и вахты. Фитомасса тростника в Сеньозере изменялась от 171 до 335 г/м^2 сырого веса, или от 71 до 145 г/м^2 воздушно-сухого, при средней высоте тростника от 60 до 190 см и количестве стеблей от 13 до 60 побегов на 1 м^2. По сравнению с фитомассой тростниковых зарослей более южных лесных озер (средне- и южнотаежной подзоны) фитоценозы тростника в Сеньозере характеризуются низкими величинами. По данным И.М. Распопова (1971), фитомасса тростника в среднем для Онежского озера составляет 280-300 г/м^2 воздушно-сухого веса. Растительная масса тростниковых зарослей озер Карельского перешейка, расположенных в южнотаежной подзоне, по данным В.М. Катанской (1960), изменялась от 1.2 до 7.8 кг в сыром и от 0.5 до 4.2 кг в воздушно-сухом весе при средней высоте тростника от 160 до 330 см и количестве стеблей от 41 до 191 побега на 1 м^2.

Фитомасса осоковых зарослей, представленных чаще всего чистыми осочниками или с незначительной примесью других видов, также характеризуется довольно низкими величинами: от 70 до 228 г/м^2 воздушно-сухого веса, т.е. в среднем около 150 г/м^2. Это почти в два раза меньше фитомассы осоки Онежского озера (Распопов, 1971), которая в среднем составляла 380 г/м^2. Более значительна растительная масса вахты. В Сеньозере она изменялась от 156 до 350 г/м^2 воздушно-сухого веса. Фитомасса хвоща, определявшаяся в озерах Канентъявр и Сеньозеро, имеет низкие величины - 24-71 г/м^2 воздушно=сухого веса; следует отметить, что во взятых пробах значительная часть побегов имела поломанные ветром и волнением верхушки.

Фитомасса растений с плавающими листьями определялась для фитоценозов кубышки желтой, кубышки малой, ежеголовника родственного и горца земноводного. Фитомасса кубышки желтой, в пробах которой насчитывалось от 2 до 4 экземпляров, составляла от 550 до 854 г/м^2 сырого веса, или от 60 до 91 г/м^2 воздушно-сухого. Фитомасса кубышки малой, определенная по единственной пробе, в которой насчитывалось 9 экземпляров, равнялась 755 г/м^2 сырого, или 61 г/м^2 воздушно-сухого веса. Растительная масса ежеголовника в оз. Канентъявр составляла 14-17 г/м^2 воздушно-сухого веса, а в Сеньозере - 810 г/м^2 сырого, или 61 г/м^2 воздушно-сухого веса. Фитомасса сильно изреженных зарослей горца земноводного изменялась от 45 до 82 г/м^2 сырого веса и от 9 до 15 г/м^2 воздушно-сухого.

Растительная масса погруженных макрофитов определялась для фитоценозов рдеста стеблеобъемлющего и полушника. Для изреженных зарослей рдеста, развивающихся на глубине около 2 м, фитомасса составляла в сыром виде 45-62 г/м^2, а в воздушно-сухом ее величина оказалась на грани точности измерения. Растительная масса полушника в Сейдозере колеблется от 20.8 до 492 г/м^2 воздушно-сухого веса. По сравнению с фитомассой его в одном из водоемов Карельского перешейка, где она составляла 125 г/м^2 воздушно-сухого веса (Катанская, 1954), фитомасса полушника в Сейдозере характеризуется значительными величинами - в среднем около 260 г/м^2.

Сравнение растительной массы макрофитов обследованных озер показывает, что наибольшую ее величину имеют фитоценозы полушника и вахты, за которыми следует осока и тростник. Фитомасса растений с плавающими листьями очень низкая: средняя величина ее менее 100 г/м^2 воздушно-сухого веса.

Наблюдения за ростом тростника в условиях северотаежного ландшафта

На Сеньозере с 12 июля по 14 августа 1967 г. проводились наблюдения за ростом тростника. Для этого была заложена метровая площадка в чистой ассоциации тростника на песчано-каменистом грунте у восточного берега озера. 12 июля на площадке с глубиной 30–35 см насчитывался 31 побег тростника, наибольшая высота которого была 112 см, наименьшая – 20 см. 14 августа, в последний срок наблюдений, на площадке при глубине около 24 см зарегистрировано 32 стебля тростника с наибольшей высотой 143 см, наименьшей – 50 см. С момента начала наблюдений, которые проводились каждые четыре дня, тростник уже находился в стадии энергичного роста. Максимальный прирост тростника приходился на время от 16 до 20 июля и составлял 1.6 см/сутки. С 10 августа рост тростника прекратился. В Онежском озере (Распопов, Рычкова, 1969) интенсивный рост тростника отмечался в июне и достигал суточного максимума – 4.4 см. В дельте Амударьи максимальный прирост тростника составлял 7–8 см/сутки и приходился на время с 23 мая по 10 июня (Катанская, 1963).

Заключение

В видовом составе высшей водной растительности исследованных водоемов Кольского полуострова выявлено 58 видов цветковых и споровых растений, относящихся к 26 семействам: 20 видов 14 семейств для озер лесотундрового ландшафта и 55 видов 25 семейств для северотаежного.

Во флоре северотаежных водоемов обнаружены виды, ранее не установленные в озерах полуострова: телорез (Stratiotes aloides), роголистник темно-зеленый (Ceratophyllum demersum) и рдест сплюснутый (Potamogeton compressus).

Водная растительность обследованных озер характеризуется значительным числом ассоциаций – 55, относящихся к 22 формациям: 23 ассоциации 10 формаций для лесотундровых озер и 32 ассоциации 17 формаций для северотаежных. В водоемах лесотундрового ландшафта наибольшее распространение имеют фитоценозы осок, полушника и ежеголовника родственного. Фитоценозы ежеголовника в этих озерах являются единственными представителями группировок макрофитов с плавающими листьями. Наибольшая глубина развития растительности – около 2.5–3.0 м. Степень зарастания водоемов очень низкая (0.1–5.0%). На озерах северотаежного ландшафта широко распространены фитоценозы осок, тростника, хвоща, вахты, кубышки желтой и кубышки малой, полушника, в меньшей степени горца земноводного и рдеста стеблеобъемлющего. Растительность развивается до глубины 3.0–3.5 м, наибольшая – около 7.0 м. Степень зарастания водоемов колеблется от 1.0 до 10(50)%.

Группировки водной и прибрежно-водной растительности представлены преимущественно чистыми зарослями. Видовой состав сообществ макрофитов характеризуется небольшим числом видов: в фитоценозах лесотундровых озер – 7, северотаежных – 13. В распределении макрофитов в водоемах наблюдается зональность: растительность прибрежий образована зарослями осок, хвоща, вахты и тростника, развивающихся до глубины 0.5–1.0(1.5) м. Растения с плавающими листьями (ежеголовник, кубышки, кувшинки) встречаются на глубине 1–2 м. К наибольшим глубинам развития растительности (3.0–3.5 м) приурочены заросли рдеста длиннейшего и полушника озерного.

Среди обследованных водоемов полуострова отчетливо выделяется „полушниковый тип" озер. К озерам этого типа относятся Сейдозеро и лесотундровые озера системы Канентъявр-Колгиявр. Это олиготрофные, маломинерализованные водоемы, отличающиеся бедным видовым составом водной растительности при значительном развитии полушника. Из водоемов северотаежного ландшафта к этому типу приближаются Сеньозеро (тростниково-полушниковый тип) и Пасмозеро (горцово-полушниковый). Другие северотаежные водоемы, как Вяпозеро, Мал. Сеньозеро и Великое, типизации не поддаются и нуждаются в более детальном исследовании их водной растительности.

Фитомасса макрофитов характеризуется довольно низкими величинами; наибольшую фитомассу имеют полушник и вахта - в среднем около 260 г/м^2 воздушно-сухого веса.

Наблюдения за ростом тростника в условиях северотаежного ландшафта показали, что максимальный ежесуточный прирост приходится на вторую декаду июля и составляет 1.6 см.

Видовой состав и распределение макрофитов в озерах Кольского полуострова

Equisetum limosum L.	- Ка, По, Ки, МК, П, Па, Се
Isoetes lacustris L.	- I, С, ВС, П, Вя, Па, З, Св, Се
Sparganium affine Schnizl.	- I, С, П, В, Вя, З, Св
S. minimum Hill.	- II
S. simplex Huds. f. longissimum Fries.	- В
Sparganium sp.	- С, Се
Potamogeton alpinus Balb.	- Ка, С, Вя, II
P. natans L.	- Вя
P. perfoliatus L.	- Ка, МК, С, ВС, П, Вя
P. praelongus Wulf.	- Ка, По, Ки, С, ВС, П, Вя
P. pusillus L.	- С, В
P. compressus	- Вя
P. heterophyllus Schreb. f. graminifolius Fr.	- В
Potamogeton sp. (P. pectinatus L.)	- С
Stratiotes aloides L.	- В
Calamagrostis sp. (C. elata Blytt.)	- Вя
Phragmites communis Trin.	- П, Па
Eriophorum angustifolium Honck.	- По, Ки, МК, С, П, Вя
Eleocharis sp.	- Вя
Carex acuta L.	- Вя
C. aquatilis Wahlb.	- Вя
C. stans Drej.	- Ка, По, П
C. lasiocarpa Ehrh.	- С, П, В, Вя
C. inflata Huds.	- I, II, Па, З, Св
C. canescens L.	- С, П
Carex sp.	- Се
Lemna minor L.	- Вя
Polygonum amphibium L.	- С, П, Вя
Nymphaea candida Presl.	- П
Nuphar lutea (L.) Sm.	- С, ВС, П, Вя, Па, З
N. pumila (Timm.) DC	- С, В, Вя, Па, За
Ceratophyllum demersum L.	- Вя
Caltha palustris L.	- Вя
Ranunculus reptans L.	- Ка, По, БК, С, Ве

Ranunculus dicnotomus (Schmalh.) Orlova	– Ка, По, Ки, С, ВС, В, Вя, Се
Comarum palustre L.	– С, П, Вя
Epilobium sp.	– П
Myriophyllum alterniflorum DC	– С, ВС, В, Па
Myriophyllum sp.	– Ка, По, БК, Г, Вя
Hippuris vulgaris L.	– Ка, П, В, Вя
Cicuta virosa L.	– Вя
Naumburgia thyrsiflora (L.) Reichb.	– С, П, В, Вя
Menyanthes trifoliata L.	– Ка, II, Па, З, Св
Utricularia vulgaris L.	– С, П, В, Вя
U. minor L.	– Г
Drepanocladus exannulatus B.S.G.	– Ка, МК, II, Па, За, Св
D. sendtneri Warnst.	– С
D. lapponicus (Norrl.) Z. Smirn.	– С, В
Drepanocladus sp.	– В
Calliergon giganteum Kindb.	– С, ВС, П, Вя
Calliergon sp. (C. megalophyllum)	– П
Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.	– Ка, Г, С, В, Вя
Fontinalis antipyretica Hedw.	– Ки, ВС, Вя
F. hypnoides Hartm.	– С, Вя, Па
Mnium cinclidioides Hüb.	– С, ВС, П
Sphagnum sp.	– С, П, Па, За, Св
Lophozia sp.	– Г
Chara delicatula Ag.	– В
Nitella flexilis Ag.	– Ка

Ка – Канентъявр
По – Полярное
Ки – Китенъявр
МК – Мал. Колгиявр
БК – Бол. Колгиявр
Г – Глубокое
С – Сеньозеро
ВС – Верхн. Сеньозеро
П – Пасмозеро
В – Великое
Вя – Вялозеро
Па – Пасмпамбина
За – Запятая
З – Зеленая
Св – Светлое
Се – Сейдозеро
I – во всех озерах лесотундрового ландшафта;
II – во всех озерах северотаежного ландшафта;
III – во всех памбинах.

Литература

Абрамова А.Л., Савич-Любицкая Л.И., Смирнова З.И. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.-Л., 1961.

Воронихин Н.Н. Водоросли и их группировки в озерах Имандра и Нотозеро (Кольский п-ов). – Тр. БИН АН СССР. Сер. II, вып. 2, М.-Л., 1935.

Воронихин Н.Н. Растительный мир континентальных водоемов. М.-Л., 1953.

Дегопик И.Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер Кольского п-ва. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., 1974.

Зинова А.Д., Нагель А.А., Петров В.В., Цветков В.Н. Описание исследований озер Монче- и Волчьей тундр. – Тр. Отд. гидрол. Лен. обл. гидромет. упр. Сер. I, т. I, Л., 1935.

Катанская В.М. Биомасса высшей водной растительности в озерах Карельского перешейка. – Тр. Лабор. озероведения АН СССР, т. III, 1954.

Катанская В.М. Методика исследования высшей водной растительности. – В кн.: Жизнь пресных вод. Т. 1У, ч. I, М.–Л., 1956.

Катанская В.М. Продуктивность растительного покрова некоторых озер Карельского перешейка. – Тр. Лабор. озероведения АН СССР, т. X1, 1960.

Катанская В.М. Водная растительность дельты реки Аму-Дарьи и материалы по продуктивности ее зарослей. Автореф. канд. дисс. Л., 1963.

Крепс Г.М. Материалы к растительности ландшафтов района оз. Имандра. – В кн.: Работы Мурманской биологической станции. Т. III, 1929.

Крепс Г.М., Спаский Н. Очерк растительности Большого Оленьего острова в Кольском заливе. – В кн.: Работы Мурманской биологической станции. Т. II, 1926.

Некрасова Т.П. Видовой состав флоры цветковых и высших споровых растений Лапландского заповедника. – Тр. Лапл. гос. запов., вып. 1У, 1960.

Распопов И.М. Макрофиты Онежского озера. – В кн.: Растительный мир Онежского озера. Л., 1971.

Распопов И.М., Рычкова М.А. К динамике численности растений в чистой ассоциации тростника. – В кн.: Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Вып. 3. Петрозаводск, 1969.

Рихтер Г.Д. Работы по исследованию оз. Имандра летом 1925 г. – Вестн. Карело-Мурм. края, 16, 1926.

Флора Мурманской обл. М.–Л., т. I – 1953; т. II – 1954; т. III – 1956; т. 1У – 1959; т. У – 1966.

Цинзерлинг Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада европейской части СССР. – Тр. Геоморфол. инст. АН СССР, вып. 4, 1934.

Цинзерлинг Ю.Д., Косинская Е.Н. Материалы к характеристике пресноводной растительности северо-востока Кольского п-ва. – Тр. СОПС АН СССР. Кольская сер., вып. 10, 1935.

Чернов В.Н. Результаты лимнологического обследования озер южной части Мурманской обл. в связи с поисками диатомитов. – Уч. зап. ЛГУ, вып. 9, № 30, 1939.

Г.И. Летанская

ФИТОПЛАНКТОН И ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ОЗЕР КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Флористический состав планктона озер Кольского полуострова изучен достаточно хорошо. Сведения о нем приведены в работах Мончезерской экспедиции, которая занималась изучением озер бассейна Имандры (Зинова, Нагель, 1935), а также в работах Н.Н. Воронихина (1935) и Е.Н. Косинской (1935). Этими авторами было установлено, что, несмотря на высокое широтное положение, микрофлора исследованных озер весьма разнообразна и особенно широко представлена флора десмидиевых водорослей. Диатомовым водорослям озер бассейна Ловозера, Умбозера и Имандры посвящена работа В. С. Порецкого с соавторами (1934). Все упомянутые работы дают хорошее представление о микрофлоре, но количественных характеристик развития водорослей крайне недостаточно (Покровская, 1962). Мало изучены озера и в отношении интенсивности фотосинтеза. Лишь отдельные сведения имеются у И. В. Баранова (1961) по озерам Имандра и Верхн. Пиренге и у Т. Н. Покровской (1962) по озерам бассейна р. Лебяжьей и Ловозера.

В течение 1966–1969 гг. Институтом озероведения АН СССР исследовались озера трех различных ландшафтов Кольского полуострова. Сборы фитопланктона и одновременные измерения первичной продукции были проведены на ряде озер, расположенных в песотундре, северотаежной области и Ловозерском горном массиве (всего 21 водоем). Наблюдения проводились в летние месяцы (июль–август). Основное внимание уделялось составу руководящего комплекса водорослей и его количественным характеристикам: численности и биомассе. При расчете последней использовались индивидуальные веса, рассчитанные для массовых видов водорослей каждого озера (табл. 1, 2, 3).

Качественные пробы собирались сетью Апштейна (газ № 73) в различных частях озер (отдельные плесы, заливы, заросли макрофитов). Отбор количественных проб производился батометром Рутнера (объемом 1 л). Применялся отстойный метод. Для подсчета водорослей использовалась камера Нажотта (объемом 0.05 мл). Определение первичной продукции фитопланктона проводилось скляночным методом (Винберг, 1960) в кислородном варианте. Светлые и темные склянки (объемом 100–120 мл) устанавливались на горизонтах, с которых одновременно отбирались количественные пробы планктона. Время экспозиции склянок колебалось от 1 до 3 суток. Собрано всего 635 проб (198 качественных и 437 количественных) и сделано 65 серий определения первичной продукции фитопланктона.

Таблица 1

Объемы и веса руководящих видов водорослей озер системы Канентъявр-Колгиявр

Название вида	Средние размеры, мк	Средний объем, $мк^3$	Средний вес, 10^{-9} г	Форма
Aphanothece stagnina (Spreng.) B. Peters et Geitl.	Дл. 5.0 Ш. 2.6	26	0.026	Эллипсоид
Gloeocapsa turgida (Kütz.) Hollerb.emend.	Д 9.7	478	0.478	Шар
Anabaena lemmermannii P. Richt.	Дл. 7.3 Ш. 4.8	132	0.132	Эллипсоид
Melosira distans var. alpigena Grun.	Д. 11.5 Н 7.9	825	0.825	Цилиндр
Cyclotella Kütz. sp.	Н. 6.0 Д. 14.2	949	0.949	Цилиндр
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	Дл. 72.3 Ш. 9.4 Н 5.0	3398	3.398	Параллелепипед
T. flocculosa (Roth.) Kütz.	Дл. 37.9 Ш. 20.0 Н 4.0	3032	3.032	Параллелепипед
Ankistrodesmus gracilis (Reinch.) Korschik.	Дл. 21.1 Ш 2.9	70	0.070	2 конуса
Sphaerocystis schroeteri Chod.	Д 9.4	435	0.435	Шар
Crucigenia irregularis Wille	Дл. 11.0 Ш. 6.5	243	0.243	Эллипсоид
Elakatothrix pseudogelatinosa Korschik.	Дл. 19.3 Ш 3.4	58	0.058	2 конуса

Примечание. Здесь и далее Д – диаметр, Н – высота, Дл. – длина, Ш – ширина клетки. Удельный вес водорослей принимается за единицу.

Система озер Канентъявр-Колгиявр

Эта система озер находится в лесотундровом ландшафте, на севере Кольского полуострова, в 30–40 км от Баренцева моря (рис. 1, бассейн р. Териберки). Для бассейна в целом характерна порожистость водотоков, чередование перекатов с плесовыми участками, высокая проточность озер и их водообменность. Почвенный покров в условиях этого ландшафта маломощный, в пределах водосборного бассейна довольно широко распространены болота.

Таблица 2

Объемы и веса руководящих видов водорослей озер северотаежного ландшафта

Название вида	Средние размеры, мк	Средний объем, $мк^3$	Средний вес, 10^{-9} г	Форма	Водоем
Merismopedia tenuissima Lemm.	Д 1.8	3	0.003	Шар	Ламбины
Gloeocapsa punctata Nag. ampl. Hollerb.	Д 3.1	16	0.016	"	"
Anabaena hassalii (Kütz.)	Д 8.7	345	0.345	"	Вялозеро
Anabaena hassalii (Kütz.)	Д 5.5	86	0.086	"	Пасмозеро, Великое
A. lemmermannii P. Richt.	Дл. 9.0 Ш 5.4	206	0.206	Цилиндр	Вялозеро
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs.	Дл. 9.3 Ш 4.4	141	0.141	"	Сеньозеро
Mallomonas caudata Swan.	–	–	–	"	По Кумсаре, 1963
M. acaroides Perty	–	–	–	–	" " "
Dinobryon divergens Smh.	Н 43.2 Ш 7.8	688	0.688	Конус	Вялозеро
	Н 37.0 Ш 6.7	434	0.434	"	Пасмозеро, Великое
D. cylindricum var. palustre Lemm.	Н 47.6 Ш 7.8	758	0.758	"	Ламбины
D. bavaricum Smh.	Н 50.0 Ш 6.9	623	0.623	"	Сеньозеро
Melosira islandica subsp. helvetica O. Müll.	Н 19.3 Д 12.2	2255	2.255	Цилиндр	Вялозеро
	Н 18.2 Д 11.6	1977	1.977	"	Пасмозеро, Великое
	Н 24.1 Д 12.4	2909	2.909	"	Сеньозеро
Melosira italica (Ehr.) Kütz.	Н 19.9 Д 5.7	507	0.507	Цилиндр	Вялозеро
M. distans var. alpigena Grun.	Н 10.4 Д 9.3	705	0.705	"	Верхн. Сеньозеро
Cyclotella Kütz. sp.	Н 7.0 Д 16.6	1514	1.514	"	Вялозеро
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	Дл. 57.8 Ш 10.7	3092	3.092	Параллелепипед	"
	Дл. 62.0 Ш 10.7	2654	2.654	"	Пасмозеро, Великое
	Н 4.0 Дл. 83.1 Ш 15.3	2559	2.559	"	Сеньозеро
T. flocculosa (Roth.) Kütz.	Н 4.0 Дл. 16.8 Ш 23.4	1572	1.572	"	Вялозеро
	Н 4.0 Дл. 23.8 Ш 18.2	2166	2.166	"	Пасмозеро, Великое
Fragilaria crotonensis Kitt.	Н 5.0 Н 41.4 Д 2.9	273	0.273	Цилиндр	Вялозеро
Asterionella formosa Hass.	Н 88.8 Д 1.9	252	0.252	"	"
	Н 87.0 Д 2.5	426	0.426	"	Сеньозеро
Glenodinium penardii Lemm.	Дл. 22.0 Ш 18.8	2960	2.960	Эллипсоид	Вялозеро
	Дл. 16.9 Ш 15.5	2122	2.122	Эллипсоид	Ламбины
Peredinium cinctum (O. F. Müll.) Ehr.	Дл. 42.3 Ш 36.7	4069	4.069	Эллипсоид	Вялозеро
Ceratium hirundinella (O. F. Müll.) Bergh.	Дл. 149.7 Ш 62.9	155000	155.0		Сеньозеро

1562 6

Таблица 2 (продолжение)

Название вида	Средние размеры, мк	Средний объем, $мк^3$	Средний вес, 10^{-9} г	Форма	Водоем
Eudorina elegans Ehr.	Д 14.6	1629	1.629	Шар	Верхн. Сеньозеро
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.	Дл. 27.2 Ш 7.2	732	0.732	Два конуса	Вяпозеро
Scenedesmus quadricauda (Turp) Bréb.	Дл. 16.0 Ш 5.9	291	0.291	Эллипсоид	"
Staurastrum Meyen sp.	Дл. 30.6 Ш 15.5 Н 23.0	19875	19.875	2 усеченных конуса	Верхн. Сеньозеро

Наиболее глубоким является оз. Канентъявр (в некоторых местах глубина его превышает 20 м при средней глубине 3.8 м), остальные озера системы мелководны (средняя глубина – 1.1–1.7 м). В озерах отмечена низкая минерализация (Σ = 11–16 мг/л), что связано с характером геологического строения местности, режимом влажности и почвенно-растительным покровом (Великорецкая, 1969). Обеспеченность биогенами в озерах крайне низкая: минеральный азот в период исследований отсутствовал, соединения фосфора – порядка 1 $мг/м^3$, из других – незначительные концентрации кремния (0.7–0.9 мг/л) и общего железа (0.04–0.09 мг/л). При низкой цветности воды (16–20° по платиново-кобальтовой шкале) и небольших глубинах озера прозрачны до дна. В более глубоких (Канентъявр, Глубокое) прозрачность порядка 4 м (Дегопик, 1969). Четкой стратификации температуры в озерах в июле–августе не отмечалось. Исключение составляло оз. Глубокое, небольшое по площади, но относительно глубокое (8 м), которое находится в пределах водосбора этой системы (Форш, наст. сб., ч. I).

Оз. Канентъявр – самое большое и глубокое из обследованных озер и занимает верхнее положение в системе. Наблюдения за фитопланктоном в нем проводились в августе. Помимо сборов с трех основных станций (6, 7, 13), на которых параллельно измерялись интенсивность фотосинтеза водорослей и деструкция органического вещества, были проведены исследования более мелководных участков восточного и западного концов озера (рис. 1).

В планктоне озера обнаружено 112 видов, разновидностей и форм водорослей: Cyanophyta – 24, Chrysophyta – 2, Bacillariophyta – 31, Xanthophyta – 1, Chlorophyta – 54 (см. приложение). Постоянно в планктоне встречались Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta,

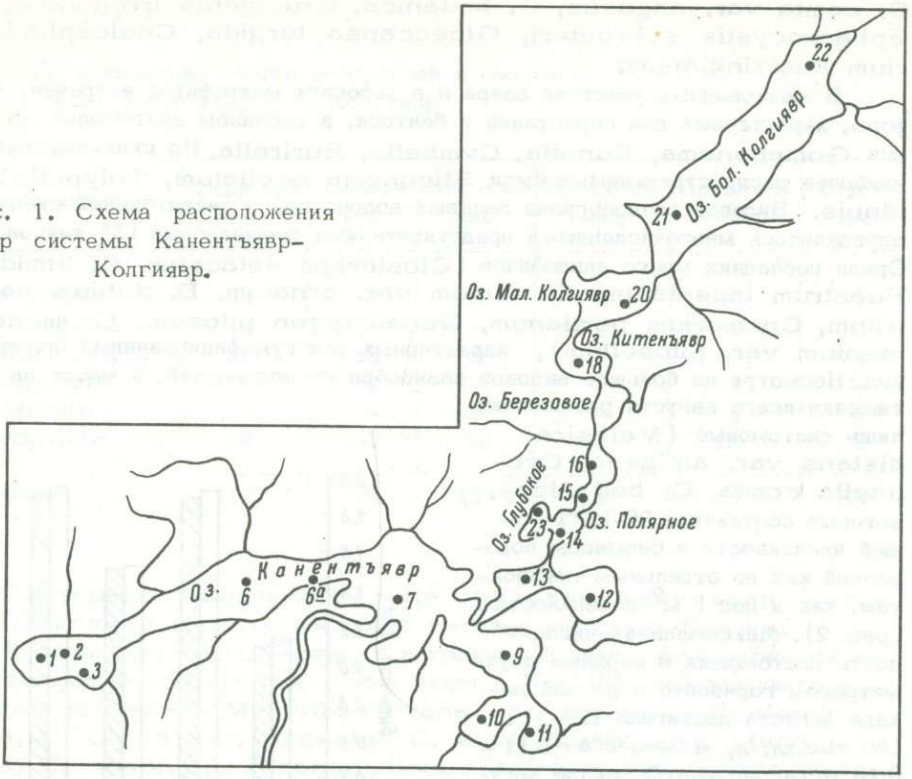


Рис. 1. Схема расположения озер системы Канентъявр–Колгиявр.

Таблица 3

Объемы и веса руководящих видов водорослей Сейдозера

Название вида	Средние размеры, мк	Средний объем, мк^3	Средний вес, 10^{-9} г	Форма
Dinobryon cylindricum var. palustre Lemm.	Дл. 54.0 Ш 7.6	816	0.816	Конус
Melosira distans var. alpigena Grun.	Д 11.9 Н 9.2	1028	1.028	Цилиндр
Cyclotella Kütz. sp.	Д 10.6 Н 3.6	317	0.317	"
Sphaerocystis schroeteri Chod.	Д 8.0	268	0.268	Шар

C. comta var. oligactis, C. bodanica, Crucigenia irregularis, Sphaerocystis schroeteri, Gloeocapsa turgida, Coelosphaerium kuetzingianum.

В мелководных участках озера и в зарослях макрофитов встречено много форм, характерных для обрастаний и бентоса, в основном диатомовых из родов Gomphonema, Eunotia, Cymbella, Surirella. Из сине-зеленых наиболее распространенными были Stigonema ocellatum, Tolypothrix tenuis. Видовое разнообразие зеленых водорослей в значительной степени определялось многочисленными представителями десмидиевых (35 таксонов). Среди последних много ацидофилов (Closterium setaceum, C. tumidum, Euastrum bidentatum, E. dubium var. ornatum, E. dubium var. tritum, Cosmarium portianum, Gonatozygon pilosum, G. monotaenium var. pilosellum), характерных для гумифицированных болотных вод. Несмотря на большое видовое разнообразие водорослей, в массе на протяжении всего августа развивались лишь диатомовые (Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, C. bodanica), которые составляли 90-100% общей численности и биомассы водорослей как по отдельным горизонтам, так и под 1 м^2 поверхности (рис. 2). Максимальная численность диатомовых в верхнем двухметровом горизонте в первой декаде августа достигала 120-180 тыс.кл./л, а биомасса - 0,11 - 0,16 мг/л, во второй декаде августа - соответственно до 230 тыс. кл./л и 0,21 мг/л.

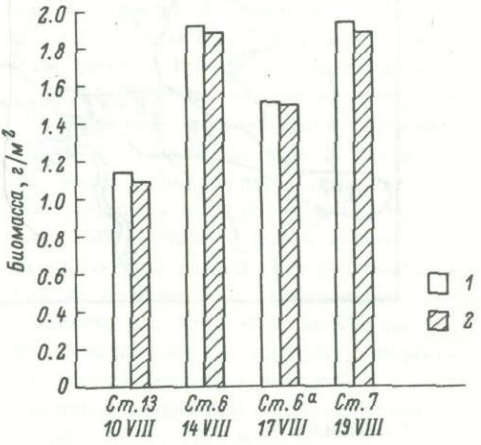


Рис. 2. Биомасса фитопланктона в оз. Канентъявр.

1 - общая биомасса; 2 - биомасса диатомовых.

В планктоне отмечались с незначительной численностью и биомассой (1-6%) из зеленых водорослей Crucigenia irregularis, Sphaerocystis schroeteri, Ankistrodesmus gracilis, сине-зеленые - Gloeocapsa turgida и Coelosphaerium kuetzingianum. Средняя биомасса водорослей по станциям колебалась в пределах 0.11-0.15 г/м^3.

Какой-либо стратификации в распределении фитопланктона не отмечено, что связано с постоянным ветровым перемешиванием всей водной толщи. В фитопланктоне западных и восточных заливов (ст. 1, 2, 3, 9, 10, 11) озера основную роль играли диатомовые с теми же руководящими видами, что и в открытой части водоема. В целом заливы беднее открытой части, их биомасса фитопланктона не превышала 0.09 г/м^3. Особенно низкие показатели биомассы отмечены в западных заливах - 0.02-0.03 г/м^3.

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция органического вещества определялись на трех станциях (ст. 6, 7, 13). Максимальная скорость выделения кислорода отмечалась у поверхности - 0.09-0.10 мг О/л.сутки. Деструкция заметно превышала продукцию: если величина валового фотосинтеза составляла 0.19-0.38 г/м^2, то деструкция - 0.40-1.38 г/м^2. Подобное соотношение наблюдалось и в слое максимального фотосинтеза (0-4 м). Следовательно, в исследуемый период в озере был явно выражен отрицательный суточный баланс органического вещества.

Таблица 4

Систематический состав водорослей в озерах системы Канентъявр-Бол. Колгиявр

Тип водорослей	Канентъ-явр	Полярное	Китенъ-явр	Мал. Колгиявр	Бол. Колгиявр	Глубокое
Cyanophyta	24	18	6	7	17	11
Chrysophyta	2	–	–	2	–	–
Bacillariophyta	31	15	6	5	7	19
Xanthophyta	1	–	–	–	1	–
Pyrrophyta	–	–	–	–	1	–
Chlorophyta	54	45	3	14	30	25
Всего	112	78	15	28	56	55

Следующие за Канентъявром озера Полярное, Китенъявр, Мал. и Бол. Колгиявр представляют собой плесовые участки р. Кольйок.

В фитопланктоне оз. Полярного встречено 78 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 4; см. список видов, с. 106–118). Наиболее часто в планктоне встречались Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, C. comta var. oligactis, C. kuetzingiana var. planetophora, C. bodanica, Stephanodiscus astraea, Crucigenia irregularis, Sphaerocystis schroeteri, Gloeocapsa minor, Merismopedia tenuissima. Более половины встреченных видов – зеленые. Особенно многочисленны десмидиевые, из которых Closterium ralfsii var. hibrydum, C. baileyanum, C. pseudodianae, Micrasterias papillifera var. valdajensis – обитатели гумифицированных вод. Из сине-зеленых обнаружены Stigonema ocellatum и Hapalosiphon fontinalis f. baculiferus, характерные для северных озер.

В первой половине июля в планктоне были представлены две группы водорослей – диатомовые (Melosira distans var. alpigena, Cyclotella с перечисленными выше видами, Tabellaria flocculosa) и зеленые (Sphaerocystis schroeteri и Crucigenia irregularis). Определяющая роль по численности и биомассе принадлежала диатомовым, которые составляли 90–100% на фоне очень малой общей численности и биомассы водорослей – всего 20–60 тыс. кл/л и 0.02–0.08 мг/л. Биомасса водорослей под 1 $м^2$ поверхности была тоже незначительной – 0.16–0.22 г. Во второй половине июля наряду с диатомовыми и протококковыми некоторое значение приобретают сине-зеленые Aphanothece elabens и Merismopedia tenuissima. В это время наблюдалось повышение общей численности и биомассы водорослей. В первой половине июля средняя биомасса водорослей была 0.03 $г/м^3$, в конце месяца она достигает 0.12 $г/м^3$. При повторных наблюдениях в конце августа биомасса планктона не изменилась (0.11–0.12 $г/м^3$). Максимальная интенсивность фотосинтеза отмечалась у поверхности и составляла 0.08–0.13 мг O/л·сутки. Поглощение кислорода, как правило, происходило с большей скоростью, что приводило к отрицательному суточному балансу органического вещества.

На озерах Китенъявр, Мал. и Бол. Колгиявр исследования проводились во второй половине июля. В первых двух озерах состав и распределение водорослей в значительной степени определялись мелководностью водоемов и

большой прочностью, обусловливающими значительное количество в планктоне бентосных форм из родов Navicula, Pinnularia, Stauroneis и относительно равномерное распределение фитопланктона в толще воды. Общая численность водорослей по вертикали колебалась от 40 до 70 тыс. кл./л, биомасса – от 0.03 до 0.06 мг/л. Доминировали диатомовые: Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, Tabellaria flocculosa. Биомасса водорослей – 0.04–0.05 г/м^3. Интенсивность фотосинтеза водорослей в оз. Канентъявр низкая – 0.07–0.11 мг О/л·сутки, но поглощение кислорода шло с еще меньшей скоростью, что обусловило положительный суточный баланс органического вещества (Ф/Д – 1.4).

В последнем озере системы – Бол. Колгиявр – в составе июльского планктона постоянно встречались Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, C. kuetzingiana var. planetophora, Sphaerocystis schroeteri, Ankistrodesmus gracilis, Elakatothrix gelatinosa, Aphanothece elabens, Gloeocapsa turgida. По количеству видов ведущее положение принадлежало зеленым, особенно многочисленными были протококковые и десмидиевые. Количественные сборы фитопланктона и наблюдения за интенсивностью фотосинтеза были проведены на ст. 21, 22. Основную численность и биомассу (до 75–95%) создавали диатомовые с перечисленными выше видами. Какой-либо закономерности в вертикальном распределении водорослей не отмечено. Характерны чрезвычайно низкие количественные показатели развития водорослей (самые низкие из всех озер рассматриваемой системы): численность у поверхности – порядка 30 тыс. кл./л, биомасса – 0.03 г/м^3. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона у поверхности – 0.06–0.09 мг О/л·сутки. Процессы разложения происходили с большей скоростью – 0.11–0.27 мг О/л·сутки.

Оз. Глубокое находится в пределах водосбора системы Канентъявр–Бол. Колгиявр и занимает несколько изолированное положение, соединяясь узкой протокой с оз. Полярным. В составе фитопланктона обнаружено 55 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 4; см. приложение). По видовому составу преобладали зеленые водоросли, как и в остальных озерах рассматриваемой системы. В первой половине июля планктон был диатомовым (Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, C. bodanica). Несмотря на температурную стратификацию, вертикальное распределение водорослей было равномерным. Численность водорослей очень низкая – 7–10 тыс. кл/л, биомасса – 0.01 мг/л. В конце июля существенных изменений не произошло. Показатели численности и биомассы остались на том же уровне. Наряду с диатомовыми встречались протококковые Scenedesmus quadricauda и Oocystis elliptica. Средняя биомасса водорослей в июле составляла 0.01 г/м^3. В августе определяющую роль по-прежнему играли диатомовые с теми же руководящими видами. Численность и биомасса водорослей возросли, при этом последняя – до 0.02 г/м^3, оставаясь, однако, самой низкой из всех озер этого района.

Наблюдения за первичной продукцией водорослей также были проведены в июле и в августе. В июле максимальная интенсивность фотосинтеза у поверхности была 0.10–17 мг О/л·сутки, а величина валового фотосинтеза под 1 м^2 поверхности – 0.30–0.39 г О. Поглощение кислорода во всей водной толще шло с большей скоростью. Деструкция превышала продукцию. В августе интенсивность фотосинтеза уменьшалась до 0.05 мг О/л·сутки у поверхности и до 0.19 г О под 1 м^2 поверхности, несмотря на увеличившееся количество водорослей.

В августе были сделаны сборы фитопланктона и измерена первичная продукция на небольшом изолированном оз. Ключевом, которое не относится к рассматриваемой системе. В составе фитопланктона найдено всего 15 видов водорослей. Руководящую роль в планктоне занимали диатомовые Cyclotella comta, C. sp. и протококковые Crucigenia irregularis. Они и создавали

Таблица 5

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в озерах системы Канентъявр-Бол. Колгиявр

Озеро	Биомасса, г/м³	Ф у поверхности, мг О/л·сутки	Ф, г/м²	Д, г/м²	Ф/Д
Канентъявр (август)	0.13	0.09–0.10	0.19–0.38	0.40–1.38	0.27–0.65
Полярное (июль)	0.06	0.08	0.24	0.47	0.51
" (август)	0.12	0.09	0.38	0.89	0.43
Мал. Колгиявр (июль)	0.05	–	–	–	–
Бол. Колгиявр (июль)	0.03	0.09	0.21	0.38	0.55
Глубокое (июль)	0.01	0.10	0.30	1.27	0.24
" (август)	0.02	0.06	0.19	0.54	0.35

основную численность и биомассу. Наряду с ними развивались Aphanothece elabens, Gloeocapsa minor из сине-зеленых и Peridinium sp. из пирофитовых. Общая численность по вертикали изменялась от 55 до 77 тыс. кл./л, биомасса – от 0.01 до 0.02 мг/л.

Интенсивность фотосинтеза была относительно высокой –0.15–0.16 мг О/л в сутки в поверхностных горизонтах; величина валового фотосинтеза под 1 м² поверхности невелика – 0.24 г О, что связано с малой глубиной водоема (2 м). Суточный баланс органического вещества отрицательный.

Давая общую характеристику озер данной системы, следует отметить разнообразный видовой состав водорослей. Около половины видов во всех озерах принадлежит типу Chlorophyta, который в основном представлен порядками Protococcales и Desmidiales. Десмидиевые водоросли составляли 30–35% встреченных видов. Во всех озерах отмечено присутствие стенотермных североальпийских видов: планктонных – Melosira distans var. alpigena, M. italica subsp. subarctica, представителей микрофитобентоса и обрастаний – Tetracyclus lacustris, Eunotia zebra var. porcellus, E. robustra var. diadema, Frustula romboides var. saxonica, Pinnularia nobilis, Stenopterobia intermedia var. capitata.

В июле–августе в планктоне всех озер основную роль играли диатомовые (Melosira distans var. alpigena, Cyclotella comta, C. bodanica). Они составляли 90–100% общей численности и биомассы. По количественным показателям развития фитопланктона несколько более продуктивно оз. Канентъявр (табл. 5).

Более четким показателем при оценке продуктивности озер является уровень фотосинтеза фитопланктона. Во всех исследованных озерах интенсивность фотосинтеза очень низкая (0.06–0.10 мг О/л·сутки) и практически была на одном уровне в течение июля–августа. Поглощение кислорода происходило с большей скоростью,

что приводило к отрицательному суточному балансу органического вещества во всех водоемах, за исключением оз. Китенъявр, где продукция превышала деструкцию.

Из вышеизложенного можно заключить, что озера рассмотренной системы – малопродуктивные водоемы олиготрофного типа.

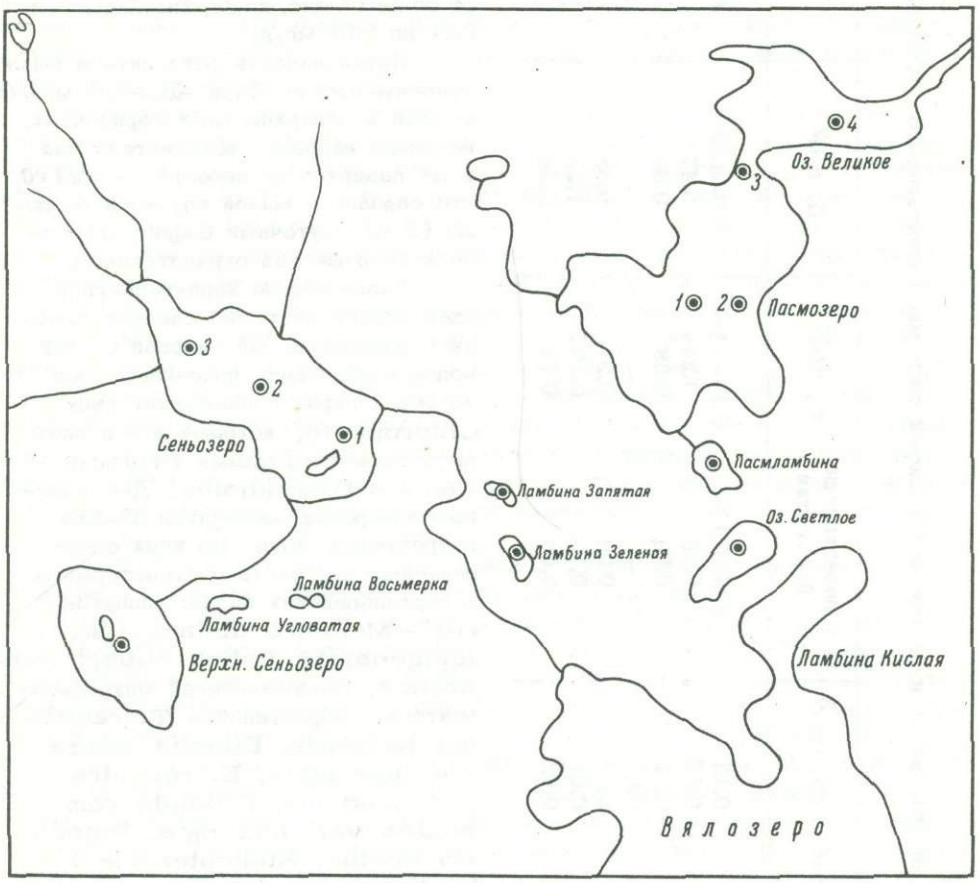


Рис. 3. Схема расположения озер северотаежного ландшафта.

Озера северотаежного ландшафта

Вторая группа озер, которые исследовались в 1967–1968 гг., расположена в северотаежном ландшафте, на юге Кольского полуострова, в бассейнах рек Варзуги и Умбы (рис. 3). В отличие от песотундрового ландшафта, на водосборе этих озер почвенный покров больше по мощности и распространен повсеместно. Здесь более благоприятные условия для выноса органо-минеральных соединений в озере вследствие высокой водопроницаемости почв. Озера этого района с несколько большей минерализацией воды (Σ = = 16–27 мг/л), гидрокарбонатно-кальциевого типа, как большинство озер Северо-Запада европейской части СССР, с нейтральной активной реакцией среды, более высокой цветностью (24–40°) и прозрачностью от 2 до 5 м. Обес-

Таблица 6

Систематический состав водорослей в водоемах северотаежного ландшафта

Тип водорослей	Озера					Лямбины				
	Верхн. Сеньозеро	Сень-озеро	Пасм-озеро	Великое	Вялозеро	Зеленая	Светлая	Пасм-лямбина	Запятая	Восьмерка
Cyanophyta	15	28	8	13	18	6	7	3	2	3
Chrysophyta	2	6	6	9	9	2	–	1	–	1
Bacillariophyta	24	41	15	35	32	5	6	8	2	2
Xanthophyta	2	2	1	1	3	–	–	–	1	–
Pyrrophyta	2	4	2	1	2	3	2	–	1	1
Chlorophyta	62	45	19	20	28	24	10	7	6	3
Всего	107	126	51	79	92	40	25	19	12	10

печенность биогенными элементами была несколько выше за счет присутствия соединений фосфора в количестве 2–7 мг/м^3; соединения азота в летние месяцы – на аналитическом нуле, как и в озерах лесотундры.

В 1967 г. исследовались Верхн. Сеньозеро, Сеньозеро, Пасмозеро, Великое и ряд малых лесных водоемов – лямбины Светлая, Зеленая, Запятая, Восьмерка и Пасмлямбина, в 1968 г. – Вялозеро и повторно Сеньозеро и лямбины Светлая и Зеленая.

Верхн. Сеньозеро имеет площадь 1.4 км^2, максимальную глубину 13 м и среднюю 4.2 м, Сеньозеро – соответственно 3.2 км^2, 18 и 5.8 м. На Верхн. Сеньозере наблюдения проводились на станции с глубиной 12.5 м с 20 июля по 27 августа и повторно в начале августа 1968 г.

Верхнее Сеньозеро. В составе летнего фитопланктона обнаружено 107 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 6; см. приложение). Наиболее разнообразно представлены зеленые водоросли, из них особенно многочисленны десмидиевые – Xanthidium antilopaeum, Staurastrum dejectum, St. lunatum var. planctonicum, St. gracile, St. paradoxum, St. anatinum, роды Spondilosium, Hyalotheca и др. В конце июля и первой декаде августа в планктоне господствовали диатомовые – Melosira distans var. alpigena и Tabellaria fenestrata. Они составляли 90% общей численности и биомассы водорослей. Наряду с диатомовыми некоторую роль играл род Staurastrum (с перечисленными выше видами) с численностью хоть и очень низкой – 0.2–2 тыс. кл./л, – но благодаря высокому индивидуальному весу клеток (табл. 2) составлявший до 20% общей биомассы (рис. 4).

Во второй половине августа фитопланктон по-прежнему был диатомовым (75–85% общей биомассы). Помимо диатомовых, развивались с незначительной численностью и биомассой зеленые и пирофитовые (Glenodinium penardii, Ceratium hirundinella) водоросли. От июля к августу отмечалось увеличение биомассы водорослей (рис. 4) как под 1 м^2 поверхности (наблюдения проводились на постоянной станции) – от 1.20 до 2.05 г, так и в 1 м^3 – от 0.12 до 0.20 г. Какой-либо закономерности в распределении водорослей по вертикали не обнаружено, иногда отмечалось некоторое увеличение диатомовых у дна. В начале августа 1968 г. господствовал тот же диатомовый комплекс (Melosira distans var. alpigena и Tabellaria fenestrata), который образовывал более 90% биомассы водорослей, что в 2 раза ниже, чем в августе 1967 г. (0.07 г/м^3).

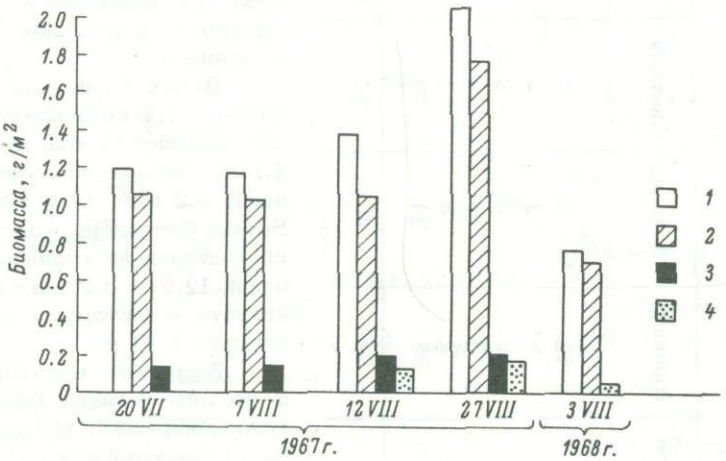


Рис. 4. Биомасса фитопланктона в Верхн. Сеньозере.

1 – общая биомасса; 2 – биомасса диатомовых; 3 – биомасса зеленых; 4 – биомасса пирофитовых.

Измерения первичной продукции проводились одновременно со сбором количественных проб фитопланктона. Максимальная интенсивность фотосинтеза отмечалась у поверхности – 0.14–0.18 мг О/л·сутки. Величина валового фотосинтеза под 1 м^2 поверхности озера в течение лета изменялась от 0.66 до 0.78 г О. Скорость поглощения кислорода в толще воды в конце июля и в августе была значительно выше скорости его выделения и достигала 1.55–2.49 г/м^2. Суточный баланс органического вещества в водоеме был отрицательным. В середине августа продукция фитопланктона была несколько выше деструкции (Ф/Д = 1.1), что говорит об увеличении роли фитопланктона в накоплении автохтонного органического вещества в водоеме. Биомасса фитопланктона в 1968 г., как уже отмечалось, была ниже, чем в 1967 г., равно как и интенсивность фотосинтеза, не превышавшая 0.12 мг О/л·сутки. Величина валового фотосинтеза под 1 м^2 поверхности составляла 0.58 г О. Суточный баланс органического вещества был отрицательным.

Проведенные наблюдения за фитопланктоном показали, что господствующее положение занимают диатомовые, причем до 90% численности и биомассы создаются Melosira distans var. alpigena. По скорости продуцирования органического вещества озеро относится к олиготрофному типу водое-

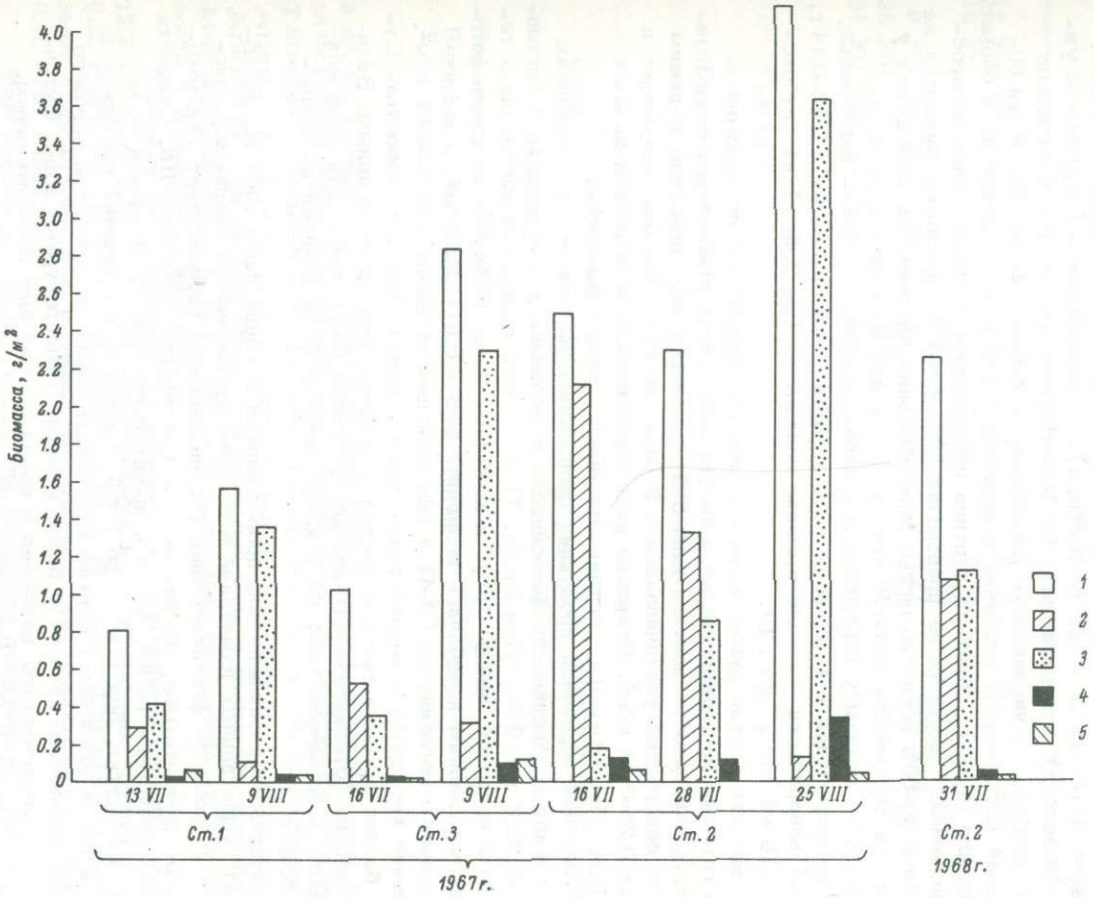


Рис. 5. Биомасса фитопланктона в Сеньозере.

1 – общая биомасса; 2 – биомасса диатомовых; 3 – биомасса пирофитовых; 4 – биомасса сине-зеленых; 5 – биомасса зеленых.

мов. Роль автохтонного органического вещества в водоеме незначительна; как правило, в летний период процессы деструкции преобладали.

Сеньозеро. Наблюдения проводились на трех станциях (ст. 1 – глубина 6 м; ст. 2 – глубина 18 м; ст. 3 – глубина 10 м). В составе летнего фитопланктона обнаружено 126 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 6; см. приложение). В июле в массе развивались сине-зеленые (Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena hassalii, A. solitaria, A. lemmermannii), диатомовые (Tabellaria fenestrata, Asterionella formosa, Melosira islandica ssp. helvetica), протококковые (Sphaerocystis schroeteri) и пирофитовые (Glenodinium penardii, Ceratoum hirundinella). По численности доминировали сине-зеленые, составляя 60–90% общей численности, особенно в поверхностном слое. Участие их в биомассе ничтожно (2–4%). Обратная картина наблюдалась у пирофитовых водорослей, численность которых не превышала 10% общей численности, биомасса же составляла 30–50% всей биомассы. Максимальная численность водорослей у поверхности составляла 100–170 тыс. кл./л, у дна изменялась от 40 до 60 тыс. кл./л, причем у поверхности – сине-зеленые, а у дна – диатомовые. Биомасса водорослей в 1 $м^3$ воды по станциям почти одинакова – 0.13–0.14 г, под 1 $м^2$ поверхности – самые высокие показатели (до 2.49 г) на глубоководной (18 м) ст. 2 (рис. 5).

В августе состав руководящего комплекса водорослей не изменился. Господствующее положение по численности занимал Aphanizomenon flos-aquae, у поверхности достигающий 350 тыс. кл./л. По сравнению с июлем биомасса водорослей увеличивалась в 2 раза, по станциям она колебалась в пределах 0.23–0.28 г/$м^3$. Возросла роль пирофитовых, в основном за счет Ceratium hirundinella, составивших 80–90% общей биомассы.

Измерения первичной продукции проводились на тех же трех станциях. Максимальная интенсивность фотосинтеза отмечалась у поверхности и составляла 0.19–0.28 мг О/л.сутки (табл. 7). Скорость выделения кислорода в течение июля и первой декады августа менялась мало. Величина валового фотосинтеза по станциям колебалась незначительно – 0.67–1.02 г/$м^2$, а в слое максимального фотосинтеза (0–4) в еще меньших пределах – 0.56–0.67 г/$м^2$. Поглощение кислорода в водной толще происходило с большей скоростью. Суточный баланс органического вещества в водоеме был отрицательным. Величины валового фотосинтеза как для всего столба воды, так и для слоя максимального фотосинтеза (0–4 м) в конце августа были самыми низкими – 0.66 и 0.48 г/$м^2$.

Повторными наблюдениями, проведенными в конце июля 1968 г., не обнаружено существенных изменений в составе руководящего комплекса, численности и биомассе фитопланктона. По численности господствует Aphanizomenon flos-aquae, по биомассе – Ceratium hirundinella. Скорость выделения кислорода та же, что и в предыдущем году: у поверхности – 0.25 мг О/л сутки, под 1 $м^2$ – до 1 г О. Скорость поглощения кислорода в 1968 г. в конце июля была меньше соответствующих значений предыдущего года, что, возможно, связано с более низкими температурами воды. Суточный баланс органического вещества в связи с этим был положительным.

Пасмозеро и оз. Великое. Эти два водоема соединяются друг с другом неширокой протокой. Первое – большее по площади (4.2 $км^2$) и глубине (максимальная – 13.5 м, средняя – 4.2 м), второе – небольшое (1.3 $км^2$) и мелководное (максимальная – 4.6 м, средняя – 2.4 м). На озерах проведены разовые наблюдения в конце июля.

В составе июльского фитопланктона Пасмозера встречен 51, а Великого – 79 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 6; см. приложение). Большее количество видов диатомовых, встреченных в оз. Великом, связано с его мелководностью. Это в основном бентосные формы и формы обрастаний из родов Stauroneis, Navicula, Pinnularia, Gyrosigma, Gomphonema

Таблица 7

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в Сеньозере

Дата	№№ станций	Глубина, м	Биомасса, г/м^3	Ф у поверхности, мг О/л.сутки	Ф, г/м^2	Д, г/м^2	Ф/Д
13 VII 1967 г.	1	6.0	0.13	0.19	0.62	0.86	0.72
16 VII 1967 г.	3	10.0	0.13	0.28	0.67	1.47	0.45
	2	18.0	0.14	0.26	1.02	2.09	0.49
9 VIII 1967 г.	3	10.0	0.28	0.27	0.85	1.76	0.49
25 VIII 1967 г.	2	18.0	0.23	0.27	0.66	1.86	0.35
31 VII 1968 г.	2	12.0	0.19	0.25	1.04	0.80	1.30

Таблица 8

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в Пасмозере и оз. Великом

Озеро	Биомасса, г/м^3	Ф у поверхности, мг О/л.сутки	Ф, г/м^2	Д, г/м^2	Ф/Д
Пасмозеро	0.42	0.48	2.52	2.38	1.06
Великое	0.16	0.78	1.18	0.45	2.40

и др. Остальные виды в водоемах общие. Постоянно в планктоне озер встречались Melosira islandica ssp. helvetica, Asterionella formosa, Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, Synedra actinostroides, Anabaena hassalii, A. lemmermannii, Dinobryon divergens, Ankistrodesmus falcatus. Определяющая роль в планктоне принадлежала Melosira islandica ssp. helvetica, которая составляла до 90% численности и биомассы водорослей.

Биомасса фитопланктона в Пасмозере на центральной станции (глубина 12.7 м) была 0.42 г/м^3, на более мелководных литоральных станциях - 0.22-0.23 г/м^3. Тем не менее средняя биомасса по озеру (0.29 г/м^3) гораздо выше июльских биомасс в Сеньозере. Биомасса фитопланктона оз. Великого - 0.16 г/м^3 (табл. 8).

Максимальная скорость выделения кислорода отмечалась в озерах у поверхности - 0.48-0.78 мг О/л.сутки. Скорость поглощения кислорода во всем столбе воды ниже его выделения. Невысокие величины валовой продукции под 1 м^2 поверхности оз. Великого связаны с его мелководностью.

Судя по полученным результатам, это два однотипных мезотрофных водоема с положительным суточным балансом органического вещества. В летний период, по-видимому, автохтонное накопление органического вещества играло существенную роль.

Для северотаежного ландшафта характерным является наличие большого числа малых лесных водоемов, как правило бессточных, называемых ламби-

нами. Они характеризуются крайне низкой общей минерализацией воды (Σ = = 4–8 мг/л), кислой активной реакцией среды (pH = 3.9–5.9). Диапазон цветности и окисляемости у них довольно широк. В отношении фитопланктона и интенсивности продуцирования органического вещества было исследовано 5 водоемов подобного типа (лямбина Зеленая, Светлая, Пасмлямбина, Запятая и Восьмерка).

Лямбина Зеленая. В составе фитопланктона обнаружено 40 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 6; см. приложение). Большинство встреченных видов (60%) относилось к зеленым водорослям. Особенно многочисленны десмидиевые, среди которых много ацидофилов, относящихся к родам Micrasterias, Xanthidium, Staurastrum и др. Исследования на водоеме проводились дважды: в конце июля 1967 г. и в первой половине августа 1968 г.

В июле 1967 г. в планктоне в массе развивались мелкоклеточные сине-зеленые водоросли - Gloeocapsa punctata и Merismopedia tenuissima, численность которых составила 50–90% общей численности фитопланктона. Биомасса их ничтожно мала - порядка 0.001 мг/л - и на долю ее приходится 2–5% общей биомассы. По биомассе господствующее положение занимали пирофитовые с руководящим видом Glenodinium penardii (50–70%). Кроме этих двух групп с незначительной численностью и биомассой, представлены из золотистых Dinobryon cylindricum var. palustre и в придонных горизонтах отмечалась Melosira distans var. alpigena. Общая биомасса для всего столба воды на исследуемой станции - 0.42 г. Биомасса водорослей в 1 $м^3$ - 0.04 г.

В фитопланктоне лямбины в августе 1968 г. по численности господствовали те же сине-зеленые. Определяющая роль в биомассе на этот раз принадлежала золотистым водорослям (Dinobryon sociale var. stipitatum), которые составляли 50–90% общей биомассы. В августе 1968 г. биомасса водорослей была ниже, чем в 1967 г., как под 1 $м^2$ поверхности (0.14 г), так и в 1 $м^3$ воды (0.01 г.).

Интенсивность фотосинтеза в первый год исследований достигала 0.29 мг О/л.сутки у поверхности, на следующий год она не превышала 0.13 мг О/л. Деструкция превышала продукцию (Ф/Д = 0.53–0.87), что привело к отрицательному суточному балансу органического вещества в водоеме. Более низкая биомасса водорослей и интенсивность фотосинтеза, вероятно, связаны с разными сроками наблюдений и общими условиями в водоеме, в частности с более низкими температурами воды (Форш, наст. сб., ч. I).

Лямбина Светлая. Обнаружено 25 видов, разновидностей и форм водорослей (табл. 6; приложение). Исследования водоема проводились в августе 1967 и 1968 гг. Численность водорослей в водоеме в оба года невелика - в пределах 12–36 тыс. кл./л. Господствующее положение занимали пирафитовые, которые составляли 80–100% численности и биомассы. Общая биомасса как под 1 $м^2$ поверхности (0.27 г), так и в 1 $м^3$ (0.04 г) в оба года была одинаковой. Интенсивность фотосинтеза чрезвычайно низкая: в поверхностных горизонтах не превышала 0.05–0.06 мг О/л.сутки. Соответственно и величины валового фотосинтеза невелики - 0.19–0.23 г/$м^2$. Поглощение кислорода происходило с большей скоростью во всем объеме водной толщи. Суточный баланс, как и в предыдущей лямбине, был отрицательным.

Пасмлямбина, Запятая, Восьмерка. На этих трех водоемах были проведены разовые наблюдения во второй декаде августа 1967 г. Количество встреченных видов водорослей в планктоне ничтожно - 10–19 (табл. 6; см. приложение). По численности во всех лямбинах господствовали сине-зеленые - Gloeocapsa punctata, Merismopedia tenuissima. Биомасса всего фитопланктона определялась в основном пирофитовыми (Glenodinium penardii). Общая биомасса водорослей была чрезвычайно низкой - 0.01–0.05 г/$м^3$ (табл. 9).

Таблица 9

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в лямбинах

Водоем	Дата	Биомасса, г/м^3	Ф у поверхности, мг О/л·сутки	Ф, г/м^2	Д, г/м^2	Ф/Д
Зеленая	17 VIII 1968	0.01	0.13	0.36	0.67	0.53
Светлая	18 VIII 1967	0.04	0.06	0.19	0.36	0.52
"	11 VIII 1968	0.04	0.05	0.23	0.28	0.82
Пасмлямбина	16 VIII 1967	0.05	0.20	0.33	0.50	0.66
Запятая	22 VIII 1967	0.04	0.28	0.43	0.68	0.63
Восьмерка	22 VIII 1967	0.01	0.14	0.47	0.56	0.84

Интенсивность фотосинтеза водорослей во всех лямбинах была максимальной у поверхности и колебалась в довольно широких пределах – 0.05–0.28 мг О/л·сутки. Величина же валового фотосинтеза под 1 м^2 поверхности различалась меньше (табл. 9), так как в лямбинах Запятая, Пасмлямбина и Восьмерка снижение фотосинтеза с глубиной происходило более резко из-за невысокой прозрачности воды (2.2–2.8 м), а в лямбинах Зеленая и Светлая прозрачность практически до дна и, следовательно, трофогенный слой более мощный. Поглощение кислорода во всех водоемах превышало его выделение.

Для этих своеобразных водоемов характерно массовое развитие синезеленых, хотя господство в биомассе остается за пирофитовыми. По своим продукционным показателям это малопродуктивные водоемы олиготрофного типа.

Вялозеро – самый большой по площади (103 км^2) из исследованных водоемов в северотаежном ландшафте (средняя глубина – 7.7 м, максимальная – 20 м). Благодаря интенсивному ветровому перемешиванию водных масс летняя стратификация температуры выражена слабо. Это обусловливает и однородность химического состава воды по всему озеру. Активная реакция среды нейтральная, цветность воды – 28–30° (по платиново-кобальтовой шкале), прозрачность в июле–августе – 2.5–3.0 м.

Исследования на восьми станциях водоема проводились в июле–августе 1968 г. (см: Дегопик, наст. сб., рис. 3), причем на ст. 1 еще и повторно, чтобы иметь представление о динамике развития фитопланктона.

В составе летнего фитопланктона обнаружено 92 вида, разновидности и формы водорослей: Cyanophyta – 18, Chrysophyta – 9, Bacillariophyta – 32, Xanthophyta – 3, Pyrrophyta – 2, Chlorophyta – 28 (см. приложение). В июле в массе развивались диатомовые – Melosira islandica ssp. helvetica, M. italica, Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, с меньшей численностью – Dinobryon divergens, Ankistrodesmus falcatus, Glenodinium penardii. Диатомовые составляли 94–99% биомассы. В течение июля на ст. 1 отмечалось нарастание биомассы водорослей как под 1 м^2 поверхности, так и в 1 м^3 (рис. 6). Она изменялась от 0.61 г/м^3 до 1.67 г/м^3. На других станциях в это время картина была аналогичной. Распределение водорослей в толще воды относительно равномерное, что связано с постоянным перемешиванием всей водной массы. К концу июля происходила смена руководящего комплекса водорослей: в планктоне появлялись Anabaena hassalii, A. lemmermannii, A. affinis, численность которых у поверхности достигала 680 тыс. кл./л, что составляло 70% общей численности

фитопланктона и 48% биомассы. Общая численность и биомасса по сравнению с остальной частью июля снижались до 0.92 г/м^3.

В августе в планктоне в массе вегетировали две группы водорослей – диатомовые и сине-зеленые. Руководящее положение занимали диатомовые, образующие до 92–100% биомассы; лишь у поверхности сине-зеленые составляли до 80% численности и 30% общей биомассы. Биомасса водорослей вновь резко увеличивалась, достигая 2.72–2.96 г/м^3 (табл. 10) – самых высоких показателей среди всех исследованных озер Кольского полуострова.

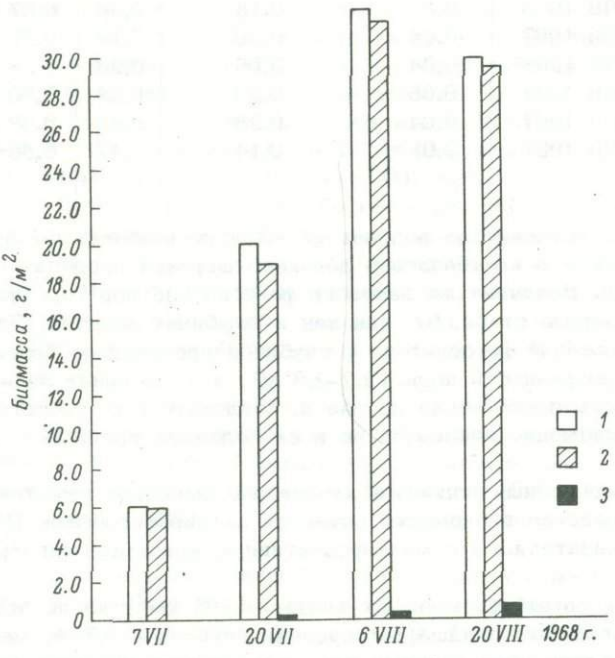


Рис. 6. Биомасса фитопланктона в Вялозере (ст. 1).

1 – общая биомасса; 2 – биомасса диатомовых; 3 – биомасса сине-зеленых.

Одновременно проводились измерения интенсивности фотосинтеза водорослей и деструкции. Максимальные скорости выделения кислорода в июле отмечались у поверхности и колебались в пределах 0.30–0.51 мг О/л·сутки и от 1.18 до 1.51 г О под 1 м^2 поверхности. Нарастанию интенсивности фотосинтеза в течение месяца соответствовало увеличение плотности популяций водорослей. Еще более резко шло увеличение скорости поглощения кислорода в водной толще – с 1.4 до 3 г под 1 м^2 поверхности (табл. 10). Образование чистой продукции, как правило, отмечалось в поверхностном метровом слое. Соотношение процессов продукции и деструкции (Ф/Д) в первой половине июля находилось в пределах 0.8–1, во второй – 0.3–0.6, что обусловливало вначале положительный суточный баланс органического вещества, а затем отрицательный. В слое максимального фотосинтеза (0–3 м) суточный баланс был все время положительным, исключение составляют показания ст. 5 в конце месяца, когда происходила смена руководящего комплекса водорослей и отмечались максимальные значения деструкции. Все это свидетельствует о значительной роли автохтонных процессов в накоплении органического ве-

Таблица 10

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в Вяпозере в 1968 г.

Дата	№ станции	Глубина, м	Биомасса, г/м^3	Ф у поверхности, мг О/л·сутки	Ф, г/м^2	Д, г/м^2	Ф/Д	П/В
7 VII	1	12.0	0.61	0.30	1.18	1.44	0.82	0.58
17 VII	3	14.9	1.63	0.50	1.51	1.49	1.05	0.20
20 VII	1	12.0	1.67	0.47	1.12	1.95	0.57	0.17
23 VII	2	17.8	2.38	0.42	1.42	3.01	0.46	0.10
28 VII	5	10.8	0.92	0.51	1.08	3.07	0.32	0.34
6 VIII	1	12.0	2.96	0.53	1.73	0.89	1.94	0.16
20 VIII	1	12.0	2.72	0.23	0.70	0.71	1.00	0.07

щества в водоеме. В начале августа интенсивность фотосинтеза в поверхностных слоях была высокой – 0.53–0.46 мг О/л.сутки. Резко уменьшалось поглощение кислорода, что привело к положительному суточному балансу органического вещества. В конце второй декады августа при незначительном уменьшении биомассы водорослей резко снижалась интенсивность фотосинтеза: скорость выделения кислорода у поверхности – 0.23 мг О/л.сутки, величина валового фотосинтеза под 1 м^2 поверхности – 0.70 г (табл. 10), отношение Ф/Д для всего исследуемого слоя равно единице. В слое максимального фотосинтеза (0–3 м) скорость выделения кислорода в 3 раза превышала его поглощение.

Четкой связи между продукцией и биомассой водорослей (суточного П/Б-коэффициента) не установлено, поскольку увеличению биомассы не всегда соответствовало увеличение продукции фитопланктона. Значения П/Б-коэффициента могли быть максимальными в озере при самой низкой биомассе водорослей и отнюдь не минимальной интенсивности образования органического вещества (табл. 10). Это свидетельствует о том, что в это время все водоросли находились в состоянии активной жизнедеятельности. В одном случае, как например 7 УП, это связано с началом вспышки в развитии водорослей, в другом – 28 УП – со сменой руководящего комплекса и началом подъема в их развитии (табл. 10). В остальных случаях П/Б изменялся в узких пределах – 0.07–0.20, несмотря на более резкие колебания биомассы, что подтверждает уже высказанное рядом авторов (Винберг, 1937; Ярошенко и др., 1965; Покровская, 1967; Пырина, 1967; Михеева, 1970) мнение об отсутствии прямой связи между биомассой фитопланктона и уровнем его первичной продукции.

Кроме наблюдений на четырех основных станциях (ст. 1, 2, 3, 5), которые достаточно полно освещали характер и состояние фитопланктона открытого озера, были проведены сборы материала в Удогубе, Сень-

губе, заливе южного конца озера и в Амозере (Дегопик, наст. сб., рис. 3). Фитопланктон в губах по составу был диатомовым (Melosira islandica ssp. helvetica, M. italica, Asterionella formosa, Tabellaria fenestrata, T. flocculosa). Биомасса водорослей в Удогубе была немногим ниже, чем в открытом озере в это время, – 2.23 г/м^3, в Сеньгубе – 1.43 г/м^3. Состав фитопланктона в заливе южного конца озера не отличался от озерного. Биомасса водорослей была ниже и составляла 0.55 г/м^3 (в озере – 0.92 г/м^3).

Фитопланктон губ и открытого озера не различался по составу, но биомасса в последнем была несколько ниже.

Сборы фитопланктона на Амозере (ст. 10) проводились в первую декаду августа. В это время в планктоне развивались три группы водорослей: диатомовые (Melosira italica, Asterionella formosa, Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, Fragilaria crotonensis), сине-зеленые (Anabaena hassalii, A. lemmermannii) и золотистые (Dinobryon divergens). В озере отмечалась обратная стратификация в вертикальном распределении водорослей: основная их масса – в придонных горизонтах. Биомасса по вертикали колебалась в пределах 0.18–0.90 мг/л, в 1 м^3 воды она достигала 0.55 г. Таким образом, существенного различия в составе руководящего комплекса, в общей численности и биомассе водорослей между открытой частью озера и его заливами не обнаружено.

Ламбина Кислая (ст. 9) изолирована от самого Вялозера, соединяясь с ним лишь узкой протокой. Средняя глубина этого водоема – 2 м. В составе водорослей ламбины много представителей микрофитобентоса из родов Navicula, Pinnularia, Cymbella и десмидиевых, которые встречались в основном в прибрежных участках, подверженных влиянию стока с заболоченных берегов (см. приложение).

Наблюдения на ламбине проводились в июле–августе. В начале июля по численности и биомассе в планктоне господствовали диатомовые (Melosira italica, Asterionella formosa, Cyclotella sp.). С незначительной численностью и биомассой были представлены Scenedesmus quadricauda и Dinobryon divergens. Во второй половине июля развивались сине-зеленые – Anabaena hassalii, A. lemmermannii. Общая численность у поверхности достигала 365 тыс. кл./л, биомасса – 0.12 г/м^3. Тем не менее руководящее положение оставалось за диатомовыми. В августе состав комплекса не изменился, но несколько увеличились численность и биомасса водорослей (табл. 11). В июле диатомовые составляли 96% биомассы, в августе – 58% при значительной роли сине-зеленых, дающих до 40% численности и общей биомассы.

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона в ламбине Кислой, несмотря на малую численность и биомассу водорослей по сравнению с открытым озером, была относительно высокой. Скорость выделения кислорода у поверхности в июле достигала 0.46 мг О/л·сутки. Поглощение кислорода на всех горизонтах шло с меньшей скоростью, что привело к положительному суточному балансу органического вещества. К середине августа, несмотря на увеличение общей численности и биомассы водорослей, интенсивность фотосинтеза падала, достигая максимальных значений (0.23 мг О/л·сутки) у поверхности. Если в июле продукция преобладала над деструкцией и можно было говорить об автохтонном накоплении органического вещества в водоеме, то в августе картина была обратной.

Таким образом, в северотаежном ландшафте мы наблюдаем довольно пеструю картину по продукционным показателям фитопланктона: это – олиготрофный водоем Верхн. Сеньозеро; слабомезотрофные Сеньозеро, Пасмозеро и Великое; мезотрофное Вялозеро и ряд специфичных водоемов олиготрофного типа – лесные ламбины. Диапазон колебаний биомассы фитопланктона в водоемах велик: от 0.01 до 0.05 г/м^3 в ламбинах и до 3 г/м^3 в Вялозере. Максимальная интенсивность фотосинтеза изменялась в пределах 0.14–

Таблица 11

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в лямбине Кислой

Дата	Биомасса, г/м^3	Ф у поверхности, мг О/л.сутки	Ф, г/м^2	Д, г/м^2	Ф/Д
10 VII	0.12	0.46	0.76	0.58	1.31
12 VIII	0.14	0.23	0.25	0.38	0.66

0.78 мг О/л.сутки у поверхности. В таких озерах, как Пасмозеро, Великое, Вяпозеро, роль автохтонного накопления органического вещества значительна.

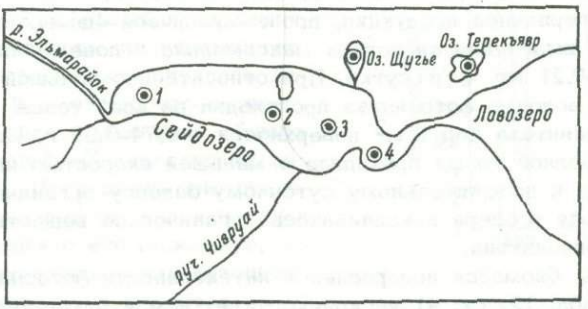


Рис. 7. Схема расположения озер Ловозерского горного ландшафта.

Сейдозеро

Озеро находится в центре Ловозерского горного массива (площадь зеркала – 12.5 км^2, средняя глубина – 5.4, максимальная – 12 м) (рис. 7). Его водосборный бассейн носит черты горного ландшафта. Болота на водосборе развиты незначительно. Отличительной чертой ландшафта, окружающего Сейдозеро, является преобладание площадей, лишенных почвенно-растительного покрова, а отсюда и преобладание минерального сноса в котловину озера над органическим (Великорецкая, наст. сб.). Общая минерализация озера – 18 мг/л; вода гидрокарбонатного типа с преобладанием катионов K^+ и Na^+, которые образуются за счет растворения горных щелочных пород. В озере в отдельные периоды отмечалось лишь некоторое уменьшение температуры в придонных горизонтах. Обеспеченность биогенными элементами мала, но на порядок выше, чем в озерах лесотундры и северотаежного района (Дегопик, наст. сб.). Активная реакция среды нейтральная (pH – 6.9-7), цветность – 2-6° (по платиново-кобальтовой шкале), прозрачность практически до дна.

Наблюдения на озере проводились в июле-августе 1969 г. В составе фитопланктона встречено 52 вида, разновидности и формы водорослей: Cyano-

phyta - 7, Chrysophyta - 2, Bacillariophyta - 26, Chlorophyta - 17. Наиболее многочисленными в планктоне были представители диатомовых (Cyclotella comta, C. comta var. oligactis, C. bodanica, C. ocellata, Melosira distans var. alpigena, M. distans var. lirata, M. italica, M. italica ssp. subarctica) и зеленых (Sphaerocystis schroeteri, Dictyosphaerium pulchellum, Pediastrum boryanum, Staurastrum gracile). С 19 по 24 VII была проведена первая съемка озера: собраны пробы фитопланктона и измерены интенсивности фотосинтеза фитопланктона на четырех станциях, расположенных по продольной оси озера (ст. 1, 2, 3, 4).

В конце июля фитопланктон был диатомовым. Руководящее положение занимали виды Cyclotella и Melosira. Незначительную роль в планктоне играли Dinobryon cylindricum var. palustre - из золотистых и Sphaerocystis schroeteri - из протококковых. Общая численность и биомасса водорослей по трем основным станциям (1, 2, 3) изменялись незначительно - соответственно 400–600 тыс. кл./л и 0.2–0.3 мг/л. При наблюдавшейся в озере гомотермии какой-либо закономерности в распределении водорослей по вертикали не отмечено. Биомасса водорослей под 1 $м^2$ поверхности находилась в пределах 2 г, в 1 $м^3$ - от 0.26 до 0.38 г.

Измерения первичной продукции, производившиеся одновременно, показали, что скорость выделения кислорода максимальна в поверхностном 2-метровом слое - 0.16–0.21 мг O/л·сутки. При относительно большой прозрачности и малой глубине водоема фотосинтез происходил во всей толще воды. Величина валового фотосинтеза под 1 $м^2$ поверхности - 0.74–0.95 г. Поглощение кислорода во всей водной толще проходило с меньшей скоростью на всех станциях, что привело к положительному суточному балансу органического вещества. В конце июля в озере накапливалось органическое вещество за счет фотосинтеза фитопланктона.

Численность, биомасса водорослей и интенсивность фотосинтеза в заливе Сейдозера (табл. 12, ст. 4) несколько ниже, чем в открытом озере. Общая численность водорослей у поверхности была порядка 300 тыс. кл./л, биомасса - 0.18 г/$м^3$. Под 1 $м^2$ поверхности биомасса в заливе в два раза меньше, чем в озере, при одинаковой глубине (табл. 12). Во столько же раз ниже там и скорости образования и разложения органического вещества. Руководящий комплекс водорослей, характер их вертикального распределения, соотношение продукции и деструкции в заливе аналогичны таковым в открытой части озера.

Таблица 12

Биомасса, интенсивность фотосинтеза фитопланктона и деструкция в Сейдозере (1969 г.)

Дата	№ станции	Глубина, м	Биомасса, г/$м^3$	Ф у поверхности, мг O/л·сутки	Ф, г/$м^2$	Д, г/$м^2$	Ф/Д
19 VII	1	5.5	0.38	0.12	0.84	0.65	1.29
20 VII	3	6.5	0.32	0.20	0.74	0.55	1.34
23 VII	2	8.5	0.26	0.16	0.95	0.70	1.36
24 VII	4	5.7	0.18	0.16	0.45	0.34	1.32
3 VIII	2	8.5	0.21	0.16	0.61	0.91	0.67
19 VIII	2	8.5	0.12	0.10	0.52	0.94	0.55
20 VIII	3	6.2	0.18	0.11	0.47	0.54	0.87

В течение августа на озере были проведены повторные наблюдения (ст. 2, 3). Видовой состав руководящего комплекса в начале августа оставался неизменным. Практически вся численность и биомасса определялись диатомовыми. По сравнению с июлем несколько снизились общая численность, биомасса водорослей и интенсивность фотосинтеза (валовый фотосинтез под 1 м^2 поверхности – 0.61 г О). Поглощение кислорода во всей водной толще проходило с большей скоростью, чем его выделение, и его суммарная величина увеличивалась в августе до 0.91 г/м^2. В начале месяца суточный баланс органического вещества был отрицательным.

К концу месяца происходило дальнейшее снижение численности, биомассы и интенсивности фотосинтеза фитопланктона (рис. 8). По сравнению с июлем численность водорослей уменьшилась в четыре раза, а биомасса – в два. Такое несоответствие связано с господством в составе популяции разных видов. Так, в августе при не изменившемся по сравнению с июлем видовом составе ведущее положение по численности занимала Melosira distans var. alpigena с большим индивидуальным весом, тогда как в июле доминантом были Cyclotella с меньшим весом. Интенсивность продуцирования органического вещества снизилась до 0.10–0.11 мг О/л.сутки, что соответственно приводило к снижению общего фотосинтеза под 1 м^2 поверхности до 0.47–0.52 г О. Поглощение кислорода в конце месяца, так же как и в начале августа, превышало его выделение, что приводило к отрицательному суточному балансу органического вещества.

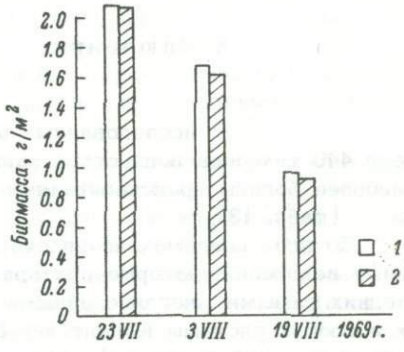


Рис. 8. Биомасса фитопланктона в Сейдозере (ст. 2).

1 – общая биомасса; 2 – биомасса диатомовых.

При сопоставлении скорости продукционных процессов в Сейдозере с биомассой фитопланктона намечалась прямая связь между этими показателями. Суточный П/Б-коэффициент в течение месяца наблюдений изменялся от 1 до 1.5.

Озера Щучье и Терекъявр. На этих двух небольших по площади водоемах, находящихся в этом же ландшафте, были проведены разовые наблюдения. В составе июльского планктона мелководного оз. Щучьего (глубина 1.4 м) было обнаружено 26 видов, разновидностей и форм водорослей: Cyanophyta – 4, Bacillariophyta – 8, Chlorophyta – 14 (см. приложение). Основную численность и биомассу создавали диатомовые – Cyclotella comta, C. comta var. oligactis, Melosira italica ssp. subarctica. Численность и биомасса водорослей были очень низкими – 34 тыс. кл./л и 0.01 г/м^3.

Интенсивность фотосинтеза у поверхности – 0.14 мг О/л.сутки. Скорость поглощения кислорода была примерно такой же, что и выделения его. Суточный баланс органического вещества был положительным.

В августовском фитопланктоне оз. Терекъявр встречено 24 вида водорослей: Cyanophyta – 4, Bacillariophyta – 10, Pyrrophyta – 1, Chlorophyta – 9 (см. приложение). В заметном количестве в планктоне встречались только диатомовые: Cyclotella comta, C. bodanica, Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis. Численность водорослей по вертикали изменялась от 40 до 70 тыс. кл./л, биомасса не превышала 0.01 г/м^3. Интенсивность фотосинтеза при такой низкой биомассе фитопланктона была отно-

сительно высокой: у поверхности она достигала 0.20 мг O_2/л·сутки. При прозрачности озера в 5 м выделение кислорода отмечалось до дна, а его скорость мало менялась по вертикали. Величина валового фотосинтеза под 1 $м^2$ поверхности – 0.70 г O_2, а деструкции – 0.44 г O_2. Можно сказать, что в августе органическое вещество накапливалось за счет первичной продукции фитопланктона.

По величинам первичной продукции исследованные водоемы относятся к олиготрофному типу, по продукционным показателям – наиболее близки водоемам лесотундрового ландшафта (озерам системы Канентъявр–Бол. Колгиявр), хотя интенсивность образования органического вещества в них немного и выше. Это, по-видимому, связано с характером минерального питания этих озер (Дегопик, наст. сб.). Обеспеченность продуцентов биогенными элементами, в частности фосфатным фосфором, в этих озерах относительно хорошая: до 0.01 мг/л при обычных концентрациях, в других озерах порядка 0.001–0.002 мг/л.

Заключение

В исследованных озерах Кольского полуострова всего обнаружено 440 таксонов водорослей рангом ниже рода (см. список видов, с.106–118). Наиболее богаты представителями микрофлоры водоемы северотаежного ландшафта (табл. 13).

Во всех водоемах по видовому разнообразию первое место занимали зеленые водоросли, которые составляли 40% всех встреченных видов. Среди последних самыми многочисленными были десмидиевые. Особенно велик процент их в озерах системы Канентъявр–Бол. Колгиявр (лесотундра) и в лямбинах (северотаежный ландшафт), где они составляли до 30% видового состава.

В отношении условий обитания десмидиевых существуют две точки зрения: одни считают, что это сугубые приверженцы гумифицированных болотных вод (Ролл, 1923), другие связывают их распространение с геологическим характером местности. Необходимо различать типичные ацидофилы (из родов Euastrum, Gonatozygon, Micrasterias, Hyalotheca, Xanthidium) – обитатели литоральной зоны, находящейся часто под влиянием гумифицированных вод окружающих болот, и истинно планктонные виды (Staurastrum anatinum, St. arctiscon, St. ophiura), которые характерны для водоемов с низкой минерализацией воды.

Таблица 13

Систематический состав фитопланктона в исследованных водоемах

Тип водорослей	Лесотундровый ландшафт	Северотаежный ландшафт	Горный ландшафт
Cyanophyta	57	50	12
Chrysophyta	6	14	2
Bacillariophyta	89	95	32
Xanthophyta	3	5	–
Pyrrophyta	2	7	1
Chlorophyta	117	130	33
Всего	274	301	80

Таблица 14

Биомасса водорослей в некоторых озерах Кольского полуострова (в г/м^3) в июле-августе

	Глубокое	Полярное	Верхн. Сеньозеро	Сеньозеро	Вялозеро	Сейд-озеро
Июль	0.01	0.03	0.12	0.13	0.61	0.26
Август	0.02	0.12	0.20	0.23	2.72	0.12

Из 440 представителей фитопланктона лишь 52 вида (11.8%) являются общими для всех озер. Это в основном представители планктонных диатомовых и зеленых водорослей. Во всех водоемах отмечено присутствие северо-альпийских видов - Melosira distans var. alpigena, M. italica var. valida и M. italica ssp. subarctica. Если на стороне зеленых водорослей оставался перевес по видовому разнообразию, то по численности и биомассе во всех озерах преобладали диатомовые.

Исследованные водоемы трех различных ландшафтов отличались друг от друга по комплексам руководящих видов водорослей. Поскольку для лесотундрового ландшафта характерными являются системы озер, непосредственно связанных друг с другом, то это и определяет сходство в составе их фитопланктона. Руководящий комплекс в этих озерах ограничен немногими видами - Cyclotella comta, C. comta var. oligactis, Melosira distans var. alpigena.

Водоемы северотаежного ландшафта изолированы друг от друга - если и не полностью, то во всяком случае связь между ними не такая непосредственная, как в озерах лесотундры. Они отличались большей пестротой своей флоры, и характерным для них было увеличение количества видов водорослей в составе руководящего комплекса с обязательным присутствием в нем представителей сине-зеленых. Сине-зеленые часто составляли до 50% численности фитопланктона, но их роль в биомассе мала. Поэтому в озерах северотаежного ландшафта, как и лесотундрового, диатомовые господствовали.

Наиболее часто встречавшийся комплекс - Melosira islandica ssp. helvetica, M. italica, Tabellaria fenestrata, Asterionella formosa, Anabaena hassalii, A. lemmermannii, Dinobryon divergens. Лишь в Сеньозере до 30% биомассы создавалось Ceratium hirundinella. Особый комплекс водорослей отмечен в ламбинах: мелкоклеточные сине-зеленые Merismopedia tenuissima и Gloeocapsa punctata (доминанты по численности) и пирофитовые Glenodinium penardii (доминант по биомассе). В озерах горного ландшафта руководящий комплекс водорослей тот же, что в озерах лесотундры.

В озерах, охваченных повторными наблюдениями, отмечена тенденция роста биомассы водорослей от июля к августу (табл. 14). В течение короткого вегетационного периода фитопланктон достигал, вероятно, одного максимума. О „моноцикличности" в развитии планктона пресных водоемов высоких широт писали В.И. Усачев (1928) и В.Н. Грезе (1942, 1957). Биомасса водорослей, например в оз. Таймыр (Грезе, 1957), увеличивалась от июня (0.005 г/м^3) к сентябрю (1.4 г/м^3).

Увеличение биомассы водорослей в исследованных нами озерах не сопровождалось повышением их фотосинтеза, а наоборот - отмечалось снижение его в большинстве водоемов. Это прежде всего связано с фотосинтетической активностью водорослей, которая от июля к августу также уменьшалась

Таблица 15

Фотосинтетическая активность (Ф.а, мг О/мг биомассы в час) единицы биомассы фитопланктона в исследованных водоемах на оптимальной глубине

Озеро	Дата	Продолжительность дня, час.	Ф, мг О/л · сутки	Б, мг/л	Ф.а
		Лесотундровый ландшафт			
Глубокое	1966 13 VII	24.0	0.13	0.01	0.5416
	25 VII	24.0	0.17	0.01	0.7083
	23 VIII	16.4	0.05	0.01	0.3048
Полярное	1966 15 VII	24.0	0.13	0.05	0.1083
	31 VII	20.9	0.09	0.12	0.0358
	28 VIII	15.9	0.09	0.12	0.0472
		Северотаежный ландшафт			
Верхн. Сеньозеро	1967 20 VII	21.1	0.18	0.06	0.1422
	12 VIII	17.4	0.18	0.11	0.0940
	27 VIII	15.4	0.10	0.15	0.0432
Сеньозеро	1967 13 VII	22.4	0.28	0.13	0.0961
	16 VII	22.0	0.26	0.19	0.0622
	9 VIII	18.0	0.27	0.27	0.0555
	25 VIII	15.6	0.27	0.47	0.0368
Вялозеро	1968 7 VII	24.0	0.30	0.16	0.0781
	20 VII	21.2	0.47	1.55	0.0143
	6 VIII	18.5	0.53	1.44	0.0199
	20 VIII	16.6	0.23	2.28	0.0061
		Горный ландшафт			
Сейдозеро	1969 15 VII	22.3	0.20	0.24	0.0373
	23 VII	21.3	0.16	0.17	0.0442
	24 VII	21.2	0.16	0.13	0.0581
	3 VIII	19.3	0.16	0.17	0.0488
	19 VIII	16.9	0.10	0.02	0.2959

(табл. 15). Фитопланктон исследованных озер обладал высокой фотосинтетической активностью, что связано с большой продолжительностью дня и низкими плотностями популяций водорослей. В Сейдозере не только не отмечено роста биомассы водорослей от июля к августу (табл. 14), а наоборот – зафиксировано ее уменьшение, равно как и интенсивности фотосинтеза.

Как отмечает Т.М.Михеева (1970), существуют противоположные мнения относительно скорости продукционных процессов при различных биомассах фитопланктона. Некоторые исследователи считают, что эта связь прямая, другие ее отрицают. Согласно анализу наших наблюдений, прямая связь между биомассой водорослей и величиной фотосинтеза установлена лишь для Сейдозера.

Таблица 16

Суточный П/Б-коэффициент в некоторых исследованных озерах

Озеро	П/Б	Источник
Канентъявр	0.7-1.2	Летанская, 1974 (наст. сб.)
Полярное	1.8-2.0	
Верхнее Сеньозеро	1.9-2.6	
Сеньозеро	0.6-2.8	
Пасмозеро	3.2	
Великое	5.0	
Вяпозеро	0.2-1.0	
Сейдозеро	1.2-2.3	
Зеленецкое	0.6	Винберг, 1972
Акулькино	1.2	
Озера Швеции	1.5	Роде (цит. по: Винберг, 1960)

Примечание. П/Б-коэффициент Кольских озер рассчитан для слоя 0-4 м.

Одним из важных показателей продукционных возможностей фитопланктона является отношение продукции к биомассе (П/Б-коэффициент). В исследованных озерах этот показатель изменялся в широких пределах (табл. 16), а в таких, как Глубокое, Терекъявр, Щучье и некоторых песных лампбинах, был даже выше 10, что считается маловероятным, хоть и приводится в литературе (Кожова, 1967). По интенсивности фотосинтеза исследованные озера лесотундрового ландшафта относятся к олиготрофным водоемам с отрицательным суточным балансом органического вещества.

Водоемы северотаежного ландшафта по продукционным показателям фитопланктона весьма разнообразны. Здесь встречаются олиготрофные, слабомезотрофные и мезотрофные озера. Для мезотрофных озер этого района отмечен положительный суточный баланс органического вещества и значительная роль автохтонных процессов в летние месяцы. Специфичными водоемами были малопродуктивные, олиготрофного типа песные лампбины с отрицательным суточным балансом органического вещества. Озера горного ландшафта - олиготрофные, но роль автохтонного накопления органического вещества, особенно в июле (Сейдозеро), далеко не последняя.

К настоящему времени накопилось достаточно материалов, позволяющих не считать все водоемы Севера малопродуктивными. Продуктивность озер высоких широт меньше зависит от их географического положения, а в большей степени от условий в самом водоеме и на водосборе. Так, высокая продуктивность озер Большеземельской тундры (Покровская, 1967) связана с достаточной обеспеченностью водорослей питательными веществами, которые поступают в водоемы в результате разложения отмирающей высшей водной растительности, с высокими температурами воды и т.п. (табл. 17). Низкая продуктивность озер Полярного Урала (табл. 17) также обусловлена характером водосбора и режимом минерального питания (Покровская, 1964).

Широкий диапазон колебаний интенсивности фотосинтеза в озерах находится в соответствии с большим разнообразием условий как в самом водоеме, так и на водосборе.

Таблица 17

Интенсивность фотосинтеза в озерах высоких широт

Озера	Ф у поверхности, мг О/л·сутки	Ф, г О/м^2	Источник
Кольский полуостров			
Имандра	0.86	2.65	Баранов, 1961
Верхн. Пиренга	0.13	0.24	
Ловозеро	0.67–0.73	1.63–1.93	Покровская, 1962
Кривое	0.60	1.25	
Сычуль	1.01	1.65	
Озера бассейна р. Лебяжьей	0.07–0.18	0.24–0.78	
Сейдозеро	0.20	0.98	
Озера системы Канентъявр–Б. Колгиявр	0.07–0.10	0.19–0.38	Летанская, 1969
Верхнее Сеньозеро	0.11–0.18	0.58–0.78	Летанская, 1974
Сеньозеро	0.19–0.28	0.62–1.04	(наст. сб.)
Пасмозеро	0.52	2.52	
Великое	0.78	1.18	
Вялозеро	0.23–0.53	0.70–1.73	
Сейдозеро	0.10–0.21	0.47–0.95	
Озера Полярного Урала	0.03–0.16	0.29–1.07	Покровская, 1964
Озера Большеземельской тундры	0.15–1.56	0.24–2.54	Покровская, 1967
Кривое	0.12	–	Alimov et al.,
Круглое	0.16	–	1972

Более высокая продуктивность исследованных нами озер северотаежного ландшафта связана с лучшей обеспеченностью водорослей минеральным питанием (Дегопик, наст. сб.) и более благоприятными условиями на водосборе для выноса органо-минеральных соединений в озера.

Видовой состав водорослей в исследованных озерах Кольского полуострова

CYANOPHYTA

Dactylococcopsis smithii R. et F. Chod – Ка
Merismopedia tenuissima Lemm. – I, П
M. glauca (Ehr.) Näg. – ВС
M. elegans A. Br. – МК, БК, Т

Mycrocystis aeruginosa Kütz emend Elenk. f. aeruginosa – МК, БК, В, Вя, К
M. ichtyoblabe Kütz. – По
M. pulverea (Wood) Forti emend Elenk. f. pulverea – Ка, По, МК, БК, Кл, II, Шу
M. pulverea f. incerta (Lemm.) Elenk. – По, МК, БК, С, В
M. pulverea f. delicatissima (W. et G. S. West) Elenk. – МК, БК
M. pulverea f. irregularis (B. Peters) Elenk. – По, Кл, С
M. pulverea f. conferta (W. et G. S. West) Elenk. – Ка, По
M. pulverea f. planctonica (G.M. Smith) Elenk. – Ка, МК, БК
M. pulverea f. pulchra (Lemm.) Elenk. – Ка
M. grevillei (Hass.) Elenk. emend f. grevillei – Ка, ВС, С, П, В
M. grevillei f. pulchra (Kütz.) Elenk. – Г
M. grevillei f. rivularis (Hass.) Elenk. – Ка, По, Г, С
Aphanothece stagnina (Spreng) B. Peters et Geitl. emend – Ка, По, МК, БК, Г, С, 3, Шу
A. elabens (Bréb.) Elenk. f. elabens – Ки, МК, БК, ВС
A. castagnei (Bréb.) Rabenh. – Ка, По, МК, БК
Gloeocapsa magna f. opaca (Näg.) Hollerb. – Ка
G. alpina Näg. emend Brand f. alpina – Ка, П
G. compacta Kütz. f. compacta – Ка
G. rupestris Kütz. f. rupestris – ВС
G. varia (A. Br.) Hollerb. – Г, С
G. tenax (Kirchn.) Hollerb. – МК, БК
G. turgida (Kütz.) Hollerb. emend f. turgida – Ка, ВС, С, П, В, Св, 3
G. turgida f. quaternaria – Св
G. punctata Näg. ampl. Hollerb. – П, 3, 3а, Во, Па, Се
G. minuta (Kütz.) Hollerb. f. minuta – Ка, Вя, К, Св
G. limnetica (Lemm.) Hollerb. f. limnetica – МК, БК, В, Вя, К
G. minor (Kütz.) Hollerb. f. minor – Ка, МК, БК, Г, 3
G. minor f. dispersa (Keissl.) Hollerb. – Ка, По, ВС, С, Вя, К, Св
G. vacuolata (Skuja) Hollerb. – Ка, МК, БК
Gloeocapsa sp. – В, Вя, К, Т
Gloeothece confluens Näg. – ВС
Coelosphaerium dubium Grun. – Ки, П, Вя, К
C. kuetzingianum Näg. – Ка, По, Ки
Gomphosphaeria aponina f. cordiformis (Wolle) Elenk. – ВС
G. lacustris f. compacta (Lemm.) Elenk. – П, Вя, К, Шу
Woronichinia naegeliana (Ung.) Elenk. – II
Stigonema ocellatum (Dillw.) Thur sensu lat. Elenk. f. occelatum – Ка, По, Ки, Св, 3
Hapalasiphon fontinalis (Ag.) Born emend Elenk. f. fontinalis – Г
H. fontinalis f. baculiferus Elenk. – По

Sphaeronostoc microscopicum (Carm.) Elenk. – Ка
S. coeruleum (Lyngb.) Elenk. – Ка, По, МК, БК, Г, ВС, С, П, 1У
S. kihlmanii (Lemm) Elenk. – С
Anabaena constricta (Szaf.) Geitl. – Ка, МК, БК, Г, С
A. spiroides f. ucrainica (Schkorb.) Elenk. – С
A. scheremetievi Elenk. f. scheremetievi – С, П, В, Вя, К
A. scheremetievi f. rotundospora Elenk. – Вя, К
A. sedovi Kossinsk. – МК, БК
A. angystumalis f. marchica (Lemm.) Elenk. – МК, БК
A. affinis f. intermedia (Grif.) Kossinsk. – С, Вя, К
A. berezowskii Ussatsch. – С
A. solitaria Kleb. f. solitaria – С
A. solitaria f. zinserlingii (Kossinsk.) Elenk. – С
A. flos-aquae (Lyngb.) Bréb. f. flos-aquae – ВС, С, П, Вя, К, Се
A. flos-aquae f. minor (W. West) Elenk. – ВС
A. hassalii (Kütz.) Wittr. f. hassalii – МК, БК, С, П, В, Вя, К
A. hassalii f. macrospora (Wittr.) Elenk. – ВС
A. jacutica Kissel. – ВС, С, Се
A. lemmermannii P. Richt. – I, II, Па, Се
Anabaena sp. ster. – МК, БК, ВС, С, В, Вя, К, Св, Се, Т
Anabaenopsis arnoldii Aptek. – Ка
A. raciborskii Wolosz. – Ки
Cylindrospermum sp. ster. – Ка
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs – Ка, С, Вя, К
Aulozira laxa Kirchn. f. laxa – Ка, МК, БК, Г
Tolypotrix rivularis Hansg. – Ка
T. tenuis Kütz. f. tenuis – МК, БК, С
T. tenuis f. lanata (Wartm.) Kossinsk. – По
Gloeotrichia echinulata (G.S. Smith) P. Richt. – Ка
Oscillatoria sancta (Kütz.) Gom. f. sancta – С
O. limosa Ag. f. limosa – По, С, П, В
O. putrida Schmidle – Ка
O. tenuis f. woronichiniana Elenk. – Ка, Вя, К
O. lacustris (Kleb.) Geitl. – МК, БК, Г
O. bornetii (Zukal) Forti f. bornetii – По
Oscillatoria sp. – Ка, ВС, Се
Phormidium retzii (Ag.) Gom. f. retzii – Ка, МК, БК

CHRYSOPHYTA

Mallomonas caudata Swan.	– П, В
M. elongata Reverd	– С
M. tonsurata Teil var. tonsurata	– С
M. coronata Boloch.	– С, В, Вя, К
M. fastigata Zach. var. fastigata	– В
M. acaroides Perty	– Вя, К
Mallomonas sp.	– Вя, К
Dinobryon cylindricum var. palustre Lemm.	– Ка, ВС, С, П, В, Во, Се
D. sociale Ehr. var. sociale	– МК, БК, В, Вя, К
D. sociale var. stipitatum (Stein) Lemm.	– Ка, ВС, С, Вя, К, З
D. bavaricum Smh. var. bavaricum	– МК, БК, II
D. pediforme (Lemm.) Steinecke	– Кл
D. divergens Smh. var. divergens	– Ка, МК, БК, С, П, В, Вя, З, Се
Uroglenopsis americana Lemm.	– ВС, С, П, В
Chrysosphaerella longispina Laut.	– В, Вя, К

BACILLARIOPHYTA

Melosira varians Ag. var. varians	– МК, БК, Г, II, Се
M. undulata (Ehr.) Kütz. var. undulata	– Ка, С, В
M. undulata var. normannii Arn.	– С
M. islandica subsp. helvetica O. Müll.	– Ка, По, МК, БК, Г, Кл, II, Се, Т
Melosira sp.	– С
M. distans (Ehr.) Kütz. var. distans	– Ка, Г, С, П, В, З, За, Се
M. distans var. alpigena Grun.	– I, ВС, С, П, Вя, К, Св, Се, Т
M. distans var. lirata (Ehr.) Bethge	– Ка, Г, ВС, С, П
M. distans var. pfaffira	– Вя, К
M. granulata (Ehr.) Ralfs var. granulata	– МК, БК, С, П, Вя, К, Се
M. granulata var. angustissima (O. Müll.) Hust.	– Г, В, Вя, К
M. granulata var. muzzanensis (Meist.) Hust.	– Ка, ВС
M. italica (Ehr.) Kütz. var. italica	– Ка, МК, БК, Кл, ВС, С, П, Вя, К, З, Се
M. italica var. tenuissima (Grun.) O. Müll.	– МК, БК, Ки, С, Вя, К, Св, Се
M. italica var. valida (Grun.) Hust.	– Ка, ВС, Се
M. italica subsp. subarctica O. Müll.	– Ка, По, МК, БК, Г, Ки, ВС, С, В, Вя, К, Се
M. ambiqua (Grun.) O. Müll.	– Ка, Г, II
M. roeseana Rabenh. var. roeseana	– Ка
Cyclotella antiqua W. Sm.	– ВС
C. melosiroides (Kirch.) Lemm.	– Ка
C. bodanica Eulenst.	– Ка, По, МК, БК, Г, В, Вя, К, Се

Cyclotella comta var. oligactis (Ehr.) Grun. – По, МК, БК, Г, ВС, Вя, К, Щу, Т
Cyclotella sp. – Ка, ВС, П, В, Т
C. kuetzingiana var. planetophora Fricke – По, МК, БК, Г
C. ocellata Pant. – По, Г
C. operculata (Ag.) Kütz. – В
Cyclotella sp. – Ка, Ки, II, Св, 3, 3а, Во
Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun. – Ка, МК, БК, Г, Кл, В, Вя, К
Rizosolenia longiseta Zacharias var. longiseta – II
R. eriensis H. L. Sm. – Ка
Attheya zachariasii Brun. – П, В, Вя, К
Tetracyclus lacustris Ralfs var. lacustris – Кл
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz. var. fenestrata – Ка, По, МК, БК, Г, Кл, II, Св, 3, 1У
T. fenestrata var. intermedia Grun. – П, Вя, К
T. flocculosa (Roth.) Kütz. – I, II, 3, Во, 1У
Diatoma elongatum (Lyngb.) Ag. var. elongatum – Ка
Fragilaria crotonensis Kitt. – Ка, МК, БК, Кл, ВС, П, В, Вя, К, Т
F. constricta Ehr. var. constricta – По, МК, БК, ВС, С, В
F. capucina Desm. var. capucina – МК, БК, II
F. virescens Ralfs. var. virescens – Ка, По, ВС, Вя, К, Щу
F. virescens var. capitata – Ка, Вя, К
F. virescens var. mesolepta Schönf. – Вя, К
F. intermedia Grun. – Вя, К
F. construens var. binodis (Ehr.) Grun. – Кл
Fragilaria sp. – Ка, По, Г, Кл, ВС, С, Вя, К, Се
Synedra actinastroides Lemm var. actinastroides – Кл, ВС, С
S. pulchella (Ralfs) Kütz. var. pulchella – С, П, В
S. ulna (Nitzsch.) Ehr. var. ulna – По, Г, ВС, С, П
Asterionella formosa Hass. – Ка, МК, БК, Г, Кл, II, Св, Се, Т
Eunotia robusta var. diadema (Ehr.) Ralfs. – Ка
E. exigua var. compacta Hust. – Г
E. pectinalis var. minor (Kütz.) Rabenh. – МК, БК
E. pectinalis var. minor f. impressa (Ehr.) Hust – Г
E. tenella (Grun.) Hust – П
E. arcus Ehr. – По
E. faba var. densestriata Oster. – МК, БК
Eunotia sp. – П, Г, С
Cocconeis disculus var. diminuta (Pant.) Sheshukova – В
Achnanthes nodosa A. Cl. – С
A. peragelloi Brun. et Herib. – В
A. lanceolata (Bréb.) Grun. – Г

Achnanthes fragilaroides Boye P.	– Г
A. laterostrata Hust.	– Вя, К
A. hauckiana Grun.	– Се
Achnanthes sp.	– П
Diploneis elliptica (Kütz.) Cl. var. elliptica	– С
D. ovalis (Hilse) Cl.	– По
D. parma Cl.	– ВС
D. finnica (Ehr.) Cl.	– В
Diploneis sp.	– П
Frustulia rhomboides var. saxonica f. undulata Hust.	– Ка, По, МК, БК, Г, Кл, ВС, С, П
Stauroneis phoenicenteron var. nobilis (Schum.) Zabelina	– По, Г
S. anceps f. lineàris (Ehr.) Cl.	– По
S. anceps var. sibirica Grun.	– Ка, ВС
Stauroneis sp.	– По, Ки, В
Navicula cuspidata Kütz. var. cuspidata	– Ка
N. radiosa Kütz. var. radiosa	– По, В, Се
N. lanceolata var. cymbula (Donh.) Cl.	– МК, БК, С
N. werestschaginii Skv. et Meyer var. werestschaginii	– В
N. werestschaginii var. curta Skv. et Meyer	– Ка
N. exigua (Greg.) O. Müll.	– В
Navicula sp.	– Ка, По, Ки, Г, ВС, С, Вя, К, Св, Се, Т
Pinnularia maculenta (Ehr.) Cl.	– Ка
P. major (Kütz.) Cl. var. major	– По, Г, ВС, С, П
P. major var lacustris Meist.	– Ка
P. dactylis Ehr.	– Ка
P. nobilis Ehr. f. nobilis	– Ка, Вя, К
P. gibba Ehr.	– П, Вя, К
P. nodosa Ehr.	– П
P. braunii var. amphicephala (A. Mayer) Hust.	– Г
P. interrupta W. Sm.	– По
Pinnularia sp.	– Ка, Ки, С, В, Вя, К, Се, Т
Neidium bisulcatum (Lagerht) Cl.	– В
N. iridis (Ehr.) Cl.	– ВС
Caloneis bacillum (Grun.) Mer. var. bacillum	– Ка
C. silicula var. gibberula (Kütz.) Grun.	– По
C. silicula var. truncatula Grun.	– Г
C. obtusa (W. Sm.) Cl.	– Ка
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.	– В
G. kuetzingii (Grun.) Cl.	– Г
Amphora ovalis Kütz. var. ovalis	– Ка, С, В, Вя, К, Щу
Cymbella cymbiformis (Ag. Kütz.) V. H.	– По, Кл, С, Се
C. cistula (Hemp.) Grun. var. cistula	– П
C. helvetica (Kütz.) var. helvetica	– П
C. aspera (Ehr.) Cl.	– Г, ВС
C. perpussila A. Cl.	– Г

Cymbella prostrata (Brek.) Cl. – Се
C. ventricosa Kütz. – МК, БК, Г, С, П
C. affinis Kütz. – По
C. alpina Grun. – МК, БК
Cymbella sp. – С, В, Вя, К, Щу
Gomphonema acuminatum var. coronatum (Ehr.) W. Sm. – Ка, По, Г, С, В, 1У
G. constrictum Ehr. var. constrictum – Ка, Г, С
G. ventricosum Greg. – Се
G. acuminatum var. brebissonii (Kütz.) Cl. – По, Вя, К, Се
Gomphonema sp. – С
Epithemia argus var. capitata Fricke – С
E. zebra (Ehr.) Kütz. var. zebra – С
E. zebra var. saxonica (Kütz.) Grun. – Г, С
E. zebra var. porcellus (Kütz.) Grun. – Кл
Epithemia sp. – С
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müll. var. gibba – С
Nitzschia gracilis Hantzsch. var. gracilis – ВС
N. linearis W. Sm. – Се
N. recta Hantzsch. – П
Nitzschia sp. – ВС, П, Вя, К, Се
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Sm. var. solea – С, Вя, К
C. solea var. vulgaris Meist. – С
C. elliptica (Bréb.) W. Sm. – В
Stenopterobia intermedia Lewis var. intermedia – По, Г, Кл, Се
S. intermedia var. capitata Font. – Ка, ВС, С, П
Surirella robusta Ehr. var. robusta – Ка, По, ВС, С, Вя, К
S. robusta var. splendida Ehr. – Г
S. elegans var. elegans – Ка, Г
S. elegans var. norvegica (Eulenst.) Brun. – По, Г
Surirella sp. – Ка, По, Г, ВС, С

XANTHOPHYTA

Tribonema minus Hazen. – МК, БК
T. affine West. – П, В
T. viride Pasch. – МК, БК, С
T. utriculosum (Heering) Hazen. – Ка
T. vulgare Pasch. – ВС, За
T. ulotrichoides Pasch. – Вя, К
Tribonema sp. – ВС

PYRROPHYTA

Glenodinium penardii Lemm. f. penardii – ВС, С, П, Вя, К, Ш
Glenodinium sp. – Вя, К
Peridinium cinctum (O.F.M.) Ehr. f. cinctum – МК, БК, С

Peridinium golslawiense Wolosz. – 3
Peridinium sp. – С, Т
Ceratium hirundinella (O.F.M) Bergh. – Г, ВС, С, В
C. carolinianum (Bail.) Jörg. – Св, 3

CHLOROPHYTA

Pandorina morum (Müll.) Bory – ВС, П
Eudorina elegans Ehr. – П
E. illinoisensis Pasch. – С
Volvox aureus Ehr. – П
Tetraspora tenera Korschik. – П
T. simplex Korschik. – По, МК, БК, ВС, П, В, Вя, К, Щу
T. imperfecta Korschik. – В
T. limnetica W. et W. – С, Вя, К
T. lacustris Lemm. – С, Вя, К
Tetraspora sp. – 3а
Golenkiniopsis solitaria Korschik. var. solitaria – 3а
Trochiscia granulata (Reinsch.) Hansg. – Вя, К
Dictiochloris reniformis Korschik. – Г
Planctococcus sphaerocystiformis Korschik. – Ка, МК, БК, С
Palmellocystis planctonica Korschik. – Ка, По, МК, БК, Г, Кл, ВС, П
Pediastrum kawraiskyi Schmidle – С, П
P. angulosum (Ehr.) Menegh. var. angulosum – Ка, МК, БК, ВС, С, В, Вя, К
P. boryanum (Turp.) Menegh. var. boryanum – Ка, Г, П, Вя, К, 1У
P. boryanum var. longicorne W. West. – Ка
P. duplex Meyen var. duplex – С, В, Вя, К, Щу
P. duplex var. cornutum Racib. – П
P. duplex f. setigera Meyen. – Вя, К
P. tetras (Ehr.) Ralfs. var. tetras – Вя, К, 3а
Oocystis borgei Snow. var. borgei – Ка, МК, БК, Г, Кл
O. elliptica W. West var. elliptica – Ка, 3, Се
O. pelagica Lemm. – По
Nephrocytium obesum var. symmetrica Printz. – С
Ankistrodesmus longissimus (Lemm.) Wille var. longissimus – МК, БК
A. pseudomirabilis Korsch. var. pseudomirabilis – Ка, П
A. closterioides (Printz.) Korsch. – Ка, МК, БК
A. pfitzeri (Schroed.) G.S. West – Ка, МК, БК
A. gracilis (Reinsch.) Korsch. – Ка, ВС, 3
Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle var. obesa – В
K. lunaris (Kirchn.) Moeb. var. lunaris – П
K. intermedia Korsch. var. intermedia – В

Kirchneriella irregularis (Smith.) Korsch. var. irregularis – Се
Kirchneriella sp. – Се
Sphaerocystis schroeteri Chod. – Ка, По, МК, БК, Г, П, З, Се
S. polycocca Korsch. – Ка
Coenocystis planctonica Korsch. – С, Вя, К, Се
C. subcylindrica Korsch. – Се
Dictyosphaerium pulchellum Wood. var. pulchellum – По, МК, БК, С, П, В, Вя, К, Се, Т
D. pulchellum var. ovatum Korsch. – С, П, Се
D. anomalum Korsch. – С, П, В
D. ehrenbergianum Naeg. – С
Botryococcus braunii Kütz. – МК, БК, ВС, З
Coelastrum microporum Naeg. – МК, БК, Св, Щу
Crucigenia irregularis Wille – Ка, По, МК, БК, Г, Кл, ВС, Св, Т
C. tetrapedia (Kirchn.) W. et W. – Вя, К
Scenedesmus acuminatus var. biseriatus Reinh. – В
S. bijugatus (Turp.) Kütz. var. bijugatus – Ка, По, ВС, Вя, К, За, 1У
S. acutiformis Schroed. – По
S. quadricauda (Turp.) Bréb. var. quadricauda – С, В, Вя, К, З, Се, Щу
S. quadricauda var. spinosus Deduss. – Вя, К, Се
S. quadricauda var. aculeolatus Printz. – ВС, П, В
Scenedesmus sp. – Ки, Вя, К
Coenochloris ovalis Korsch. – МК, БК
Elakatothrix lacustris Korsch. – МК, БК, ВС
E. gelatinosa Wille – Ка, По, МК, БК, ВС, П, З
E. pseudogelatinosa Korsch. – МК, БК, З
Elakatothrix sp. – Ки
Microspora quadrata Hazen – Ка
M. pachyderma (Wille) Lagerh. – ВС
M. tumidula Hazen – Св
Ulothrix tenerrima Kütz. – Ка, З
Oedogonium sp. sp. – Ка, По, МК, БК, Св
Bulbochaeta sp. sp. – Ка, МК, БК, Г, Кл, ВС, С, Св
Gonatozygon kinahani (Arch.) Rabenh. – Ка, По, Г, Кл, ВС, С, П
G. monotaenium De-Bary var. monotaenium – Г, ВС, С, Вя, К
G. monotaenium var. pilosellum Nordst. – Ка, С
G. pilosum Wolle – Ка
Genicularia spirotaenia De-Bary – Се
Netrium digitus (Ehr.) Jtzigs. et Rothe – ВС, В
Closterium tumidum var. nilandicum Grönbl. – Ка
C. pseudodianae Roy – Ка, По, Г
C. calosporum Wittr. – Г
C. pritchardianum Arch. – ВС
C. lineatum Ehrenb. var. lineatum – По, Г
C. lineatum var. woronichinianum Kossinsk. – По

Closterium ralfsii var. hibridum Rabenh. - По
C. kuetzingii Bréb. var. kuetzingii - По, Г, З
C. setaceum Ehrenb. var. setaceum - Ка, По, МК, БК, З
C. juncidum Ralfs var. juncidum - Г, ВС
C. baileyanum Bréb. var. baileyanum - По, Г
C. ulna Focke var. ulna - МК, БК, З
C. striolatum Ehrenb. - З
Closterium sp. - С
Pleurotaenium trabecula (Ehrenb.) Näg. var. trabecula - По
P. trabecula var. rectum (Delp.) W. et G. West - Ка, Щу
P. ehrenbergii var. elongatum West - З
Docidium baculum Bréb. f. baculum - ВС, Щу
D. undulatum Bail. f. undulatum - С, Св
Euastrum denticulatum (Kirchn.) var. denticulatum - С, Т
E. dubium Nag. var. dubium - МК, БК, Г, С, Св
E. dubium var. ornatum Wolosz. - Ка
E. dubium var. tritum W. et G. West - Ка, Щу
E. bidentatum Näg. var. bidentatum - Ка, Г, Кл, З, Во, Щу
E. binale (Turp.) Ehrenb. f. binale - МК, БК
E. dissinule (Nordst.) Schmodle var. dissinule - Ка
E. verrucosum Ehrenb. var. verrucosum - Ка, МК, БК, ВС
E. verrucosum var. rhomboideum Lund. - ВС
E. crassum (Bréb.) Kütz. - З
Micrasterias truncata (Corda) Bréb. var. truncata - По
M. radiata Hass. var. radiata - ВС
M. radiata var. dichotoma (Wolle) Cushm. - ВС
M. papillifera Bréb. f. papillifera - Ка
M. papillifera var. valdajensis Kossinsk. - По
M. sol (Ehrenb.) Kütz. f. sol - Ка, По, С
M. rotata (Grev.) Ralfs f. rotata - По, З, Щу
M. thomasiana var. notata (Nordst.) Grönbl. - Ка
M. americana var. westii (Roll.) W. Urieg. - По
M. denticulata var. angulosa (Hantzsch.) W. et G.S. West - З
Cosmarium undulatum Corda var. undulatum - Ка, По
C. phaseolus Bréb. var. phaseolus - Ка
C. phaseolus var. eleatum Nordst. - МК, БК
C. tumidum Lund. f. tumidum - МК, БК
C. contractum Kirch. var. contractum - Ка
C. contractum var. ellipsoideum (Elfv.) W. et G.S. West - Ка, По, МК, БК, ВС, С, П, Вя, К
C. depressum (Näg.) Lund var. depressum - ВС
C. depressum var. achondrum (Boldt) W. et G.S. West - Вс

Cosmarium moniliforme var. limneticum W. et G.S. West – ВС, Шу
C. portianum Arch. var. portianum – Ка
C. orthostichum Lund var. orthostichum – Ка
C. praemorsum Bréb. – Г
C. punctulatum Bréb. var. punctulatum – Ка
Xanthidium armatum (Bréb.) Rabenh. var. armatum – МК, БК
X. armatum var. fissum Nordsted – Ка, З
X. antilopaeum (Breb.) Kütz. var. antilopaeum – Ка, По, МК, БК, ВС, С
X. antilopaeum var. polymasum Nordst. – Ка, ВС
X. antilopaeum var. hebridarum W. et G.S. West – ВС
X. antilopaeum var. laeve W. et G.S. West – ВС
Xanthidium sp. – Вя, К
Arthrodesmus incus (Bréb.) Hass. var. incus – Ка, По, МК, БК, ВС, Вя, К, Св, Се, Т
Staurastrum dejectum Bréb. var. dejectum – Ка, П
St. curvatum West. – По, МК, БК, ВС
St. jaculiferum West. var. jaculiferum – Ка, По, В
St. megacantum var. scoticum W. et G.S. West – ВС, В
St. cuspidatum Bréb. var. cuspidatum – Ка, С
St. lunatum Ralfs var. lunatum – По
St. lunatum var. planctonicum W. et G.S. West – Ка, По, МК, БК, ВС, С, П, З, Т
St. longispinum var. bidentatum (Wittr.) W. et G.S. West – П
St. brasiliense var. lindelli West – Ка
St. setigerum Cleve – ВС
St. brebissonii Arch. var. brebissonii – МК, БК
St. erasum Bréb. – ВС
St. pilosum (Näg.) Arch. – С
St. affine W. et G.S. West – ВС
St. gracile Ralfs var. gracile – Ка, Г, ВС, С, П, Вя, К, Се
St. gracile var. cyathiforme W. et G.S. West – В
St. paradoxum Meyen. var. paradoxum – Ка, ВС, С, Шу
St. paradoxum var. cinculum W. et G.S. West – ВС
St. paradoxum var. longipes Nordst. – ВС, С, В
St. pseudopelagicum W. et G.S. West – По, МК, БК, ВС
St. anatinum Cooke var. anatinum – Ка, МК, БК, Г, ВС, С, В, Вя, К, З, Се
St. anatinum var. pelagicum W. et G.S. West – По
St. anatium var. grande W. et G.S. West – МК, БК
St. anatinum var. lagerheimii (Schmidle) W. et G.S. West – ВС
St. manfeldtii var. annulatum W. et G.S. West – С

Staurastrum ophiura Lund. var. ophiura – Ка, По, МК, БК, Г, Т
St. ophiura var. cambricum W. et G.S. West – Ка
St. furcigerum f. armigera (Bréb.) Nordst. – ВС
St. arctiscon (Ehr.) Lund. – МК, БК, Г, ВС, С
St. subpygmeum West. var. subpygmeum – По
St. grande Buluch var. grande – ВС, Щу
St. bieneanum f. spetsbergensis Nordst. – По
St. oversum Lund. – Ка, Г, Кл, З
St. sexangulare (Buluch.) Lund – Г
St. brevispinum Bréb. f. brevispinum – МК, БК, П
St. brevispinum var. altum W. et G.S. West – С
St. anceps f. linearis (Ehr.) Cl. – По
St. longicorne W. et G.S. West – Вя, К
St. antilopaeum West. – С
Spondilosium sp. – Ка, МК, БК, З, Се
Sphaerozosma vertebratum (Bréb.) Ralfs var. vertebratum – По, ВС
S. excavatum Ralfs var. excavatum – ВС, С
Spondilosium planum (Wolle) W. et. G.S. West – Ка, По, П
S. papillosum W. et G.S. West – ВС, С, П
S. secedens (De-Bary) Arch. – МК, БК
S. ellipticum W. et G.S. West – ВС
Spondilosium sp. – Вя, К
Hyalotheca dissiliens (Sm.) Bréb. var. dissiliens – Ка, По, МК, БК, Г, ВС, Вя, К
H. mucosa (Mert.) Ehr. var. mucosa – Ка, По, МК, БК, Г, ВС, С, П
H. neglecta Racib. – С
Desmidium schwartzii Ag. var. schwartzii – Г, ВС, С, П, В
D. aptogonum Bréb. var. aptogonum – Г
D. cylindricum Grev. – Г
D. occidentale W. et G.S. West – Г
Gymnozyga moniliformis Ehr. var. moniliformis – Ка, По, МК, БК, П
Spirogyra sp. ster. – Ка, МК, БК, Г, С, З, Т
Zygnema sp. ster. – МК, БК, Г, ВС, С, Св
Mougeotia sp. ster. – Ка, По, МК, БК, Г, Кл, ВС, С, Вя, К, Св, З, За

Условные обозначения

Ка – Канентъявр
По – Полярное
Ки – Китенъявр
МК – Мал. Колгиявр
БК – Бол. Колгиявр
Г – Глубокое
Кл – Ключевое
ВС – Верхн. Сеньозеро
С – Сеньозеро
П – Пасмозеро
В – Великое
Вя – Вялозеро
К – лямбина Кислая
Св – лямбина Светлая
З – лямбина Зеленая
За – лямбина Запятая
Во – лямбина Восьмерка
Па – Пасмлямбина
Се – Сейдозеро
Щу – Щучье
Т – Терекъявр

I – во всех водоемах песотундрового ландшафта
II – во всех водоемах северотаежного ландшафта
III – во всех лямбинах
IУ – во всех водоемах горного ландшафта.

Литература

Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1961.

Великорецкая И.И. Краткая физико-географическая характеристика бассейна системы озер Канентъявр-Колгиявр. – Докл. отделений и комиссий Геогр. общ. СССР, вып. 9, 1969.

Великорецкая И.И. Ландшафтные особенности некоторых озерных районов Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. 1. Л., „Наука", 1974.

Винберг Г.Г. Некоторые наблюдения на гумусовых озерах (Петровские озера). К вопросу о балансе органического вещества. Сообщение IУ. – Тр. Лимнол. ст. в Косине, 21, 1937.

Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.

Винберг Г.Г. Биологическая продуктивность озер Дальне-Зеленецкое и Акулькино. – В кн.: Тезисы докладов отчетной научной сессии по итогам работы 1971 г. ЗИН АН СССР. Л., 1972.

Воронихин Н.Н. Водоросли и их группировки в озерах Имандра и Нотозеро (Кольский п-ов). – Тр. БИН АН СССР. Сер. II, вып. 2, Л., 1935.

Грезе В.Н. Планктон реки Пясины. – Зоол. журн., т. XXI, вып. 4, 1942.

Грезе В.Н. Основные черты гидробиологии оз. Таймыр. – Тр. Всес. гидробиол. общ., т. VIII, 1957.

Дегопик И.Я. Гидрохимическая характеристика озер системы Канентъявр-Колгиявр. – Докл. отделений и комиссий Геогр. общ. СССР, вып. 9, 1969.

Дегопик И.Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер различных ландшафтов Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Зинова А.Д., Нагель А.А. Сравнительная характеристика исследованных озерно-речных систем Монче- и Волчьей тундр. – В кн.: Материалы Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г. Л., 1935.

Кожова О.М. Первичная продукция планктона и условия ее образования в системе Байкал-Иркутское-Братское водохранилища. – В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М., „Наука", 1967.

Косинская Е.К. Материалы к флоре водорослей Кольского полуострова. – Тр. БИН АН СССР. Сер. II, вып. 2, Л., 1935.

Кумсаре А.Я. Расчет биомассы фитопланктона по суммарному объему клеток. – В кн.: Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. Рига, 1963.

Летанская Г.И. Фитопланктон и первичная продукция озер системы Канентъявр–Колгиявр. – Докл. отделений и комиссий Геогр. общ. СССР, вып. 9, 1969.

Михеева Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона. – В кн.: Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., „Наука", 1970.

Покровская Т.Н. Первичная продукция фитопланктона в озерах Кольского полуострова. – Тр. Всес. гидробиол. общ., т. XII, 1962

Покровская Т.Н. Фотосинтез фитопланктона в озерах Полярного Урала. – В кн.: Накопление вещества в озерах. М., „Наука", 1964.

Покровская Т.Н. Фотосинтез фитопланктона в некоторых озерах Большеземельской тундры. – В кн.: Типология озер. М., „Наука", 1967.

Порецкий В.С., Жузе А.П., Шешукова В.С. Диатомовые Кольского полуострова в связи с микроскопическим составом кольских диатомитов. – Тр. Геоморфол. инст., вып. 8 (Кольский диатом сб.), Л., 1934.

Пырина И.Л. Зависимость фотосинтеза фитопланктона от его биомассы и содержания хлорофилла. – В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая водная растительность внутренних водоемов. Вып. 15(18). М.–Л., 1967.

Ролл Я.В. Десмидиевые водоросли, найденные в водоемах Лапландии и Олонецкой губернии. – В кн.: Материалы к флоре водорослей России. Вологда, 1923.

Усачев П.И. Материалы к флоре водорослей реки Енисея. – Тр. Сиб. научн. рыбхоз. ст., т. III, вып. 2, Красноярск, 1928.

Форш Л.Ф. Термический и тепловой режим озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Ярошенко М.Ф. и др. О зависимости первичной продукции от состава и биомассы фитопланктона в малых водохранилищах Молдавии. – В кн.: Биологические ресурсы водоемов Молдавии. Вып. 3. Кишинев, 1965.

Alimov A.F., Boullion, Finogenova N.P., Ivanova M.B. et al. Biological productivity of Lakes Krivoe and Krugloe. – In book: Productivity problems of freshwaters. Warszawa-Krakow, 1972.

В. Г. Драбкова и Е. Н. Чеботарев

МИКРОФЛОРА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В летний период 1967–1969 гг. микробиологические исследования озер проводились в двух различных ландшафтах Кольского полуострова – северотаежном и Ловозерском горном.

Микробиология озер Кольского полуострова раньше не изучалась. Единственная работа М. В. Мосевич и В. А. Логиновой (1965), затрагивающая в какой-то мере этот аспект, касалась изучения влияния загрязнения на развитие микрофлоры оз. Имандра.

Основной целью наших работ – кроме общей микробиологической характеристики – было изучение роли бактерий в продуктивности озер, что тесно связано с решением вопроса о типизации водоемов. В воде озер определялось общее количество бактерий, количество бактерий, учитываемых на мясопептонном агаре, время генерации, продукция и выедание бактерий и биохимическое потребление кислорода; в донных отложениях – общая численность бактерий, количество бактерий, учитываемых на МПА, количество сульфатредуцирующих, денитрифицирующих и тионовых бактерий, поглощение кислорода донными отложениями. Пробы воды отбирались микробиологическим батометром в стерильные склянки, пробы ила – стратометром Перфильева.

Общее количество бактерий воды и ила подсчитывалось на мембранных фильтрах № 2. Время генерации и продукцию бактериопланктона определяли по методу М. В. Иванова (1955): учитывали изменение количества бактерий в изолированных пробах профильтрованной (через мембранный фильтр № 6) и естественной воды, помещенных в озеро на двое суток. Продукция бактерий выражается уравнением

$$P = b - B + g ,$$

где b, B – начальная и конечная биомасса, g – выедание бактерий, рассчитываемое по формуле А. П. Романовой и А. И. Зонова (1964). Поглощение кислорода донными отложениями определялось в стеклянных трубках, помещенных в озеро на 12 часов (Гамбарян, 1968). Сульфатредуцирующие бактерии выращивались на среде Штурм, денитрифицирующие – на среде Гильтая без аспарагина и с добавлением 0.75% агар-агара, тионовые – на среде Бейеринка.

Полное биохимическое потребление кислорода (БПК) определялось по методике, описанной в руководстве С. И. Кузнецова и В. И. Романенко (1963). Бактериальную биомассу, выраженную в углероде, рассчитывали

по формуле, приведенной в работе С. И. Кузнецова, В. И. Романенко и Н. С. Карповой (1966). При наших расчетах коэффициент энергетического обмена принимали равным 0.25, т. е. исходили из того, что только 25% окисленного органического субстрата ассимилируется для построения микробной клетки.

1. Микрофлора озер северотаежного ландшафта

В этой зоне исследовались Сеньозеро, Верхн. Сеньозеро, Пасмозеро, Великое и Вялозеро.

На Сеньозере (площадь зеркала – 3.2 км^2, максимальная глубина – 18 м, средняя – 5.8 м) исследования проводились в июле–августе 1967 г. на трех станциях и в июле 1968 г. – на одной. Бактериальная продукция определялась только в 1968 г.

Общее количество бактерий в воде озера колебалось в пределах от 75 до 980 тыс. кл. в 1 мл (табл. 1). В 1967 г. наблюдалось уменьшение количества бактерий от июля к концу августа. Так, на глубоководной станции количество бактерий (среднее в столбе воды) уменьшалось с 400 до 210 тыс. кл. в 1 мл. Распределение бактерий по акватории озера в основном было равномерным. Для лета 1967 г. характерным было уменьшение количества бактерий ко дну, в июле 1968 г. наблюдалась обратная картина – некоторое увеличение количества бактерий по вертикали. Общее количество бактерий в придонном слое воды в 1968 г. почти в 3.5 раза выше, чем в 1967г. Это согласуется со скоростью размножения бактерий, которая в 1967 г. в придонном слое глубоководной станции была очень низкой: время генерации бактерий достигало 140 час., тогда как в 1968 г. оно составляло 60 час. (табл. 2).

Количество бактерий, учитываемых на МПА, в воде озера было незначительным и колебалось в пределах от 10 до 40 кл. в 1 мл. Элиминация бактерий, по данным 1968 г., для исследованной станции озера составляла 25 мгС/м^2, или 40–75 тыс. кл. в 1 мл в сутки, продукция – около 115 мгС/м^2, или 210–300 тыс. кл. в 1 мл за сутки. Для образования такого количества бактериальной массы необходимо наличие в воде около 0.46 гС/м^2 биохимически активного органического вещества. Эта величина оказалась несколько выше, чем величина первичной продукции фитопланктона на данной станции, составляющая 0.32 гС/м^2 в сутки (Летанская, наст. сб.).

Общее количество бактерий в поверхностных слоях донных отложений озера колебалось в пределах от 90 до 280 млн кл. в 1 г сырого ила, причем для илов глубоководной станции характерны более высокие цифры по сравнению с мелководной (табл. 3). На глубине 15 см от поверхности ила количество бактерий составляло 9–60% численности бактерий в верхних слоях ила.

Количество бактерий, учитываемых на МПА, в илах озера не превышало 3.2 тыс. кл. в 1 г сырого ила. Численность сульфатредуцирующих и денитрифицирующих бактерий в илах была незначительной: в поверхностных слоях ила сульфатредуцирующих – 170 кл. в 1 г сырого ила (на глубине 10 см до 65 кл.), денитрифицирующих – не более 50 кл. в 1 г ила.

Илы озера поглощали 0.50 г0/м^2 в сутки. Очевидно, поглощение кислорода илами в основном связано с бактериальным окислением органического вещества, так как анаэробные процессы в илах, если судить по численности таких анаэробных бактерий, как сульфатредуцирующие и денитрифицирующие, идут слабо и, следовательно, кислород слабо расходуется на химическое окисление восстановленных соединений. Приняв, что расход кислорода связан главным образом с бактериальным окислением органического вещества,

Таблица 1

Общее количество бактерий в воде Сеньозера (в тыс. кл./мл)

Станция	Горизонт, м	1967 г.			1968 г.
		16 VII	9 VIII	25 VIII	31 VIII
1	0	515	380	140	–
	2	470	320	55	–
	4	435	270	87	–
	6	320	150	130	–
2	0	610	345	150	570
	2	445	290	225	–
	3	–	–	–	400
	4	600	300	270	–
	6	430	430	310	700
	8	320	570	95	–
	9	–	–	–	680
	10	525	360	240	–
	12	305	265	450	790
	14	160	230	180	–
	16	340	310	95	–
	18	280	195	75	980
3	0	440	250	–	–
	2	290	360	–	–
	4	405	590	–	–
	6	340	380	–	–
	8	315	265	–	–
	10	270	185	–	–
	11,5	300	140	–	–

Таблица 2

Время генерации бактерий в воде Сеньозера и Верхн. Сеньозера (в час.)

	№ станции	Горизонт	1967 г.			1968 г.
			16–20 VII	9 VIII	25 VIII	1–3 VIII
Сеньозеро	1	Поверхность	50	50	–	–
		Дно	155	50	–	–
	2	Поверхность	30	60	210	35
		Дно	140	135	115	60
Верхн. Сеньозеро	1	Поверхность	115	85	–	200
		Дно	30	65	–	45

Таблица 3

Общее количество бактерий (в млн кл. в 1 г сырого ила) в илах Сеньозера

Станция	Горизонт, см	1967 г.			1968 г.
		16 VII	9 VIII	25 VIII	31 VIII
1	0	110	150	90	–
	5	–	80	60	–
	10	25	–	–	–
	15	–	85	50	–
2	0	210	280	120	110.
	5	–	110	90	160
	10	90	–	–	110
	15	–	25	70	–

можно рассчитать, что в сутки в илах разлагается около 0.18 гС/м^2 органического вещества.

На Верхн. Сеньозере (площадь зеркала – 1,4 км^2, максимальная глубина – 13 м, средняя – 4.2 м) исследования проводились в июле–августе 1967 г. и в августе 1968 г. на одной станции. Общее количество бактерий в воде озера летом 1967 г. колебалось в пределах от 185 до 540 тыс.кл. в 1 мл, в 1968 г. – от 520 до 950 тыс. кл. (табл. 4). Наиболее резкое различие в численности бактерий этих лет отмечено в придонных слоях воды. Аналогичная картина наблюдалась в Сеньозере. Лето 1968 г. по сравнению с летом 1967 г. было более холодным и ветреным. Почти полное отсутствие стратификации температуры в озерах в 1968 г. способствовало равномерному распределению в воде, включая и придонные слои, биохимически активного органического вещества, образованного в основном за счет деятельности фитопланктона. Ветровая циркуляция водных масс препятствует поступлению органического вещества в донные отложения. Все это способствовало энергичному развитию бактериопланктона во всей водной толще, в том числе и в придонных слоях. В Сеньозере стратификация температуры в 1967 г. была выражена более резко, чем в Верхн. Сеньозере. По-видимому, это обусловило более резкое различие в содержании бактерий в придонных слоях Сеньозера в 1967 и 1968 гг. по сравнению с Верхн. Сеньозером (табл. 1 и 4). Время генерации бактерий в придонном слое воды Верхн. Сеньозера в августе 1968 г. составляло 45 час., а в 1967 г. – 65 час. (табл. 2).

Элиминацию бактерий в 1968 г. в поверхностном слое воды практически обнаружить не удалось, а в придонном она составляла 130 тыс. кл. в 1 мл, или – для исследованной станции озера – 27 мгС/м^2. Продукция бактерий в поверхностном слое была невелика – всего 25 тыс. кл. в 1 мл в сутки, в придонном же – в 10 раз выше. Для исследованной станции продукция бактериальной биомассы составила 55 мгС/м^2 в сутки, т. е. была ниже, чем в Сеньозере. Приняв коэффициент энергетического обмена бактерий равным 0.25, можно рассчитать количество органического вещества, разлагаемого бактериями в воде озера. Эта величина составила 0.220 гС/м^2. Первичная продукция фитопланктона в 1968 г. на данной станции была того же порядка – 0.22 гС/м^2 (Летанская, наст. сб.).

Общее количество бактерий в слое ила 0–5 см в 1967 г. колебалось в пределах от 140 до 250 млн кл. в 1 г сырого ила, в 1968 г. – от 70 до

Таблица 4

Общее количество и численность бактерий, учитываемых на МПА, в воде Верхн. Сеньозера

Станция	Горизонт, м	Общее количество бактерий, тыс. кл. в 1 мл			Численность бактерий, учитываемых на МПА, в 1 мл
		20 VII 1967	7 VIII 1967	3 VIII 1968	3 VIII 1968
1	0	540	430	950	30
	2	360	275	–	–
	3	–	–	750	25
	4	280	330	–	–
	6	335	340	710	30
	8	230	290	–	–
	9	–	–	520	20
	10	275	200	–	–
	11.5	185	380	500	15

105 млн кл. Количество бактерий уменьшалось по мере погружения в ил (табл. 5). Невысокая первичная продукция фитопланктона в 1968 г. по сравнению с 1967 г. (соответственно 0.58 и 0.99 гО/м^2, - см.: Летанская, наст. сб.) и сравнительно высокое развитие бактериопланктона не способствовали поступлению в 1968 г. значительного количества биохимически активного органического вещества в донные отложения. Это в свою очередь сказалось на численности бактерий в илах озера. Активность бактерий в илах, по данным 1968 г., также была невысокой: поглощение кислорода составляло всего 0.15 гО/м^2. Таким образом, деструкция органического вещества илов озера была равна 55 мгС/м^2.

Количество бактерий, учитываемых на МПА, в илах озера колебалось в пределах от 1.5 до 3.5 тыс. кл. в 1 г сырого ила. Содержание сульфатредуцирующих и денитрифицирующих бактерий было ничтожным: не превышало соответственно 100 и 10 кл. на 1 г сырого ила (табл. 5). В придонных слоях озера концентрация кислорода в это время была значительной (Дегопик, наст. сб.), что могло тормозить развитие анаэробных бактерий в поверхностных илах.

Пасмозеро (площадь зеркала – 4.2 км^2, максимальная глубина – 13.5 м, средняя – 4.2 м). Исследования проводились в июле 1967 г. на двух станциях. Общее количество бактерий в воде озера составляло 180–450 тыс. кл. в 1 мл. В период исследований бактерии сравнительно равномерно распределялись по вертикали (табл. 6), что связано с отсутствием в озере, несмотря на большую глубину, устойчивой стратификации температуры. Время генерации бактерий было очень высоким – 160–260 час., причем существенных различий в поверхностных и придонных слоях не отмечено. Общее количество бактерий в поверхностном слое ила составляло 120–290 млн кл. в 1 г сырого ила, резко сокращаясь на глубине 15 см от поверхности ила – до 45–85 млн кл. (табл. 7).

Оз. Великое (площадь зеркала – 1.3 км^2, максимальная глубина – 4.6 м, средняя – 2.4 м). Исследования проводились в июле 1967 г. на одной станции. Общее количество бактерий в воде озера колебалось в пределах

Таблица 5

Численность бактерий в илах Верхн. Сеньозера на ст. 1

Горизонт, см (от поверхности ила)	Общее количество бактерий, млн кл./г сырого ила			Количество бактерий, учитываемых на МПА, тыс.кл./г сырого ила	Сульфатредуцирующие бактерии, тыс.кл./г сырого ила	Денитрифицирующие бактерии, тыс.кл./г сырого ила
	20 VII 1967	9 VIII 1967	3 VIII 1968	3 VIII 1968		
0	140	230	70	3.5	0.075	0.010
5	–	250	105	1.5	0.100	0.010
10	55	–	90	2.4	0.075	0.007
15	–	75	–	–	–	–

Таблица 6

Общее количество и время генерации бактерий в воде Пасмозера (30 VII 1967 г.)

Станция	Глубина, м	Общее количество бактерий, тыс.кл./мл	Время генерации бактерий, часы
1	0	180	160
	2	325	–
	4	450	–
	6	360	–
	8	250	–
	10	180	–
	12	265	260
2	0	390	–
	2	330	–
	4.5	240	–

от 210 до 620 тыс. кл. в 1 мл. Максимальное количество бактерий отмечено на глубине 2 м. Содержание бактерий в илах мало отличалось от такового других исследованных озер и на глубинах 0.5 и 15 см от поверхности ила соответственно составляло 110, 140 и 40 млн кл. в 1 г сырого ила.

Вялозеро (площадь зеркала – 103 км^2, максимальная глубина – 20 м, средняя – 7.6 м). Исследования проводились в июле 1968 г. на восьми станциях озера и на трех притоках. Общее количество бактерий в воде озера колебалось в довольно узких пределах – от 350 до 850 тыс. кл. в 1 мл, причем по станциям и горизонтам оно изменялось незначительно (табл. 8). Даже в заливах озера численность бактерий мало отличалась от их численности в центральной части. Некоторое увеличение общей численности бактерий

Таблица 7

Общее количество бактерий (в млн кл. на 1 г сырого ила) в илах Пасмозера

Горизонт, см (от поверхности ила)	Ст. 1	Ст. 2
0–2	120	290
5	100	180
15	85	45

наблюдалось на ст. 3 (Дегопик, наст. сб., рис. 3), равно как и увеличение количества бактерий, учитываемых на МПА. Это скорее всего можно объяснить поступлением сюда вод из Удогубы. Для поверхностных слоев воды ст. 3 характерны несколько более высокие по сравнению с другими районами озера величины бихроматной окисляемости – до 19 мгО/л, в то время как в поверхностных же слоях других станций они составляли 16.6–17.4 мгО/л (Дегопик, наст. сб.). Залив Удогуба (ст. 4), если судить по численности бактерий, учитываемых на МПА, является наиболее загрязненным районом озера (влияние поселка, формирование здесь плотов для сплава леса).

Общее количество бактерий в притоках составляло всего 680–1250 тыс. кл., в 1 мл, и если учесть, что расход воды в притоках был невелик, то вряд ли последние могут оказывать существенное влияние на численность бактерий в воде озера. Наибольшее количество сапрофитных бактерий (на МПА) обнаружено в Вильмаручье, впадающем в Удогубу, – до 1300 кл. в 1 мл, что говорит о его сравнительно высокой загрязненности.

Количество бактерий в озере связано с содержанием биохимически нестойких органических соединений, поэтому важно было сопоставить распределение микроорганизмов с данными по полному БПК. Величины БПК для воды озера составляли 1.8–3.0 мгО/л. Эти величины характерны для озер мезотрофного типа (табл. 9). Количество анаэробных и факультативно-анаэробных бактерий, учитываемых на МПА, в воде озера невелико – 6–10 кл. в 1 мл, увеличивается до 30 кл. в поверхностном слое воды на ст. 3.

Бактерии в воде озера размножались сравнительно медленно, лишь на отдельных горизонтах время генерации бактерий составляло 13–32 часа, но чаще оно превышало 100 час. На ст. 3 время генерации было особенно высоким – выше 200 час. Последнее не согласуется с довольно высокой численностью бактерий на этой станции. По-видимому, сюда поступает аллохтонная микрофлора, которая вряд ли может развиваться в условиях озера. Кроме того, на этой станции обнаружена сравнительно высокая продукция фитопланктона (Летанская, наст. сб.). Возможно, фитопланктон тормозит развитие бактерий, несмотря на довольно высокое здесь количество органического вещества. Наибольшая скорость размножения бактерий обнаружена в придонном слое южной станции (ст. 5).

Элиминация бактерий составляла 95–500 тыс. кл. в 1 мл в сутки. На ст. 3 в поверхностном слое воды ее величина достигала 380 тыс. кл. в 1 мл. Возможно, такая сравнительно высокая элиминация складывается не только из выедаемых зоопланктоном бактерий, но и из аллохтонной микрофлоры, отмирающей при поступлении в озеро (табл. 10).

Суточная продукция бактерий в воде озера составляла 95–1600 тыс. кл. в 1 мл. Высокая продукция бактериопланктона отмечена в придонном слое

Таблица 8

Общее количество бактерий и количество бактерий, учитываемых на МПА, в воде Вялозера и его притоках

Станция	Дата	Горизонт, м	Общее количество бактерий, тыс.кл./мл	Количество бактерий, учитываемых на МПА, в мл	Среднее для столба воды	
					общее количество	количество бактерий на МПА
1	20 VII 1968	0.2	660	8	515	25
		3	440	10		
		6	510	15		
		9	610	35		
		11	350	60		
2	23 VII 1968	0.2	600	40	530	25
		3	550	20		
		6	460	15		
		9	680	25		
		12	400	8		
		15	610	35		
		18	440	35		
	17 VII 1968	0.2	600	30		
3	17 VII 1968	0.2	750	185	750	55
		3	750	35		
		6	780	40		
		9	850	35		
		12	800	20		
		14	560	20		
4	23 VII 1968	0.2	730	480	740	310
		3	750	150		
7	24 VII 1968	0.2	800	25	750	30
		6	710	40		
5	28 VII 1968	0.2	710	20	600	20
		3	730	20		
		6	340	15		
		9	640	20		
		10	680	35		
6	28 VII 1968	0.2	860	15	610	120
		3	500	30		
		6	750	45		
		10	330	420		
8	25 VII 1968	0.2	400	45	–	–
Кислая ламбина	13 VII 1968	0.2	1360	80	–	–

Таблица 8 (продолжение)

Станция	Дата	Горизонт, м	Общее количество бактерий, тыс.кл./мл	Количество бактерий, учитываемых на МПА, в мл	Среднее для столба воды	
					общее количество	количество бактерий на МПА
Сеньручей	24 VII 1968	0,2	1250	225	–	–
Вильмаручей	26 VII 1968	0,2	680	1300	–	–
Ручей	26 VII 1968	0,2	750	260	–	–

Таблица 9

Биохимическое потребление кислорода в воде Вялозера (1968 г.)

Станция	Дата	Горизонт, м	БПК полное, мгО/л
1	20 VII	0,2	3.0
		11.0	2.8
2	23 VII	0,2	1.85
		18.0	2.2
3	17 VII	0,2	–
		14.0	2.5

воды южной части озера – до 1600 тыс. кл. в 1 мл в сутки. В этой части озера начиналась смена форм фитопланктона и происходило частичное отмирание диатомовых водорослей. Результатом этого явилось увеличение суточной деструкции – в среднем до 0.31 гО/м^3, – что говорит о скоплении в этом районе озера значительного количества легкоокисляемого органического вещества (Летанская, наст. сб.). Суточная продукция бактериальной биомассы в озере составила 2.0–60.0 мгС/м^3. Зная суточную продукцию микробной биомассы, можно определить количество полностью минерализованного за сутки органического вещества. Эти величины оказались очень близкими величинам деструкции, полученным Г. И. Летанской (наст. сб.) с помощью темных склянок, в пересчете на весь объем водной массы озера – соответственно 40 и 55 т органического углерода в сутки (или 0.30 и 0.53 гС/м^2). Из этих данных видно, что только 25% от всего поглощенного в водной массе кислорода идет на дыхание фито- и зоопланктона.

Таблица 10

Продукция бактерий и деструкция органического вещества в воде Вялозера (1968 г.)

Станция	Дата	Горизонт, м	Время генерации, час.	Суточное выедание бактерий, тыс.кл./мл	Суточная продукция бактерий		П/Б суточный	Деструкция, рассчитанная по продукции бактерий, гС/м^3·сутки	Деструкция, определенная в темных склянках гС/м·сутки
					тыс.кл./мл	гС/м^3			
1	20 VII	0.2	32	140	270	0.010	0.40	0.04	0.05
		11.0	105	95	100	0.004	0.30	0.02	0.04
2	23 VII	0.2	120	110	140	0.005	0.25	0.02	0.08
		18.0	130	250	102	0.004	0.25	0.02	0.08
3	17 VII	0.2	200	380	60	0.002	0.10	0.01	0.06
		14.0	200	–	–	–	–	–	0.02
5	28 VII	0.2	120	95	95	0.004	0.15	0.02	0.17
		10.0	12	500	1600	0.06	2.50	0.21	0.13

Численность бактерий в иловой толще на всех исследованных станциях, за исключением ст. 5, колебалась в узких пределах – от 120 до 230 млн кл. в 1 г сырого ила. С глубиной (до 15 см от поверхности ила) общее количество бактерий изменялось слабо (табл. 11). Для илов ст. 5 характерны более низкие величины численности бактерий – 70–130 млн кл. в 1 г сырого ила, что хорошо согласуется с самым низким содержанием здесь органического вещества, определяемого потерей при прокаливании (табл. 11).

Количество бактерий, учитываемых на МПА, по станциям также изменялось незначительно. Максимальным оно было в илах южной части озера (ст. 5) – до 77 тыс. кл. в 1 г сырого ила, а также на отдельных горизонтах ила ст. 3 – до 70 тыс. кл. На остальных станциях численность этих бактерий не превышала 22 тыс.

В воде южной части озера величины деструкции органического вещества и продукции бактериальной биомассы были наибольшими по сравнению с другими районами озера. Эти данные говорят о скоплении здесь некоторого количества биохимически нестойкого органического вещества. Часть этого вещества поступает в донные отложения и вызывает развитие сапрофитной микрофлоры. Однако по численности бактерий нельзя еще судить об интенсивности бактериальных процессов, поэтому исследовалось также потребление кислорода донными отложениями (табл. 12). Эти данные свидетельствуют о наличии легкоокисляемого органического вещества в донных отложениях. Величины потребления кислорода илом были высоки и колебались в пределах от 0.5 до 1.5 г$O/м^2$ в сутки. Наиболее высокие величины потребления кислорода характерны для илов ст. 2, расположенной против загрязненной Удогубы и являющейся самой глубоководной из всех исследованных нами станций (глубина 18 м). Здесь же в илах отмечалось и более высокое общее количество бактерий. Другим районом, где происходит энергичное поглощение кислорода илами, является южный район (ст. 5). В илах этого района обнаружено наибольшее количество сульфатредуцирующих бактерий – до 0.6 тыс. кл. в 1 г сырого ила. По-видимому, часть кислорода идет на окисление образующегося в результате сульфатредукции сероводорода. Однако, судя по численности бактерий, этот процесс идет слабо, и количество образованного сероводорода невелико. Поэтому можно считать, что в основном кислород на ст. 5 потребляется на окисление биохимически нестойкого органического вещества ила бактериями. На других станциях численность Devibrio desulfuricans была еще меньше и не превышала 0.12 тыс. кл. в 1 г ила.

Денитрифицирующие бактерии в заметном количестве были обнаружены только в илах ст. 3, где их число достигало 0.65 тыс. кл. в 1 г сырого ила, в остальных районах озера – не превышало 0.07 тыс. кл.

Приняв, что расход кислорода в илах связан главным образом с окислением органического вещества бактериями, можно рассчитать, что в сутки в илах разлагается в среднем около 0.35 г$C/м^2$. При разложении такого количества органического вещества должно образоваться около 0.07 г$C/м^2$ в сутки бактериальной биомассы (в илах K_2 принимали равным 0.2). Общее количество бактерий в слое 0–5 см в среднем равно 170 млн кл. в 1 г сырого ила, что составляет 0.065 г$C/м^2$. Если принять для бактерий ила тот же коэффициент П/Б, что и для бактериопланктона, то можно рассчитать исходя из биомассы продукцию бактерий в илах. Суточный коэффициент П/Б для бактериопланктона в придонных слоях равен приблизительно 1. Следовательно, продукция бактерий составит приблизительно 0.065 г$C/м^2$. Таким образом, величины продукции бактерий в илах, рассчитанные двумя способами, оказались близкими. Это подтверждает, что в основном поглощение кислорода илами связано с бактериальным окислением органического вещества. Полученные данные можно использовать для

Таблица 11

Численность бактерий и содержание органического вещества в илах Вялозера (1968 г.)

Станция	Дата	Потеря при прокаливании, в % от абсолютно сухого веса	№ колонки	Горизонт, см от поверхности	Общее количество бактерий, млн/г ила	Количество бактерий, растущих на МПА, тыс./г ила	Количество анаэробных бактерий, растущих на МПА, тыс./г ила	Сульфатредуцирующие бактерии, тыс./г ила	Денитрифицирующие бактерии, тыс./г ила
				0	210	22	9.5	0.05	0.02
				2	180	15	–	0.01	0.07
1	22 VII	35–37	1	5	230	5.5	12	0.07	0.07
				11	150	3.5	5	0.08	0.01
			11	0	120	21	–	–	–
				0	180	21	4.5	0.05	0.02
				2	250	9	4.0	0.09	0.01
2	23 VII	33–34	1	5	200	7	–	0.04	0.01
				10	220	5	1.3	0.13	0.01
			11	0	190	12	–	–	–
				0	210	31	9.8	0.04	0.65
				2	150	70	7.3	0.04	0.60
3	18 VII	30–32	1	5	120	12	3.5	0.12	0.01
				10	175	4.5	6.1	0.12	0.01
				15	230	3.5	0.5	–	0
			11	0	190	21	–	–	–
				0	70	19	–	0.43	0.05
5	28 VII	19–20	1	5	85	77	–	0.60	0.07
				9	100	10	–	–	0.07
			11	0	130	26	–	–	–

Таблица 12

Потребление кислорода донными отложениями Вялозера (1968 г.)

Станция	Дата	Потребление кислорода илом	
		г0/м^2	гС/м^2
1	22 VII	0.5	0.18
2	23 VII	1.5	0.55
3	18 VII	0.7	0.26
5	28 VII	1.1	0.40

пересчета поглощения кислорода донными отложениями всего озера. Ориентировочно эта величина составила 35 т С в сутки. Таким образом, в илах озера окисляется около 35% общего количества окисленного в воде и илах органического вещества. Температура воды в период наших исследований не поднималась выше 12,8°С, поэтому, возможно, в воде успевала разложиться лишь часть легкоокисляемых органических соединений, значительное количество этих соединений поступало в донные отложения и подвергалось здесь дальнейшему окислению.

2. Микрофлора озер Ловозерского горного ландшафта

В этой зоне исследовались Сейдозеро и два небольших озера – Щучье и Терекъявр, а также южная часть Ловозера.

Сейдозеро (площадь зеркала – 12,5 км^2, максимальная глубина – 12 м, средняя – 5,4 м). Исследования проводились в июле–августе 1969 г. на пяти станциях озера и пяти притоках. Общее количество бактерий в воде озера колебалось в пределах от 230 до 1100 тыс. кл. в 1 мл (табл. 13). Трудно было выявить закономерности распределения бактерий по акватории озера, что, видимо, связано с обилием притоков, которые впадают в озеро равномерно по всей береговой линии, создавая очень динамические условия в самом озере. Почти для всех станций, на которых проводились исследования, характерно следующее вертикальное распределение бактерий: максимальное количество бактерий – на глубине 0–2 м, затем резкое уменьшение его и, наконец, некоторое увеличение численности бактерий в придонных слоях. Особенно четко это наблюдалось на глубоководной ст. 2 и ст. 1 (Дегопик, наст. сб., рис. 4). Температура воды притоков озера, питающихся за счет таяния снегов, не превышала +4°С. Общее количество бактерий этих притоков было ниже, чем в самом озере, и колебалось в пределах от 55 до 350 тыс. кл. в 1 мм (табл. 13). Воды притоков благодаря низкой температуре, поступая в озеро, опускались ко дну, захватывая, как правило, глубину 4–6 м. На ст. 3а, расположенной вблизи р. Чивруай, эти воды обнаружены несколько выше – начиная с глубины 2 м. Поступлением этих вод в озеро можно объяснить пониженное содержание бактерий на этих глубинах. Кроме того, они вызывают, очевидно, некоторое взмучивание донных отложений, что влечет за собой увеличение численности бактерий в придонных слоях воды. В связи со сказанным интересно отметить, что на ряде станций обнаружено некоторое увеличение концентрации кислорода ко дну (Дегопик, наст. сб.). Общее количество бактерий по срокам исследований изменялось незначительно, наблюдалась лишь слабая тенденция к уменьшению численности бактериопланктона от июля к августу. Величины полного БПК колебались в воде озера в узких пределах и по станциям были следующими:

Ст. 1 – 1,4 мгО/л
Ст. 2 – 1,5 мгО/л
Ст. 3 – 2,0 мгО/л
Ст. 4 – 1,2 мгО/л

БПК в воде основного притока озера – р. Эльморайок – было невысоким и составляло 1,2 мгО/л, что подтверждается и гидрохимическими данными – незначительным поступлением в озеро органического вещества. Минимальное значение БПК было отмечено на ст. 4, т. е. у стока из озера.

Скорость размножения бактериопланктона была сравнительно высокой. Время генерации колебалось от 30 до 240 час. В начале наших исследований скорость размножения бактерий была либо одинаковой по горизонтам, либо

Таблица 13

Общее количество бактериопланктона Сейдозера (в тыс. кл./мл) и его притоков (1970 г.)

Станция	Горизонт, м	18–24 VII	3 VIII	18–20 VIII
1	0,2	485	–	500
	2	720	–	530
	4	500	–	400
	5.2	430	–	580
2	0.2	590	290	570
	2	850	430	650
	4	670	280	300
	6	650	360	300
	8	1000	550	490
3	0.2	340	300	230
	2	350	240	30
	4	340	–	–
	6.2	620	390	420
3а	0.2	1100	–	230
	2	400	–	230
	5.5	785	–	420
4	0.2	510	–	760
	2	630	–	620
	4	300	–	400
	5.5	280	–	600
Эльморайок	0,2	290	–	200
Р. Чивруай	0,2	330	–	–
Р. Мочесуай	0,2	190	–	–
Р. Сейдуай	0,2	–	105	–
Р. Куклухт	0,2	–	60	–

выше в поверхностных слоях. В конце августа скорость размножения бактерий в придонных слоях была намного выше, чем в поверхностных (табл.14).

Элиминация бактерий составляла 40–370 тыс. кл. в 1 мл в сутки. Как правило, в придонных слоях выедание бактерий было выше, чем в поверхностных. Наиболее высокая элиминация бактерий была отмечена во всем столбе воды на ст. 4. Продукция бактерий колебалась от 45 до 405 тыс. кл. в 1 мл (продукция бактериальной биомассы – соответственно от 1.7 до 15.0 мгС/м^3) и, за исключением ст. 4, была выше в придонных слоях. Принимая коэффициент энергетического обмена равным 0.25, рассчитали, что количество минерализованного органического вещества во всей водной массе составляло 1.5 тС в сутки или, в среднем для озера, под 1 м^2 – 0.12 гС в сутки. Суточная деструкция органического вещества, определяемая в темных склянках, была несколько выше, чем рассчитанная нами, и для всего озера составляла 2.3 тС (0.19 гС/м^2). Деструкция, определяемая в темных склянках, учитывает потребление кислорода не только на бактериальное окисление, но и на дыхание фито- и зоопланктона. Таким образом, по нашим данным, на дыхание фито- и зоопланктона тратится около 37% потребляемого в воде кислорода.

Таблица 14

Продукция бактерий и деструкция органического вещества в воде Сейдозера (1969 г.)

Станция	Дата	Горизонт, м	Время генерации, часы	Суточное выедание бактерий, тыс.кл./мл	Суточная продукция бактерий		П/Б суточный	Деструкция, рассчитанная по продукции бактерий, $гС/м^3$·сутки	Деструкция, определенная в темных склянках, $гС/м^3$·сутки
					тыс.кл./мл	$гС/м^3$			
1	19 VII	0.2	70	300	170	0.0060	0.35	0.024	0.026
		5.2	80	–	–	–	–	–	0.037
2	23 VII	0.2	100	50	125	0.0045	0.20	0.020	0.045
		8.0	115	155	120	0.0045	0.10	0.020	0.030
	3 VIII	0.2	80	40	65	0.0025	0.20	0.010	0.074
		8.0	200	100	45	0.0017	0.10	0.006	0.041
	18 VIII	0.2	240	90	40	0.0015	0.05	0.006	0.041
		8.0	35	190	300	0.0110	0.60	0.045	0.095
3	20 VII	0.2	50	45	140	0.0050	0.40	0.020	0.041
		6.2	40	100	240	0.0090	0.40	0.035	0.033
	18 VIII	0.2	140	10	130	0.0050	0.60	0.020	0.041
		6.2	45	370	230	0.0090	0.60	0.035	0.022
4	24 VII	0.2	30	270	405	0.0150	0.80	0.060	0.041
		5.5	170	135	60	0.0025	0.20	0.010	0.033

Таблица 15

Микробиологическая характеристика илов Сейдозера (1969 г.)

Станция	Дата	№ колонки	Горизонт, см (от поверхности ила)	Общее количество бактерий, млн кл./г ила	Количество бактерий, учитываемых на МПА, тыс. кл./г ила	Количество анаэробных и факультативноаэробных бактерий, учитываемых на МПА, тыс.кл./г ила	Сульфатредуцирующие бактерии, тыс.кл./г	Денитрифицирующие бактерии, тыс.кл./г	Тионовые бактерии, тыс. кл./г
1	21 VII	I	0	95	5.0	–	0	0.05	19.0
			2	122	3.0	0.8	0	0	–
			5	65	0.8	0.4	0	0	–
2	21 VII	I	0	165	9.0	5.5	0	0	19.0
			2	130	1.3	0.4	0.04	0.01	1.9
			5	180	0.9	1.9	0	0	0
			10	60	0.8	0.1	0	0	0
			15	90	0.7	0.2	0	–	–
		II	0	100	8.0	–	–	–	–
	5 VIII	I	0	105	4.0	–	–	–	–
			2	135	0.7	–	–	–	–
		II	0	85	–	–	–	–	–
			0	65	20.0	–	0	0	10.0
	19 VIII	1	2	75	4.5	–	0.01	0	1.6
			5	55	3.1	–	–	–	–
			10	35	1.6	–	0.01	0	–
3	18 VII	I	0	310	13.0	19.0	0.30	0	35.0
			2	290	3.5	–	0.07	0	–
			5	150	40.0	110.0	0.07	0	30.0
			10	175	0.5	–	0.08	0	4.0
			12	230	1.3	2.5	0.08	0	–
	19 VIII	I	0	65	19.5	–	0	–	–
			2	45	23.0	–	0	–	–
			5	130	21.0	–	–	–	–
3а	18 VII	I	0	280	21.0	–	–	–	–
4	26 VII	I	0	136	30.0	1.5	0	0.50	120.0
			2	190	3.5	–	0	0.05	–
			5	110	0.4	1.6	0	0.04	1.6
			10	30	0.9	0.3	0	0.01	0
		II	0	75	4.5	–	–	–	–
	20 VIII	I	0	145	6.0	–	0	0.03	–
			2	250	2.6	–	–	0	–
			5	70	0.7	–	0	–	–

Общее количество бактерий в илах Сейдозера колебалось в сравнительно узких пределах – от 45 до 310 млн клеток в 1 г сырого ила. С глубиной (до 15 см от поверхности ила) количество бактерий изменялось слабо (табл. 15). Отмечалось уменьшение численности бактерий к концу срока исследований. На ст. 4, расположенной в заливе, отделенном от основного плёса озера, содержание бактерий по времени изменялось незначительно. В распределении бактерий по площади иловых отложений наблюдалась тенденция к увеличению численности бактерий с запада на восток (от ст. 1 к ст. 3).

Количество бактерий, учитываемых на МПА, было значительным только в верхнем слое ила – 0–5 см. Начиная с 5 см численность этих бактерий резко падала и на глубине 10–15 см от поверхности ила не превышала 1,6 тыс. кл. в 1 г сырого ила (табл. 15). Эти данные говорят о наличии легкоокисляемых органических соединений только в самом верхнем слое ила.

Величины потребления кислорода донными отложениями озера колебались в пределах от 0,12 до 0,56 г$O/м^2$ (табл. 16). Наиболее высокие из них были отмечены в начальные сроки наших исследований – 19–25 июля. В среднем для озера за период исследований поглощение кислорода илами площадью в 1 $м^2$ составляло 0,31 г (0,12 гС). При минерализации такого количества органического вещества в илах суточная продукция бактериальной биомассы должна составить 0,022 г$С/м^2$. По нашим данным, численность бактерий в слое ила 0–2 см была равна 115 млн кл. в 1 г сырого ила, что составляет биомассу 0,043 г$С/м^2$. Коэффициент П/Б для бактериопланктона в придонных слоях в среднем был равен 0,3. Приняв этот коэффициент для бактерий ила, получили продукцию бактерий в илах около 0,013 г$С/м^2$, что близко к приведенной выше величине продукции. Если предположить, что кислород почти полностью расходуется на бактериальное окисление органического вещества илов, можно рассчитать количество органического вещества, минерализуемого во всех донных отложениях озера за сутки. Эта величина оказалась равной 1,4 тС. Таким образом, в воде и донных отложениях озера ежесуточно в среднем за период исследований минерализуется бактериями около 3,7 т$С/м^2$, причем только в донных отложениях окисляется около 38% общего количества окисленного органического вещества. Аналогичные результаты были получены для Вялозера, несмотря на то, что Вялозеро более продуктивное, чем Сейдозеро. В Вялозере, как было указано выше, 35% общего количества окисленного органического вещества минерализуется в донных отложениях. Очевидно, низкая температура воды в озерах тормозит активную минерализацию органического вещества в воде. В результате этого значительное количество органического вещества поступает в донные отложения.

В Сейдозере за счет деятельности фитопланктона в среднем за период исследований образуется около 2,4 т$С/м^2$ в сутки (Летанская, наст. сб.). Для развития бактерий, как указано выше, необходимо 2,9 т$С/м^2$. Таким образом, основным источником органического вещества в озере является деятельность фитопланктона, и только около 17% органического вещества имеет другое происхождение: аллохтонное органическое вещество, продукция макрофитов и перифитона.

Количество сульфатредуцирующих бактерий в илах озера было ничтожным (табл. 15). Во многих случаях эти бактерии вообще не удавалось выделить. То же можно сказать и о денитрифицирующих бактериях. Очевидно, эти анаэробные процессы в илах Сейдозера идут чрезвычайно слабо. Тионовые бактерии практически развивались только в самом верхнем слое ила, где их количество достигало 35–120 тыс. кл. в 1 г сырого ила.

Терекъявр (площадь зеркала – 0,1 $км^2$, максимальная глубина – 6 м, средняя – 2,2 м). Исследования проводились в августе 1969 г. на одной станции. Общее количество бактерий в воде озера составляло

Таблица 16

Поглощение кислорода донными отложениями Сейдозера (1969 г.)

Станция	Дата	Поглощение кислорода илами	
		г0/м^2	гС/м^2
1	19 VII	0.39	0.14
2	25 VII	0.48	0.18
	6 VIII	0.15	0.06
	19 VIII	0.27	0.10
3	20 VII	0.31	0.11
4	24 VII	0.25	0.09

490–600 тыс. кл. на 1 мл, количество бактерий, учитываемых на МПА, – 100–145 кл. в 1 мл. Наблюдалось незначительное увеличение численности бактерий ко дну (табл. 17). Полное БПК не превышало 0.9 мг0/л. Скорость размножения бактерий в придонном слое была почти вдвое выше, чем в поверхностном. Продукция бактерий составляла 85–185 тыс. кл. в 1 мл (3–7 мгС/м^3) в сутки. При такой продукции бактерий должно быть окислено в среднем 20 мгС/м^3 органического вещества в сутки, или 0.10 гС в столбе воды под 1 м^2. Общее количество бактерий в донных отложениях было невелико – 90–100 млн кл. в 1 г сырого ила. Количество бактерий, учитываемых на МПА, было максимальным в самом верхнем слое ила и уже на глубине 2 см от поверхности ила оно уменьшалось почти вдвое. В донных отложениях чрезвычайно слабо идут процессы сульфатредукции и денитрификации (табл. 18).

Поглощение кислорода илами составляло 0.40 г0/м^2 (0.15 гС/м^2), в то же время, как было указано выше, на исследованной станции в столбе воды под 1 м^2 окисляется около 0.10 гС, т. е. в момент исследований значительное количество органического вещества окислялось в донных отложениях (до 60%). При разложении 0.15 гС/м^2 органического вещества в сутки суточная продукция бактериальной биомассы в илах должна составить 0.030 гС/м^2. Продукцию бактерий можно также рассчитать другим путем. При прямом микроскопировании установлено, что биомасса бактерий в поверхностных илах была равна 0.040 гС/м^2. Принимая суточный коэффициент П/Б для бактерий ила равным П/Б=коэффициенту бактериопланктона в придонных слоях, т.е. 0.30, получили продукцию бактерий 0.015 гС/м^2. Эта величина довольно близка к величине продукции, рассчитанной первым путем.

Оз. Щучье (площадь зеркала – 0.1 км^2, максимальная глубина – 1.5 м, средняя – 1.0 м). Исследования проводились в июле 1969 г. на одной станции. Общая численность бактериопланктона составляла около 400 тыс. кл. в 1 мл. Благодаря мелководности озера количество бактерий было одинаковым по вертикали. Притоки не могли оказывать существенное влияние на бактериопланктон озера, так как в них численность бактерий была ниже, чем в самом озере, и не превышала 250 тыс. кл. в 1 мл (табл. 17).

В период исследований в озере наблюдалось массовое развитие крупной формы Daphnia longispina v. hyalina (Макарцева, наст. сб.). В опытах по определению времени генерации бактерий в склянках с фильтрованной водой (т. е. без зоопланктона) время генерации бактерий оказалось равным

Таблица 17

Бактериопланктон озер Терекъявр, Щучьего и Ловозера (1969 г.)

Озеро	Дата	Станция	Горизонт, м	Общее количество бактерий, тыс.кл./мл	Количество бактерий, учитываемых на МПА, в 1 мл	Время генерации, часы	Суточное выедание бактерий, тыс.кл./мл	Суточная продукция бактерий		Деструкция, рассчитанная по продукции бактерий, гС/м^3·сутки	П/Б суточный
								тыс.кл./мл	гС/м^3		
Терекъявр	12 VIII	1	0.2	490	100	90	125	85	0.003	0.014	0.20
			2	580	–	–	–	–	–	–	–
			4.5	600	145	50	275	185	0.007	0.028	0.30
		2	0.2	490	–	–	–	–	–	–	–
Щучье	28 VII	1	0.2	380	120	105	–	–	–	–	–
			1.5	400	220	360	–	–	–	–	–
		Приток	0.2	250	100	–	–	–	–	–	–
		Сток	0.2	260	–	–	–	–	–	–	–
Ловозеро (южная часть)	7 VIII	1	0.2	640	25	95	20	125	0.005	0.020	0.20
			2	510	–	–	–	–	–	–	–
			4	560	–	–	–	–	–	–	–
			10	400	–	–	–	–	–	–	–
			15	560	45	35	250	250	0.009	0.036	0.45
		2	0.2	900	55	300	205	30	0.001	0.004	0.05
			4	900	–	–	–	–	–	–	–
			10.2	500	45	85	60	110	0.004	0.016	0.20
	11 VIII	3	0.2	590	180	–	–	–	–	–	–
			2	950	–	–	–	–	–	–	–
			4.5	530	60	–	–	–	–	–	–
		3а	0.2	350	120	–	–	–	–	–	–

Таблица 18

Микрофлора илов озер Терекъявр, Щучьего, Ловозера (1969 г.).

Озеро	Дата	Станция	Горизонт, см (от поверхности ила)	Общее количество бактерий, млн кл./г сырого ила	Количество бактерий, учитываемых на МПА, тыс.кл/г сырого ила	Количество анаэробных бактерий, учитываемых на МПА, тыс.кл./г сырого ила	Сульфатредуцирующие бактерии, тыс.кл./г сырого ила	Денитрифицирующие бактерии, тыс.кл./г сырого ила	Тионовые бактерии, тыс.кл. г сырого ила	Поглощение кислорода илами	
										г0/м^2	гС/м^2
Терекъявр	12 VIII	1	0	100	17.0	–	0.02	0	14.0	0.40	0.150
			2	90	9.5	–	0.02	0	–	–	–
			5	95	1.3	–	0	0	–	–	–
Щучье	30 VII	1	0	80	8.0	2.6	0.03	0.01	4.0	0.25	0.095
			2	140	4.5	–	0.08	0.01	3.6	–	–
			5	130	2.4	9.7	0.02	0	–	–	–
			10	80	4.0	–	0.07	0	–	–	–
		2	0	110	4.0	–	–	–	–	–	–
Ловозеро	7 VIII	1	0	90	14.5	–	0	–	45.0	0.20	0.075
			2	145	12.5	–	0.02	–	8.0	–	–
			5	85	2.9	–	0	–	–	–	–
	11 VIII	3	0	60	13.0	–	–	0.04	–	–	–
			2	60	6.5	–	–	0.01	–	–	–
			5	65	11.0	–	–	0	–	–	–

100–360 час., в склянках с естественной водой (т. е. с зоопланктоном и в первую очередь с Daphnia longispina v. hyalina) наблюдалось не сокращение, как обычно, численности бактерий за счет выедания, а наоборот, ее резкое увеличение, при этом время генерации бактерий в этих склянках составило 15–25 час. Возможно, это связано с выделениями D. longispina.

Полное БПК в воде озера составляло 1.75 мгО/л, т. е. было сходным с БПК Сейдозера, с которым оз. Щучье соединено короткой протокой. Общее количество бактерий в донных отложениях колебалось от 80 до 140 млн кл. в 1 г сырого ила, слабо изменяясь до глубины 10 см от поверхности ила. Количество бактерий, учитываемых на МПА, также слабо изменялось по вертикали и составляло 2.5–8.0 тыс. кл. в 1 г ила. Процессы сульфетредукции и денитрификации в илах озера шли чрезвычайно слабо. Количество тионовых бактерий не превышало 4.0 тыс. кл. в 1 г сырого ила (табл. 18).

Илы площадью в 1 $м^2$ поглощали около 0.25 г кислорода в сутки. Таким образом, ежесуточно около 0.095 $гС/м^2$ органического вещества окисляется в илах. Продукция бактерий при окислении такого количества органического вещества должна быть равной 0.019 $гС/м^2$ в сутки. По данным прямого микроскопирования, биомасса бактерий в илах составляла 0.035 $гС/м^2$. Приняв суточный коэффициент П/Б равным 0.4 (т. е. среднему П/Б-коэффициенту бактериопланктона в придонных слоях Сейдозера и Терекъявра), рассчитали продукцию бактерий, которая оказалась равной 0.014 $гС/м^2$, т. е. близкой к величине продукции бактерий, рассчитанной через деструкцию органического вещества илов.

У Ловозера исследовалась только южная часть. Работы проводились в августе 1969 г. на трех станциях. Общее количество бактерий в воде озера колебалось от 400 до 900 тыс. кл. в 1 мл, слабо изменяясь как по акватории озера, так и по вертикали (табл. 17). Количество бактерий, учитываемых на МПА, было незначительным – всего 25–45 кл. в 1 мл. Время генерации бактерий и продукции было выше в придонном слое воды. В среднем для озера продукция бактериальной биомассы в период исследования составляла 0.005 $гС/м^3$.

Общее количество бактерий в донных отложениях южной части озера колебалось от 60 до 146 млн кл. в 1 г сырого ила, сравнительно равномерно распределяясь в слое ила 0–5 см. Количество бактерий, учитываемых на МПА, по станциям изменялось слабо и составляло 2.9–14.5 тыс. кл. в 1 г сырого ила. Процессы денитрификации и сульфатредукции в илах шли чрезвычайно слабо. Количество тионовых бактерий в поверхностном слое было равно 45 тыс. кл. в 1 г ила, уже на глубине 2 см уменьшаясь более чем в 7 раз.

Илы озера слабо поглощали кислород – всего 0.20 $гО/м^2$ в сутки, т. е. можно предположить, что в илах окисляется ежесуточно около 0.075 $гС/м^2$ органического вещества. При окислении такого количества органического вещества суточная продукция бактериальной биомассы должна составить 0.015 $гС/м^2$. По данным прямого микроскопирования, в поверхностном слое ила биомасса бактерий была равна 0.030 $гС/м^2$. При П/Б-коэффициенте, равном 0.3 (средний П/Б-коэффициент бактериопланктона придонных слоев), продукция бактерий в илах составит 0.010 $гС/м^2$ в сутки. Это величина, как и в других озерах, близка к величине продукции, рассчитанной через деструкцию органического вещества ила.

В среднем деструкция органического вещества в столбе воды озера под 1 $м^2$ была равна 0.170 $гС/м^2$, в донных отложениях – 0.075 $гС/м^2$ в сутки. Таким образом, можно говорить, что около 0.245 гС окисляется в воде и илах под 1 $м^2$, и что в донных отложениях минерализуется приблизительно 30% всего окисленного в воде и илах органического вещества.

Заключение

Все исследованные озера обоих ландшафтов сравнительно мало различаются по численности бактериопланктона и численности бактерий в илах. Общее количество бактерий в воде всех озер колебалось от 160 до 1100 тыс. кл. в 1 мл (максимальные значения отмечались редко), количество бактерий в илах составляло 70–220 млн. кл. в 1 г сырого ила. Для илов озер характерно незначительное содержание сульфатредуцирующих и денитрифицирующих бактерий. Скорость размножения бактериопланктона во всех исследованных озерах была сравнительно одинаковой. Выделялось лишь Сеньозеро, где, по данным 1968 г., время генерации в среднем было равно 40 час. В остальных озерах время генерации в среднем составляло около 100 час.

Несмотря на указанное сходство озер, по многим признакам они различаются, даже находясь в пределах одного и того же ландшафта. Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро, расположенные в одном ландшафте, значительно различаются не только по скорости размножения бактерий, но и по бактериальной продукции. Продукция бактериопланктона Сеньозера была почти в два раза выше, чем в Верхн. Сеньозере (соответственно 50 и 20 мгС/м^2 в сутки в среднем по озеру). Как установлено для периода наших исследований, в Сеньозере значительную роль в продуктивности водоема играет аллохтонное органическое вещество; в Верхн. Сеньозере роль аллохтонного органического вещества в продуктивности озера несколько снижается и возрастает значение органического вещества, образованного за счет деятельности фитопланктона. Активность процессов окисления органического вещества в донных отложениях Верхн. Сеньозера была очень слабой по сравнению с Сеньозером (поглощение кислорода илами соответственно составляло 0.15 и 0.50 г0/м^2 в сутки). Для Вялозера, также расположенного в северотаежном ландшафте, продукция бактериальной биомассы была равна 48 мгС/м^2. Здесь отмечалось высокое поглощение кислорода донными отложениями – в среднем 0.95 г0/м^2. Значительную роль в продуктивности озера играет аллохтонное органическое вещество, которое составляет около 60% общего количества биохимически активного органического вещества (Драбкова, Летанская, 1970). Таким образом, Вялозеро по многим признакам близко к Сеньозеру.

Для Сейдозера, расположенного в Ловозерском горном ландшафте, характерны низкие значения бактериальной продукции – всего 30 мгС/м^2 в сутки, причем вся эта биомасса почти полностью выедается (25 мгС/м^2 в сутки), что говорит о значительной роли бактерий Сейдозера как источника питания зоопланктона. В Сеньозерах выедание составляло всего 25–50% продукции бактерий. Несмотря на высокий водообмен Сейдозера, роль аллохтонного органического вещества в его продуктивности невелика. Оно составляет менее 20% общего количества органического вещества в озере. Поглощение кислорода илами было равно в среднем 0.31 г0/м^2 в сутки. Небольшой водоем Терекъявр по своим микробиологическим показателям близок к Сейдозеру: бактериальная продукция на исследованной станции (глубина 4.5 м) составляла около 25 мгС/м^2, суточное выедание даже превышало суточную продукцию бактериальной биомассы. Поглощение кислорода донными отложениями небольших водоемов Терекъявра и Щучьего составляло 0.25–0.40 г0/м^2 в сутки.

Таким образом, несмотря на то что озера двух исследованных ландшафтов не различаются существенно по численности бактерий в воде и донных отложениях, они различаются по другим признакам. Так, для исследованных озер Ловозерского горного ландшафта, как правило, характерно следующее: более низкие величины продукции бактерий; выедание бактерий равно или даже превышает продукцию бактерий, что говорит о значительной

роли бактерий как источника питания; аллохтонное органическое вещество играет незначительную роль в продуктивности водоема; процессы окисления органического вещества в илах идут слабо.

Для исследованных озер установлено, что в донных отложениях окисляется значительное количество биохимически активного органического вещества – до 40% общего количества окисленного в воде и донных отложениях органического вещества. По расчетам С. И. Кузнецова (1952) и В. И. Романенко и В. А. Романенко (1969), в донных отложениях исследованных ими водоемов в средней полосе европейской части СССР разлагалось не более 10% всего легкоокисляемого органического вещества. Наши более высокие цифры, по-видимому, можно объяснить тем, что в северных озерах температурные условия не способствуют энергичной минерализации органического вещества в водной массе, и значительное количество его поступает в донные отложения.

Литература

Гамбарян М. Е. Микробиологические исследования озера Севан. Ереван, 1968.

Дегопик И. Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер различных ландшафтов Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Драбкова В. Г., Летанская Г. И. Первичная продукция фитопланктона и роль бактерий в деструкции органического вещества в оз. Вялозеро (Кольский полуостров). Гидробиол. журн., т. У1, № 3, 1970.

Иванов М. В. Метод определения продукции бактериальной биомассы в водоеме. – Микробиология, т. 24, № 1, 1955.

Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М., Изд. АН СССР, 1952.

Кузнецов С. И. и Романенко В. И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. М.-Л., Изд. АН СССР, 1963.

Кузнецов С. И., Романенко В. И., Карпова Н. С. Численность бактерий и продукция органического вещества в водной массе Рыбинского водохранилища в 1963 и 1964 гг. – В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М., „Наука", 1966.

Летанская Г. И. Фитопланктон и первичная продукция некоторых озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Макарцева Е. С. Зоопланктон озер различных ландшафтов Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Мосевич М. В., Логинова В. А. Бактериальный планктон оз. Имандра и его изменения под влиянием загрязнений. – В кн.: Вопросы гидробиологии. Тезисы докладов на 1 съезде ВГО. М., 1965.

Романова А. П., Зонов А. И. К определению продукции бактериальной биомассы в водоемах. – ДАН СССР, т. 155, № 1, 1964.

Е. С. Макарцева

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕР РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

1. История изучения зоопланктона озер Кольского полуострова

Начало первых исследований озер Кольского полуострова, как и других озер Крайнего Севера территории Советского Союза, восходит к прошлому столетию (1883 г.) – периоду регистрации и инвентаризации растительности и животного мира, проводившихся по материалам отечественных и зарубежных экспедиций. В 1847 г., во время Шведской научно-исследовательской экспедиции, Трибом (Tryb) был собран гидрофаунистический материал в окрестностях г. Колы (цит. по: Рылов, 1917), который вошел в сводку Лилиеборга (Lilljeborg, 1888, 1901), где впервые приводятся сведения о пресноводных Copepoda Севера России. В августе 1885 г. французский исследователь Рабо (Rabot) собрал планктонные пробы из двух крупных озер Кольского полуострова – Имандры и Колозера. Рихард, обработавший эти пробы, приводит список встреченных в них видов: 9 – Cladocera, 4 – Copepoda, 3 – Rotatoria (Richard, 1889). На основе материала, собранного в 1882 г. Кильманом (Kihlman), из Умбозера и ряда озер по течению р. Умбы (Kapustyaur, Aiyaur, Kanosero, Pontsozero, Nuotyaur), Левандер публикует в „Festschrift für Palmen" статью, посвященную планктону пресноводных водоемов Русской Лапландии, где дается подробное описание встреченных видов, их размерные, морфологические и экологические характеристики (Levander, 1905). Наиболее полные сведения о составе зоопланктона озер Кольского полуострова, в частности о фауне Cladocera и Copepoda, имеются в сводках В. М. Рылова (Рылов, 1916, 1917), которым было обследовано около 45 различных по химизму и глубине мелких водоемов в окрестностях Мурманской биологической станции. В сводках, кроме того, проведены систематические списки Entomostraca озер Мурманской области, подробные описания этих форм, а также сведения об их экологии и географическом распространении.

Первое комплексное исследование озер полуострова состоялось в 1924 г. и проводилось небольшим географическим отрядом Мурманской биологической станции на оз. Имандра. Результаты его изложены в отчете Имандровской экспедиции (Рихтер, 1927). К сожалению, сведения о зоопланктоне оз. Имандра не были опубликованы. Комплексное обследование десяти озер Мончи и Волчьей тундр, расположенных в речной системе оз. Имандра, провела

в 1933 г. лимнологическая экспедиция Ленинградского областного гидрометеорологического управления под руководством А. А. Нагель. Собранные материалы подробно освещены в сборнике работ этой экспедиции (Зинова, Нагель, 1938). В разделе „Гидробиология" наряду с систематическими списками видов зоопланктона впервые В. П. Цветковым приводятся сведения о его численности. В составе зоопланктона исследованных озер найдено 40 видов численностью не более 27 тыс./м^3. Автором отмечается бедность видового состава и слабое развитие зоопланктона в целом, преобладание коловраток, особенно Kellicottia longispina. Исследованию планктона небольших озер Мурманского побережья посвящены статьи Л. О. Ретовского (1933, 1935), в которых автор наряду с описанием видов приводит данные по их местонахождению в Арктике.

В 1959 г. в связи с работами по акклиматизации лососевых в водоемах Севера ВНИОРХом обследовались Мал. и Бол. Пулозера, близ Тайбольского рыбоводного завода (Ялынская, 1959). В них отмечены большое разнообразие зоопланктона (73 вида) и неожиданно высокая для этой широты его биомасса (5.6–5.8 г/м^3), что позволяет отнести эти озера к водоемам высокой кормности. В связи с усиливающимся интересом к озерам Кольского полуострова в целях их рыбохозяйственного и промышленного использования в 1960–1963 гг. ВНИОРХом было произведено обследование ряда озер и водохранилищ Мурманской области: Имандры, Пиренгских озер, Охтозера, Умбозера, Канозера и трех озер, входящих в систему Ковдозерского водохранилища (Волхонская, 1966; Петровская, 1966). Согласно данным этого обследования, зоопланктон озер Имандра, Пиренгских, Охтозеро и Умбозеро насчитывает 26 видов, отмечается видовым однообразием (преимущественно коловраточного типа) и слабым развитием, что позволило отнести исследованные озера по величине биомассы зоопланктона к водоемам малокормным. Несколько выше уровень развития зоопланктона оказался в озерах системы Ковдозерского водохранилища. Два из них – Ковдозеро и Нотозеро – с биомассой рачков 0.28–0.50 г/м^3 отнесены к водоемам средней кормности. На этом опубликованные сведения о зоопланктоне озер Кольского полуострова исчерпываются. Из огромного количества озер полуострова исследованию подверглась лишь незначительная часть их, причем наибольший объем работ приходится на озера бассейна р. Имандры.

Большинством исследователей отмечается бедность видового состава озер Кольского полуострова, преобладание в нем коловраток, крайне низкие показатели его численности и биомассы.

2. Материал и методика исследований

Наши исследования, проводившиеся в общем комплексе работ экспедиции Института озероведения АН СССР, имели целью дать характеристику видового состава зоопланктона, его численности и биомассы в озерах трех ландшафтов Кольского полуострова (лесотундровом, северотаежном и горном). На большинстве водоемов работы проводились в летние месяцы (июль–август) с 1966 по 1970 г. и носили характер маршрутной съемки. Лишь на некоторых из них (Верхн. Сеньозеро, Сеньозеро, Сейдозеро) пробы отбирались несколько раз в период исследования. Наряду с обследованием малых водоемов в 1968–1970 гг. велись наблюдения за зоопланктоном на двух крупных озерах полуострова – Вялозере (северотаежный ландшафт) и Ловозере (Ловозерский горный ландшафт), – материалы которых в настоящий сборник не вошли и в дальнейшем будут темой самостоятельной работы. Отдельные же данные по зоопланктону этих озер используются в нашей статье лишь для сравнительной характеристики.

Планктон собирался на нескольких станциях озера, по возможности охватывающих всю его акваторию, тотально и с различных глубин. Орудия лова – качественная сеть Апштейна (сита № 71 и 55), количественная сеть Джеди (сито № 55, диаметр кольца 12 см). Всего собрано 800 проб зоопланктона из 16 озер и 5 ламбин. Материал обрабатывался в лаборатории счетным методом в камере Богорова. Для подсчета биомассы организмов использовались индивидуальные веса, рассчитанные по формулам связи линейного размера организмов и их веса (Щербаков, 1952; Киселев, 1956; Печень, 1965; Андроникова, 1971). Описание зоопланктона озер дается по отдельным ландшафтам полуострова.

3. Лесотундровый ландшафт

Исследованные в этом ландшафте озера Канентъявр, Глубокое, Полярное, Березовое, Китенъявр, Мал. и Бол. Колгиявр находятся в северо-западной части Кольского полуострова и представляют собой систему озер, расположенных в бассейне р. Кольйок – левого притока р. Териберки (рис. 1). Эта система олигогумозных озер отличается своеобразием ионного состава воды, формирующегося под влиянием осадков, приносимых морскими воздушными массами. Вода озер мало минерализована, процент насыщения воды кислородом достаточно высок (Дегопик, наст. сб.). Для большинства озер характерна гомотермия.

Верховым, наиболее глубоким и большим по площади является оз. Канентъявр. Из-за тяжелых погодных условий лета 1966 г. в период с 5 по 20 VIII было отобрано 50 проб лишь на 10 станциях этого сложного по своей морфологии озера. Найдено 22 вида организмов, среди которых 9 – Rotatoria, 10 – Cladocera, 3 – Copepoda (табл. 1). В силу сложности рельефа озера, разделенного на отдельные участки и плёсы с различными показателями глубинности и открытости, что обусловливает различный динамический и термический режим в них, не наблюдается полной однородности в распределении зоопланктона по озеру (табл. 1). Руководящие популяции организмов на отдельных его участках различны (табл. 2). Из 9 видов коловраток в озере господствуют лишь Kellicottia longispina и Conochilus unicornis, из ветвистоусых наиболее характерна Bosmina obtusirostris, особенно в его мелководных заливах (ст. 1, 8). Daphnia longispina v. hyalina, Bythotrephes cederströmii и Holopedium gibberum встречены в центральной части озера и его глубоководных плёсах. Из веслоногих рачков в озере преобладают Heterocope borealis и Cyclops scutifer. В отличие от Heterocope borealis, не встреченной в литорали, Cyclops acutifer развивается как в пелагиали, так и в мелководных заливах озера. Таким образом, основной пелагический комплекс зоопланктона оз. Канентъявр представляют Kellicottia longispina, Daphia longispina v. hyalina, Bythotrephes cederströmii, Heterocope borealis, Holopedium gibberum; комплекс мелководных участков озера и заливов – Kellicottia longispina, Bosmina obtusirostris, Cyclops acutifer. В сообщество немногочисленных зарослей высшей водной растительности (осока, уруть и др.), занимающих по площади зарастания только 0.1%, входят популяции Sida crystallina, Polyphemus pediculus, Peracantha truncata. Численность зоопланктона на отдельных участках озера колеблется от 12.3 до 63.0 тыс. м^3, биомасса – от 0.1 до 0.9 г/м^3. Сравнительно высокая биомасса зоопланктона при его небольшой численности объясняется наличием в планктоне крупных рачков (Holopedium gibberum,

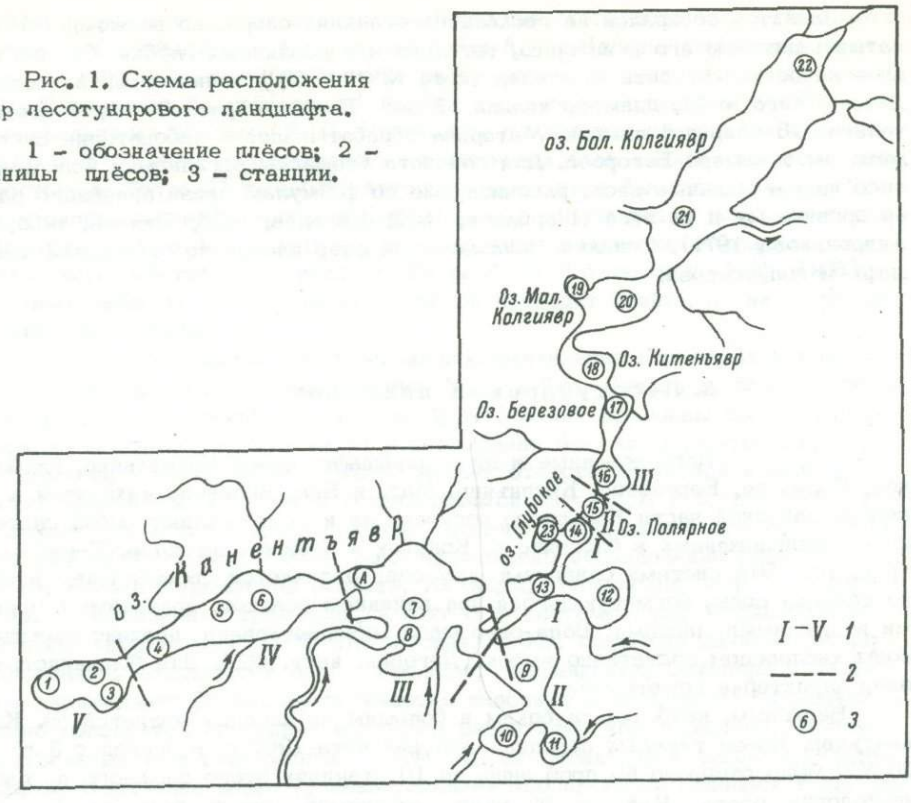


Рис. 1. Схема расположения озер лесотундрового ландшафта.

1 – обозначение плёсов; 2 – границы плёсов; 3 – станции.

Bosmina obtusirostris, Bythotrephes cederströmii и др.). В центральном (III), западном (IУ) и северо-восточном (I) плёсах озера биомасса зоопланктона распределена сравнительно равномерно. Юго-восточный же (II) отличается заметной обедненностью зоопланктона, что, вероятно, объясняется действием впадающего в районе ст. 9 сильно гумифицированного притока, влияние которого сказалось на увеличении здесь цветности (до 30° у дна) и окисляемости (перманганатная – 9, бихроматная – 20 мг О/л) (Дегопик, наст. сб.). Отрицательным действием повышенной гумификации в этом районе озера можно объяснить резкую обедненность видового состава зоопланктона, отсутствие Cladocera и, как следствие этого, низкую его биомассу (0.1 г/м^3). Средняя биомасса зоопланктона по озеру – 0.5 г/м^3, что позволяет отнести оз. Канентъявр к водоемам средней кормности, а наличие здесь крупных рачков свидетельствует о благоприятной для рыб-планктофагов (ряпушки и корюшки) кормовой базы.

Озера Полярное, Березовое, Китеньявр, Мал. и Бол. Колгиявр – проточные, представляют собой плёсовые участки р. Кольйок. Водосборная площадь их определяется в основном водосбором оз. Канентъявр. Вследствие мелководности объем их водных масс невелик, что в сочетании с большой площадью водосборов приводит к их высокой водообменности (показатель условного водообмена – от 84 до 979) (Сорокин, наст. сб., ч. 1). Эта система озер характеризуется однородностью экологических условий. Для их зоопланктона характерны однообразие и бедность видового состава (табл. 3). За период с 20 УII по 20 УIII 1966 было найдено 16 видов – в оз. Полярном, 12 – в Китеньявре, 11 – в Березовом, 13 – в Мал. Колгиявре, 19 – в Бол. Колгиявре. Преобладает ротаторно-копеподный комплекс

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона на отдельных станциях оз. Канентъявр

Вид	Станции									
	1	2	6	А (из III в 1У плёс)	7	8	9	10	12	13
Rotatoria										
Synchaeta stylata Wirzejski	+	+	–	–	–	+	+	–	–	+
Polyarthra vulgaris Carlin	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–
Asplanchna priodonta Gosse	–	+	–	–	–	+	–	–	+	+
Keratella cochlearis (Gosse)	+	–	–	–	+	–	–	+	–	–
K. cochlearis v. macracantha Lauterborn										
Kellicottia longispina Kellicott.	+	+	+	+	+	+	++	+	++	++
Conochilus hippocrepis (Schrank.)	–	–	+	–	+	–	–	–	–	+
C. unicornis Rousselt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pompholyx sulcata Hudson	–	+	–	+	–	–	–	++	–	–
Cladocera										
Sida crystallina (O. F. Müller)										
Holopedium gibberum Zaddach										
Daphnia longispina v. hyalina (Leydig.)	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–
Bosmina obtusirostris Sars.	–	+	+	+	–	–	–	–	–	+
B. obtusirostris v. arctica Lilljeborg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chydorus sphaericus (Müll.	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+
Eurycercus glacialis Lilljeborg	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–
Peracantha truncata (O. F. Müller)	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–
Polyphemus pediculus (Linne)	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
Bythotrephes cederströmii (Schoedler)	+	+	–	–	–	+	–	+	–	–
Copepoda	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+
Eudiaptomus gracilis Sars.	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++
Heterocope borealis (Fischer)	–	–	++	+	+	+	+	–	+	+
Cyclops scutifer (Sars.)	+	+	–	–	+	–	+	–	–	–

Примечание. Здесь и далее ++ – форма, господствующая на данной станции.

Таблица 2

Численность, биомасса и руководящие виды зоопланктона по станциям в оз. Канентъявр

Станция	Глубина, м	Численность		Биомасса		Руководящий комплекс видов
		тыс. $м^3$	тыс. $м^2$	мг $м^3$	мг $м^2$	
1	6.0	31.5	189.0	800.0	4800.0	Eudiáptomus gracilis-Kellicottia longispina
2	8.0	28.0	224.0	700.0	5600.0	Тот же
6	16.0	13.5	216.0	500.0	8000.0	Eudiaptomus gracilis-Daphnia longispina
7	13.5	63.0	850.5	900.0	12100.0	Eudiaptomus gracilis-Kellicottia longispina
A	11.0	30.0	330.0	420.0	4620.0	Eudiaptomus gracilis-Bosmina obtusirostris-Kellicottia longispina
8	3.5	16.3	57.0	500.0	1750.0	Bosmina obtusirostris-Eudiaptomus gracilis
9	7.4	12.3	91.0	100.0	740.0	Kellicottia longispina-Eudiaptomus gracilis
10	1.5	0.6	0.9	3.2	4.8	Тот же
12	3.8	23.1	87.8	300.0	1140.0	Eudiaptomus gracilis-Kellicottia longispina
13	14.7	55.0	808.5	600.0	862.0	Тот же

с руководящими видами – Eudiatomus gracilis, Conochilus unicornis и Kellicottia longispina (табл. 4).

По уровню развития зоопланктон системы крайне беден (табл. 4). По-видимому, высокая водообменность этих озер в сочетании с небольшими глубинами и значительная порожистость на отдельных участках системы отрицательно сказываются на развитии зоопланктона. Биомасса его исключительно низка (от 0.005 до 0.2 г/$м^3$). Это позволяет характеризовать эти озера как малокормные. Отшнуровавшееся от системы оз. Глубокое представляет собой самостоятельный, небольшой по площади, но довольно глубокий (до 8 м) водоем, с несколько отличным от озер системы р. Кольйок гидрологическим и гидрохимическим режимом. Вследствие малого водосбора и сравнительно большого для такого озера объема водной массы условный водообмен его невелик и внутренние процессы в нем играют бóльшую роль, чем в системе озер Полярное-Колгиявр. Озеро термически стратифицировано, общая минерализация воды его несколько выше (28.0 мг/л). В зоопланктоне доминируют Eudiaptomus gracilis, Heterocope borealis и Kellicottia longispina, но отсутствуют популяции Holopedium gibberum, Conochilus unicornis и Conochilus hippocrepis, характерные для планктона всей системы. Имеет наибольшую площадь зарастания (около 5%); несмотря на небольшую его площадь, планктон резко делится на пелагический и литоральный. Если в центральных участках озера господствуют коловратки и молодь копепод, то в прибрежных отмечается массовое развитие Bosmina obtusirostris и Polyphemus pediculus, что обусловливает значительную биомассу (0.4 г/$м^3$ – глубоководная часть, 10г/$м^3$ – литоральная зона).

Таблица 3

Видовой состав зоопланктона озер системы Канентъявр–Колгиявр

Вид	Канентъявр	Глубокое	Полярное			Китеньявр	Березовое	Мал. Колгиявр	Бол. Колгиявр
			I плёс	II плёс	III плёс				
Rotatoria									
Synchaeta stylata Wirzejski	+	–	+	+	+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris Carlin	+	–	–	–	–	–	–	–	+
Asplanchna priodonta Cosse	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Keratella cochlearis (Cosse)	+	–	+	+	+	–	–	–	–
K. cochlearis v. macracantha (Lauterborn)	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Kellicottia longispina (Kellicott)	+	+	+	++	+	+	+	+	+
Conochilus hippocrepis (Schrank.)	+	–	+	+	+	+	+	+	+
C. unicornis Rousselt	+	–	+	+	++	+	++	++	+
Pompholyx sulcata Hudson	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Cladocera									
Sida crystallina (O. F. Müller)	+	+	–	–	–	–	–	+	+
Holopedium gibberum Zaddach	+	–	+	+	+	+	+	+	+
Daphnia longispina v. hyalina (Leydig.)	+	–	+	–	–	–	–	–	+
Bosmina obtusirostris (Sars.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+

B. obtusirostris v. arctica Lillyeborg	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eurycercus glacialis Lilljeborg	+	–	+	+	+	–	–	–	+
Peracantha truncata (O. F. Müller)	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Chydorus sphaericus (O. F. Müller)	+	+	–	–	–	–	–	+	+
Polyphemus pediculus (Linne)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bythotrephes cederströmii Schoedler	+	–	–	–	–	–	–	–	+
Copepoda									
Eudiaptomus gracilis Sars.	++	++	++	+	+	++	+	+	++
Heterocope borealis (Fisch)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cyclops scutifer Sars.	+	+	+	+	+	+	–	–	+
Acanthocyclops gigas Scott.	–	–	+	–	–	–	–	–	+
Всего	22	10	16	14	14	12	11	13	19

Таблица 4

Численность, биомасса (мг/м^3, м^2), соотношение групп по численности и руководящий комплекс зоопланктона системы озер Канентъявр–Бол.Колгиявр

Озеро	Станция	Глубина, м	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящий комплекс видов
			тыс. м^3	тыс. м^2	мг м^3	мг м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
Канентъявр	*6*	*16.0*	*13.5*	*850.5*	*464.0*	*7424.0*	*60*	*20*	*20*	Eudiaptomus gracilis Kellicottia longispina Bosmina obtusirostris
Глубокое	23	8.0	34.4	275.2	400.0	3200.0	99	–	1	Eudiaptomus gracilis Kellicottia longispina
Полярное:										
I плёс	14	3.8	0.7	2.7	55.7	21.7	57	–	43	Тот же
II плёс	15	3,5	5.1	17.8	72.0	252.0	45	6	49	" "
III плёс	16	9.7	13.1	127.0	223.2	2065.0	30	5	65	Eudiaptomus gracilis Conochilus unicormis
Березовое	17	4.0	11.8	47.2	313.2	1252.8	31	14	55	Тот же
Китенъявр	18	3.8	1.0	3.8	32.3	122.7	55	8	37	Eudiaptomus gracilis Kellicottia longispina
Мал. Колгиявр	20	2.4	22.3	53.5	156.4	375.3	22	1	77	Conochilus unicornis Eudiaptomus gracilis
Бол. Колгиявр	21	3.5	0.8	2.8	152.5	533.7	62	25	13	Тот же Bosmina obtusirostris

Таким образом, для озер исследованной системы характерен обедненный видовой состав и однородность зоопланктона, в котором преобладает ротаторно-копеподный комплекс. В состав зоопланктона входят холодноводные формы, характерные для водоемов Крайнего Севера и Арктики (Bosmina obtusirostris v. arctica, Heterocope borealis, Cyclops scutifer, Eurycercus glacialis). Количественные показатели зоопланктона системы в целом также низки. Исключение представляют оз. Канентъявр (верховое, глубокое) и оз. Глубокое (отшнуровавшееся от системы, замкнутое, с самостоятельным режимом).

4. Северотаежный ландшафт

Изученные в этом ландшафте Кольского полуострова озера Сеньозеро, Верхн. Сеньозеро, Пасмозеро, Великое, Индель, Вялозеро, а также ряд мелких лесных ламбин расположены в западной части Терского берега (рис. 2). Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро относятся к бассейну Вялозера, Пасмозеро, Великое и Индель – к бассейну р. Варзуги. Великое и Пасмозеро представляют единую систему, которая после ряда искусственных мероприятий оказалась в подпоре от плотины, построенной на р. Индель.



Рис. 2. Схема расположения озер северотаежного ландшафта. Цифрами обозначены станции.

Сезонным водохранилищем является и Вялозеро. Площадь зеркала Сеньозера – 3.2 км^2, максимальная глубина – 18.0 м, средняя – 5.8 м. Вода озера мало минерализована (20–25 мг/л), прозрачность – 3.5–3.8 м, цветность – 24–39°. В обогащении воды органическим веществом бóльшую роль играет аллохтонное вещество (Дегопик, наст. сб.). Наиболее подробно озеро было обследовано летом 1967 г., в период с 17 VII по 27 VIII; летом же 1966 и 1968 гг. зоопланктон отбирался лишь на центральной станции озера.

За период исследования в составе зоопланктона найдено 27 видов (табл. 5). Около 30% видового состава приходится на Rotatoria, 50% – на Cladocera, 20% – на Copepoda. Наиболее распространенными видами из коловраток в озере являются Asplanchna pridonta и Kellicottia longispina, постоянно присутствовавшие в глубоководных участках озера, исчезая лишь в литорали, заросшей высшей водной растительностью. Из ветвистоусых большое значение в пелагиали озера имели Daphnia

cristata, Bosmina coregoni, Leptodora kindtii; в литорали, свободной от растительности, - Bosmina longirostris, Polyphemus pediculus; в бухтах, заросших тростником, - Bosmina obtusirostris, Sida crystallina. Постоянно присутствовали в пелагиали также Eudiaptomus gracilis, Mesocyclops leuckarti. Крупный Acanthocyclops languidoides, обитающий в дневное время в зарослях озера, ночью был встречен в поверхностных горизонтах на станции с глубиной 5 м, что, вероятно, объясняется его активными горизонтальными перемещениями из быстрее охлаждающейся в ночное время литорали. Наиболее подробные серии проб, взятые на озере летом 1967 г., выявили следующую картину изменения зоопланктона. К моменту начала исследований (17 VII, температура воды - 14.8°) (табл. 6) планктон глубоководных участков озера представлен популяциями Asplanchna priodonta, Eudiaptomus gracilis и Mesocyclops leuckarti. Ветвистоусые наиболее обильны в мелководных участках (50% - на глубине 6.0, 64% - на каменистой литорали, 99% - в зарослях тростника). Средняя биомасса зоопланктона в это время - 0.8 г/м^3. Дальнейшее прогревание воды до 18.6° привело к увеличению в планктоне молоди Cladocera и Copepoda, однако уменьшение значения в планктоне крупной Asplanchna priodonta обусловило уменьшение общей биомассы зоопланктона до 0.5-0.7 г/м^3. Наступившее затем в первой декаде августа значительное похолодание (температура воздуха - 8.0°, температура воды - 15.9°) способствовало уменьшению численности ветвистоусых в озере, особенно в его более мелководных участках (с 7.0 до 3.2 на ст. 1 и с 5.9 до 1.3 тыс./м^3 на ст. 2). В это же время отмечалось резкое снижение численности Cladocera в бухтах озера (с 1.8 до 0.1 г/м^3), что, вероятно, можно объяснить также массовым развитием здесь водорослей, вызывающих цветение воды. После небольшого возврата тепла к концу срока наблюдений (25 VIII) началось более резкое, осеннее похолодание (температура воды 15.3°). Несмотря на это, планктон в озере обилен. Вновь усиливается развитие коловраток, составляющих 62-65% численности всего зоопланктона. Биомасса зоопланктона центральных участков озера к концу августа составляла 0.7-0.8 г/м^3, что говорит о возможности здесь более позднего, осеннего максимума зоопланктона. Средняя биомасса зоопланктона за лето 1967 г. для глубин Сеньозера от 6 до 18 м, занимающих по площади 80%, составила 0.7 г/м^3. Для сравнения сопоставим численность и биомассу зоопланктона по отдельным годам (табл. 7), из чего видно, что колебания их незначительны (0.64-0.81 г/м^3).

Верхн. Сеньозеро по площади зеркала (1.4 км^2) и глубине (средняя - 4.2, максимальная - 13.0 м) уступает Сеньозеру, а по физико-химическому составу воды при большом сходстве несколько отличается. В нем выше прозрачность (4-5 м), меньше цветность (10.0°), равно как и содержание органики, заметную роль в образовании которой играет автохтонное вещество. Вода Верхн. Сеньозера менее минерализована (Дегопик, наст. сб.). Пробы зоопланктона отбирались на постоянной станции (глубина - 13 м) в августе 1966 г., 28 июля 1968 г. и трижды летом 1967 г. За период исследований в планктоне озера было найдено 25 видов (табл. 5). По составу зоопланктона и преобладающему комплексу оно отличается от Сеньозера. На протяжении всего периода исследований в нем господствовали Rotatoria (Conochilus hippocrepis). Из ветвистоусых рачков для планктона характерны популяции крупных форм Holopedium gibberum, Bythotrephes cederströmii, Bosmina obtusirostris v. lacustris, не встреченные в Сеньозере. Наряду с Eudiaptomus gracilis большое значение в планктоне имеет Cyclops scutifer, также не встреченный в Сеньозере. Этот видовой состав свидетельствует о более северном характере планктона Верхн. Сеньозера по сравнению с Сеньозером. Преобладающие летние комплексы видов 1967 и 1968 гг. устойчивы: это Conochilus hippocrepis,

Таблица 5

Систематический список видов зоопланктона в озерах северотаежного ландшафта

	Сень-озеро	Верхн. Сень-озеро	Пасм-озеро	Вели-кое	Ин-дель	Вял-озеро
Rotatoria						
Synchaeta sp.	+	+	–	–	–	–
Polyarthra longiremis Carlin	+	+	–	–	–	–
Bipalpus hudsoni (Imhof.)	+	+	+	–	+	+
Asplanchna priodonta Cosse	+	+	+	+	+	+
Keratella cochlearis Cosse	+	–	–	–	–	+
Kellicottia longispina (Kellicott)	+	+	+	+	+	+
Conochilus hippocrepis (Schrank)	+	+	–	–	–	–
C. unicornis (Rousselt)	++	+	–	–	–	–
Euchlanis menata (Myers)	+	–	–	–	–	+
Filinia longiseta (Ehrbg.)	+	+	–	–	–	+
Cladocera						
Holopedium gibberum Zaddach	–	+	–	–	–	+
Sida crystallina (O. F. Müller)	+	+	+	+	+	+
Limnosida frontosa (Sars.)	–	+	–	–	–	+
Daphnia longispina (O. F. Müller)	–	+	–	–	–	–
D. longispina v. longispina (O. F. Müller)	–	+	–	–	–	+
D. longispina v. hyalina (Leydig)						
D. cristata Sars.	+	–	+	+	++	+
Ceriodaphnia quadrangula (O. F. Müller)	–	–	+	+	–	+
Acroperus harpae (Baird)	–	–	–	+	+	+
Alonopsis elongata Sars.	+	+	+	+	–	+
Chydorus sphaericus (O. F. Müller)	+	+	++	++	++	++
Ch. latus Sars						+
Alona quadrangularis (O. F. Müller)	–	–	+	–	–	+
Bosmina longirostris (O. F. Müller)	+	+	+	+	+	+
B. longispina Leydig	+	–	–	–	–	–
B. obtusirostris Sars.	+	–	–	–	–	+
B. obtusirostris v. obtusirostris Sars.	–	+	+	–	–	–
B. obtusirostris v. lacustris Sars	–	+	–	–	–	–
B. coregoni v. coregoni (Baird)	+	+	+	+	+	+

Таблица 5 (продолжение)

	Сень-озеро	Верхн. Сень-озеро	Пасм-озеро	Вели-кое	Ин-дель	Вял-озеро
B. kessleri (Ulyanin)	+	–	–	–	–	–
Polyphemus pediculus (Linne)	+	+	+	+	+	+
Bythotrephes cederströmii (Schoedler)	+	+	–	–	–	+
Leptodora kindtii (Focke)	+	+	+	–	+	+
Copepoda						
Heterocope appendiculata Sars.	+	–	+	+	+	+
Eudiaptomus gracilis Sars.	++	++	+	+	+	+
Eucyclops serrulatus Lill.	+	–	–	–	–	–
Cyclops scutifer Sars.	–	+	–	–	–	–
C. strennuus Fisch.	–	–	–	–	–	+
Acanthocyclops languidoides (Lill.)	+	+	+	–	+	+
Mesocyclops leuckarti Claus	+	–	+	+	+	+
Всего:	27	25	18	14	15	28

Eudiaptomus gracilis для пелагической части озера и Kellicottia longispina, Bosmina obtusirostris, Polyphemus pediculus для зарослей литорали (табл. 8).

К моменту начала исследований (13 VII, средняя температура воды 15.7°) планктон озера был богат. Присутствовали половозрелые особи Eudiatomus gracilis, Daphnia longispina v. hyalina; велика была численность и коловраток, особенно Conochilus hippocrepis, – 178.7 тыс./м^3, биомасса – 1.0 г/м^3. С этого момента происходит интенсивное нагревание озера, и к 4 VIII температура воды достигает 18.6°. Это время наибольшего запаса тепла в озере. Наступившее затем резкое похолодание привело к снижению температуры воды до 16.8°, уменьшению численности Copepoda и Cladocera, что вызвало снижение биомассы зоопланктона к 7 VIII до минимальной величины (0.7 г/м^3). К концу срока наблюдений (24 VIII) происходит более интенсивное охлаждение воды, чем в Сеньозере (средняя температура воды 15.8°), но несмотря на это, как и в Сеньозере, численность зоопланктона растет, особенно Conochilus Hippocrepis и Kellicottia longispina (3297.6 тыс./м^3), что приводит к увеличению его биомассы до 2.5 г/м^3. Средняя за лето биомасса зоопланктона для центральной части озера – 1.4 г/м^3, для мелководных участков – 0.8 г/м^3. В табл. 9 приведены количественные показатели зоопланктона Верхн. Сеньозера для разных лет, из которой следует, что величина биомассы зоопланктона по годам резко не различалась в летние месяцы.

Озера Пасмозеро, Великое, Индель, Вялозеро отличаются от Сеньозера большим влиянием на них водосбора и увеличением роли болотного питания. Кроме того, связанные между собой, они находятся в подпоре от плотины, построенной на р. Индель, и представляют собой сезонные водохранилища. Все сказанное налагает заметный отпечаток на химический и биологический режим водоемов. По сравнению с Сеньозерами вода их менее прозрачна, выше цветность, снижается перманганатная окисляемость, велика роль окислительных процессов (Дегопик, наст. сб.).

Таблица 6

Численность, биомасса, руководящие комплексы и соотношение групп зоопланктона по численности в Сеньозере

Станция	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящий комплекс видов
			тыс./м^3	тыс./м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
1	6	17 VII 1967	30.5	183.0	470.0	2820.0	23	50	27	Bosmina longirostris-Asplanchna priodonta
		27 VII 1967	21.4	128.4	720.1	4320.6	56	28	16	Nauplii-Daphnia cristata
		9 VIII 1967	47.5	285.0	563.6	3381.6	65	2	33	Mesocyclops leuckarti-Kellicottia longispina
		25 VIII 1967	53.8	300.0	800.0	2400.0	67	10	23	Mesocyclops leuckarti-Asplanchna priodonta
2	18	17 VII 1967	55.0	990.0	1130.0	20340.0	21	9	70	Asplanchna priodonta-Nauplii
		27 VII 1967	29.6	532.8	500.0	9000.0	45	26	29	Nauplii-Daphnia cristata, Kellicottia longispina
		9 VIII 1967	19.2	345.6	520.0	936.0	73	17	10	Nauplii-Daphnia cristata
		25 VIII 1967	127.4	2293.2	800.0	14400.0	29	9	62	Conochilus unicornis-Nauplii
		23 VII 1968	40.5	729.0	700.0	12600.0	50	23	27	Mesocyclops leuckarti-Conochilus unicornis
3	12	15 VIII 1966	277.2	3326.4	810.0	9720.0	13	7	80	Polyarthra longiremis-Nauplii
		17 VII 1967	24.5	294.0	620.0	7440.0	14	35	51	Asplanchna priodonta, Bosmina longirostris, Daphnia cristata
		9 VIII 1967	33.0	396.0	500.0	6000.0	49	6	45	Nauplii-Kellicottia longispina
		25 VIII 1967	121.5	1458.0	750.0	9000.0	25	10	65	Conochilus unicornis-Nauplii
Открытая литораль		17 VIII 1966	36.2	-	323.1	-	2	98	-	Bosmina longirostris-Mesocyclops leuckarti
Там же		17 VII 1967	10.9	-	230.0	-	28	64	8	Тот же
Заросли тростника		17 VII 1967	99.3	-	1800.0	-	-	99	1	Bosmina obtusirostris-Sida crystallina

Таблица 7

Численность и биомасса зоопланктона Сеньозера по отдельным годам

Дата	Численность, тыс./м^3	Биомасса, г/м^3
15 VIII 1966	277.2	0.81
VII 1967 (средняя)	37.0	0.75
VIII 1967 (средняя)	75.2	0.64
23 VII 1968	40.5	0.70

Зоопланктон озер отличается большим сходством как по видовому составу (табл. 5), так и по руководящим комплексам видов (табл. 10). От зоопланктона Сеньозера он отличается преобладанием группы Cladocera, особенно Chydorus sphaericus и Daphnia cristata (от 35 до 70% – Пасмозеро, 40–96% – Великое, 45–62% – Индель, 28% – Вялозеро). Если планктону Сеньозер свойствен ярко выраженный ротаторно-копеподный комплекс, то в планктоне исследованных озер, особенно Пасмозера и Индель, коловратки, представленные лишь Kellicottia longispina и в небольших количествах Keratella cochlearis, играют незначительную роль (1–35%). Из Copepoda наиболее часты Eudiaptomus gracilis и Mesocyclops leuckarti. В планктоне этих озер нет крупных форм, характерных для северных мезотрофных и олиготрофных озер (Conochilus hippocrepis, Daphnia longispina, Holopedium gibberum, Cyclops scutifer и др.), чем они особенно резко отличаются от Верхн. Сеньозера и что свидетельствует о заметной в них роли эвтрофикации. В Пасмозере и оз. Индель среди затопленных деревьев наблюдалось массовое развитие Polyphemus pediculus, Sida crystallina, Alona gudrangularis. Средняя величина биомассы зоопланктона значительна: для открытой части Пасмозера – 1.37 г/м^3, Великого – 2.6 г/м^3, Индель – 1.40 г/м^3.

Лесные ламбины – бесчисленные мелкие заболоченные озера – очень характерный элемент северотаежного ландшафта Кольского полуострова. В 1966–1968 гг. обследованы ламбины Зеленая, Восьмерка, Запятая, Пасмламбина, оз. Светлое. Придерживаясь классификации И. В. Баранова (1961), по величине перманганатной окисляемости воды все исследованные ламбины мы относим к олигомезогумозному типу. Наименее гумифицировано в этом ряду оз. Светлое (pH = 4.6, цвет воды голубой, цветность – 0°, перманганатная окисляемость – 3.1 мгО/л), наиболее – Пасмламбина (цвет воды коричневый, pH – 4.8, цветность – 60°, перманганатная окисляемость – 10 мгО/л).

В силу большого разнообразия природных условий, в которых находятся ламбины, зоопланктон в них также весьма разнообразен и имеет характерный для каждой из них, устойчивый по отдельным годам руководящий комплекс (табл. 11, 12). Зоопланктон оз. Светлого отличается необычайной видовой бедностью (5 видов) при господстве лишь одной популяции – Bosmina obtusirostris v. obtusirostris. Остальные виды встречаются единично и преимущественно у берегов. Биомасса зоопланктона колеблется от 0.3 до 0.5 г/м^3. В составе зоопланктона ламбины Зеленой обнаружено 14 видов с характерным преобладанием Copepoda (Cyclops scutifer, Eudiaptomus graciloides), составляющих по численности 62–78%. Велика также роль Asplanchna priodonta и Holopedium gibberum.

Таблица 8

Численность, биомасса, руководящие комплексы и соотношение групп зоопланктона по численности в Верхн. Сеньозере

Станция	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящий комплекс видов
			тыс/м^3	тыс/м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
1	13	13 VIII 1966	272.0	3536.0	1100.0	14300.0	41	4	55	Conochilus hippocrepis-Nauplii
		13 VII 1967	277.1	3992.3	1000.0	13000.0	13	2	85	Тот же
		20 VII 1967	94.8	1232.4	1560.0	20280.0	18	2	80	" "
		7 VIII 1967	66.6	865.9	700.0	9100.0	56	2	42	Nauplii-Conochilus hippocrepis
		14 VIII 1967	860.7	1189.0	1107.0	14391.0	12	1	87	Conochilus hippocrepis-Nauplii
		24 VIII 1967	3297.6	5262.0	2500.0	32500.0	8	1	91	Conochilus hippocrepis-Eudiaptomus gracilis
		26 VII 1968	663.5	8625.5	1030.0	13390.0	2	1	97	Conochilus hippocrepis-Nauplii
2	2	13 VII 1967	337.4	274.8	809.1	1618.2	1	3	96	Conochilus hippocrepis-Bosmina obtusirostris
3	5	20 VII 1967	312.0	1560.0	740.0	3700.5	15	42	43	Conochilus hippocrepis-Kellicottia longispina
4	10	24 VII 1967	185.7	1875.0	1350.0	13500.0	20	2	68	Bosmina obtusirostris-Conochilus hippocrepis-Nauplii

Таблица 9

Численность (в тыс./м^3) и биомасса (в г/м^3) зоопланктона Верхн. Сеньозера в отдельные годы

Дата	Численность	Биомасса
13 VIII 1966	277.0	1.1
VII 1967 (средняя)	119.2	1.3
VIII 1967 (средняя)	1408.3	1.4
20 VII 1968	663.5	1.0

Численность и биомасса зоопланктона в ламбине составляла соответственно 8.2–25.8 тыс./м^3 и 0.8–1.6 г/м^3 в 1967 г. и 48.1 тыс./м^3 и 0.8 г/м^3 в 1968 г. В составе зоопланктона ламбины Восьмерки найдено 14 видов. Гумификация воды в ней выше, чем в оз. Светлом и Запятой (цвет воды коричневый, цветность – 36°, перманганатная окисляемость – 8.9 мгО/л), господствуют коловратки (Synchaeta sp., Ploesoma hudsoni, Polyarthra, Asplanchna priodonta, Keratella cochlearis) и отсутствуют Eudiaptomus gracilis и E. graciloides. Руководящий комплекс – Kellicottia longispina-Cyclops scutifer.

В составе зоопланктона ламбины Запятой насчитывается 11 видов. По численности преобладает Eudiaptomus denticornis. Впервые встреченная нами, эта форма характерна для холодных альпийских водоемов и заболачивающихся мелких водоемов Севера. В ламбине резко подавлены Cladocera. Из коловраток нет типично озерных форм (Kellicottia longispina, Asplanchna priodonta), встречена лишь Ascomorpha sp. При численности 19.7 тыс./м^3 биомасса зоопланктона 27 VII 1967 г. составляла 0.7 г/м^3.

Расположенная к югу от Пасмозера и отделенная от него болотом, Пасм-ламбина наиболее гумифицирована (цвет воды коричневый, цветность – 60°, перманганатная окисляемость – 11.4 мгО/л). Зоопланктон ее отличается наибольшим разнообразием (23 вида). Преобладают Conochilus unicornis и молодь Eudiaptomus graciloides. Из ветвистоусых обильны Holopedium gibberum, Polyphemus pediculus, Sida crystallina и др. Повышенная гумификация здесь не сказывается отрицательно на развитии зоопланктона; биомасса его в 1966 и 1967 гг. составляла соответственно 0.77 и 1.10 г/м^3.

Таким образом, в озерах, обследованных в северотаежном ландшафте, развитие зоопланктона достигает более высокого уровня по сравнению с озерами лесотундрового ландшафта. При общем сходстве зоопланктона Сеньозера и Верхн. Сеньозера в последнем отмечается наличие холодолюбивого комплекса видов (Holopedium gibberum, Cyclops acutifer, Conochilus hippocrepis, Daphnia longispina v. hyalina), отсутствующего в первом, что приближает это озеро по составу фауны к озерам северотаежного ландшафта. Озера Индель, Великое, Пасмозеро и Вялозеро отличаются большим сходством планктона, выражающимся в сходстве его видового состава и преобладании ветвистоусых рачков (Chydorus sphaericus).

Мелкие лесные ламбины с pH < 6 имеют свой специфический состав планктона. В тех пределах гумификации, которые характерны для этих

Таблица 10

Численность, биомасса, руководящие комплексы и соотношение групп зоопланктона по численности в озерах Пасмозеро, Великое, Индель, Вялозеро

Станция	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящий комплекс видов
			тыс./м^3	тыс./м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
					Пасмозеро					
2	5.0	19 VIII 1966	115.0	575.0	700.0	3500.0	25	26	49	Kellicottia longispina-Chydorus sphaericus
1	13.0	1 VIII 1967	116.0	1508.0	2300.0	29900.0	62	35	3	Mesocyclops leuckarti-Chydorus sphaericus
2	5.0		52.9	264.5	2400.0	7000.0	47	52	1	Chydorus sphaericus-Mesocyclops leuckarti
3	5.0		31.2	156.0	650.0	3250.0	25	70	5	Chydorus sphaericus-Mesocyclops leuckarti
4	6.0		66.8	334.0	1230.0	6150.0	34	60	6	Тот же
5	5.0		106.3	531.8	2200.0	11000.0	29	69	2	" "
6	5.0		121.9	609.5	2000.0	10000.0	29	70	1	" "
Залив			39.2	-	800.0	-	20	79	1	" "
					Великое					
1	3.5	30 VII 1967	97.9	342.6	1800.0	6300.0	25	40	35	Chydorus sphaericus-Daphnia cristata-Kellicottia longispina
2	4.0		138.5	558.0	3000.0	12000.0	26	50	24	Тот же
3	3.0		97.8	293.4	1800.0	5400.0	26	40	34	" "
Залив			380.7	-	3800.0	-	3	96	1	Bosmina longirostris-Daphnia cristata

Таблица 10 (продолжение)

Станция	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящий комплекс видов
			тыс./м^3	тыс./м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
					Индель					
1	8.0	30 VII 1967	40.2	321.6	800.0	6400.0	34	62	4	Chydorus sphaericus-Daphnia cristata-Mesocyclops leuckarti
2	6.0		77.7	466.2	1700.0	10200.0	43	50	7	Тот же
3	6.0		128.2	769.2	2360.0	14160.0	41	54	5	" "
4	5.0		64.0	320.0	1140.0	5700.0	32	59	9	" "
5	8.0		53.0	424.0	1000.0	8000.0	35	50	15	" "
2	6.0	19 VIII 1966	106.0	636.0	900.0	5400.0	64	21	15	" "
					Вялозеро					
1	15.0	3 VIII 1968	70.8	1062.0	1100.0	16500.0	30	55	15	Chydorus sphaericus-Mesocyclops leuckarti

Таблица 11

Систематический список зоопланктона лесных ламбин северотаежного ландшафта

Вид	Светлая	Зеленая	Восьмерка	Запятая	Пасм-ламбина
Rotatoria					
Trichocerca sp.	–	–	–	+	+
Castropus stylifer (Imhof)	–	–	–	–	–
Ascomorpha sp.	–	–	–	++	–
Synchaeta grandis Zaddach	–	–	–	–	+
Polyarthra vulgaris Carlin	–	–	+	–	–
Asplanchna priodonta Cosse	–	++	+	–	+
A. herricki Cuerne	–	–	–	–	+
Gathypna sp.	–	–	+	–	–
Keratella cochlearis Cosse	–	+	+	+	–
K. cochlearis v. hispida (Laut.)	–	–	–	–	+
K. cochlearis v. macracantha (Laut)	+	–	–	–	–
Kellicottia longispina (Kellicott)	+	+	++	–	+
Conochilus unicornis (Roussell)	–	–	+	–	++
Ploesoma truncatum (Levander)	–	–	+	–	–
Cladocera					
Holopedium gibberum Zaddach	–	+	+	+	+
Sida crystallina (O. F. Müller)	+	–	–	+	+
Diaphanozoma brachyurum (Lievin)	–	–	–	+	+
Daphnia longiremis Sars.	–	–	–	–	+
D. cristata Sars.	–	+	+	–	–
Ceriodaphnia affinis (Lilljeborg)	–	–	–	–	+
Eurycercus lammelatus Sars.	–	–	–	–	+
Scapholeberis mucronata (O. F. Müller)	–	–	–	+	+
Alonopsis elongata Sars.	–	+	–	–	+
Pleuroxus striatus (Schoed.)	–	–	–	–	+
Alona rectangula Sars.	–	+	+	+	–
A. guadrangularis (O. F. Müller)	+	+	–	–	–
Bosmina obtusirostris Sars.	–	+	+	–	+
B. longirostris Müller	–	–	–	–	+
Polyphemus pediculus (Linne)	+	+	+	+	+
Bythotrephes cederströmii Schoedler	–	+	–	–	+
Leptodora kindtii (Focke)	–	+	–	–	–
Copepoda					
Heterocope appendiculata Sars.	–	–	–	–	+
Eudiaptomus graciloides Lill.	–	+	–	–	+
E. denticornis Wierzeyski	–	–	–	+	–
Cyclops scutifer (Sars.)	–	++	+	–	–
Acanthocyclops sp.	–	–	+	–	–
Mesocyclops oithonoides Claus.	–	–	+	+	–
Всего	5	14	14	11	23

Таблица 12

Численность, биомасса, соотношение групп по численности и руководящие комплексы зоопланктона лесных ламбин южной части Кольского полуострова

Ламбина	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп			Руководящие комплексы видов
			тыс./м^3	тыс./м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	
Оз. Светлое	7.0	20 VIII 1966	6.2	43.4	272.8	1909.6	–	100	–	Bosmina obtusirostris
		3 VIII 1967	12.9	90.3	537.3	3761.1	–	100	–	Тот же
		18 VIII 1967	7.9	55.3	350.2	3651.4	–	100	–	" "
		13 VIII 1968	7.3	51.1	323.6	2265.2	–	100	–	" "
Зеленая	11.0	27 VII 1967	25.8	283.8	1650.0	18050.0	62	10	28	Cyclops scutifer-Asplanchna priodonta
		11 VIII 1967	8.2	90.2	820.0	9020.0	78	20	2	Cyclops scutifer-Holopedium gibberum
		19 VIII 1968	48.1	529.1	800.0	8800.0	78	1	21	Cyclops scutifer-Kellicottia longispina
Восьмерка	6.0	22 VIII 1967	181.5	1089.0	750.0	4500.0	29	4	67	Kellicottia longispina-Cyclops scutifer
Запятая	5.0	27 VII 1967	19.7	98.5	700.0	3500.0	86	–	14	Eudiaptomus denticornis
Пасмламбина	4.0	19 VIII 1966	101.3	405.2	1100.0	4400.0	31	4	65	Conochilus unicornis-Nauplii
		16 VIII 1967	67.8	271.2	771.5	3086.0	55	11	34	Тот же

ламбин, не обнаруживается какой-либо зависимости между степенью гумификации и видовым составом; лишь в крайних экологических условиях (ламбина Светлая) отмечается господство одного вида (Bosmina obtusirostris).

5. Ловозерский горный ландшафт

В северо-восточной части Кольского полуострова в 1969 г. с 20 VII по 20 VIII были обследованы Сейдозеро и два небольших по площади озера – Терекъявр и Щучье. На Сейдозере пробы зоопланктона отбирались на 12 станциях (рис. 3), причем на трех из них – через каждые 10 дней. Были собраны также пробы в литоральной части озера, ручьях и речках, бухтах, в р. Сейдъёк, соединяющей Сейдозеро с Ловозером.

Сейдозеро мало минерализовано, вода его имеет изумрудный цвет, pH – 7, отличается большим содержанием азота и фосфора (Дегопик, наст. сб.), питается речками, стекающими с гор Ловозерского массива. За исследованный период в составе зоопланктона озера обнаружено 25 видов (табл.13).



Рис. 3. Схема расположения озер Ловозерского горного ландшафта.

Цифрами обозначены станции.

Специальных исследований по группе Protozoa не велось, но крупная, хорошо улавливаемая сетью инфузория Ophrydium crassicaule с начала августа 1969 г. была преобладающей формой в планктоне озера. Ophrydium crassicaule – редкая форма инфузорий, встреченная в СССР лишь в Онежском озере (Мажейкайте, 1969) и в Неве (Шэнь Жонь Фэнь, 1960), но и найденная за рубежом (Penard, 1922; Naumann, 1925).

Инфузория из Сейдозера, близкая к Онежской форме (средняя длина – 125 мк), была руководящей в общем комплексе летнего зоопланктона озера. Появляясь в июльском планктоне в незначительных количествах, Ophrydium crassicaule в период максимального развития, 3–20 VIII, достигает численности 1 млн экз./м^3 (табл. 14). Из приведенного списка видов Rotatoria (табл. 14) постоянно в пелагический комплекс входили лишь Kellicottia longispina, в меньшей степени – Conochilus unicornis и Pompholyx sulcata. Остальные коловратки встречались в незначительном количестве у берегов озера, в бухтах, местах впадения в озеро притоков и не играли в планктоне сколько-нибудь заметной роли. Из Cladocera руководящей формой в пелагическом комплексе видов на протяжении всего года исследования была Bosmina obtusirostris, составляющая 70–90% численности всех ветвистоусых в планктоне. Период максимального развития ее относится к 25 VII–3 VIII (табл. 14). В это время отмечается массовое

Таблица 13

Видовой состав зоопланктона озер горного ландшафта Кольского полуострова

Вид	Сейд-озеро	Терекъ-явр	Щучье
Protozoa			
Ophrydium crassicaule Ehrenb.	++	+	–
Rotatoria			
Ascomorpha sp.	–	+	–
Polyarthra dolichoptera Idels.	+	+	–
P. longiremis Carlin.	+	–	–
Synchaeta sp.	+	+	–
Ploesoma truncatum (Levander)	+	–	+
Bipalpus hudsoni (Imhof)	+	+	–
Euchlanis dilatata Ehrb.	+	–	–
Keratella cochlearis Cosse	+	+	–
K. cochlearis v. hispida (Laut.)	+	–	–
K. cochlearis f. tecta (Cosse)	+	–	–
K. cochlearis v. macracantha (Laut.)	+	–	–
Kellicottia longispina (Kellicott)	++	+	–
Conochilus unicornis (Roussell)	+	+	–
Metapidia sp.	+	–	–
Cladocera			
Holopedium gibberum Zaddach.	+	–	–
Daphnia longispina O. F. Müller	+	–	+
D. longispina v. hyalina (Leydig)	+	–	++
Acroperus harpae (Baird)			
Rhynchotalona rostrata (Koch.)	+	–	–
Peracantha truncata (O. F. Müller)	+	–	+
Chydorus spaericus (O. F. Müller)			
Ch. gibbus Lilljeborg)	–	–	+
Alona quadrangularis (O. F. Müller)	+	–	+
Bosmina coregoni Baird	+	–	–
B. obtusirostris Sars.	+	–	+
Copepoda			
Eudiaptomus gracilis Sars.	+	–	–
E. graciloides Zill.	–	++	–
Cyclops strenuus Fisch.	+	–	–
C. scutifer (Sars.)	+	–	+
Mesocyclops leuckarti Claus.	+	–	–
Всего	26	9	8

появление в планктоне половозрелых самок. К концу августа численность популяции Bosmina значительно снижается. Крупная Daphnia longispina v. hyalina присутствовала в центральных, наиболее глубоководных участках озера. Период максимального развития ее относится к 3–14 VIII. Планктонные Copepode представлены в озере Eudiaptomus gracilis, Cyclops strenuus и Cyclops scutifer. Науплиальные и копеподитные стадии рачков составляли от 60 до 90% численности Copepoda и наряду с Ophrydium crassicaule и Bosmina obtusirostris являлись руководящими в пелагическом комплексе зоопланктона Сейдозера. Крупный Cyclops strenuus (длина до 2000 мк), представленный последними копеподитными стадиями, играет существенную роль в планктоне, будучи хорошим объектом для питания планктоноядных рыб. Половозрелые самки рачка в этот период были встречены лишь в единичных экземплярах.

Биомасса зоопланктона в период исследований колебалась от 0.04 до 4.5 г/м^3. В озере участки с глубинами от 5 м и более преобладают, литоральная же зона выражена слабо. Среднелетняя биомасса зоопланктона на станциях с глубинами от 5 до 9 м (ст. 1–4, 7–10, 12) – 1.44 г/м^3 при средней численности 303.0 тыс./м^3. *Средняя численность и биомасса зоопланктона* за этот же промежуток времени на станциях с глубинами от 2 до 4 м (ст. a, b, c, d, e) составляли соответственно 210.0 тыс./м^3 и 0.3 г/м^3. Невысокие биомассы *зоопланктона в литоральных участках* озера объясняются значительной обедненностью здесь пелагического комплекса ветвистоусых рачков, что в свою очередь, очевидно, результат влияния холодных речек (Эльмарайок, Сейдуай, Чивруай) и ручьев, впадающих в озеро (температура 5–6°) и охлаждающих воду в местах впадения (Форш, наст. сб.). Среднелетняя биомасса зоопланктона для большей по площади глубоководной зоны (1.5 г/м^3) довольно высока для такого холодного горного озера Заполярья, каким является Сейдозеро, температура воды которого за лето не поднималась выше 14.0°. Основную биомассу зоопланктона центральной части озера составляют популяции крупных видов Bosmina obtusirostris, Daphnia longispina, Cyclops strenuus. Значительную численность этих видов в озере, вероятно, можно объяснить обилием инфузорий, которые, если сами и не используются фильтраторами из-за своих довольно больших размеров, после отмирания могут служить рачкам дополнительным источником питания.

Для представления об изменении в июле–августе структуры руководящего комплекса планктона, его численности и биомассы приводим данные по трем постоянным станциям озера, где наблюдения проводились 3–4 раза за лето (табл. 15). Как они показывают, характер этих изменений на всех станциях был сходным – общая численность зоопланктона к концу срока возрастала. Однако происходит это за счет массового развития Ophrydium crassicaule и Kellicottia longispina, численность которых в озере от начала исследований неуклонно растет. Изменения же численности других *популяций зоопланктона не совпадают с изменением зоопланктона в целом.* Так, в начале исследований (24 VII), когда средняя температура в озере – 10.0°, инфузория Ophrydium crassicaule встречается в незначительных количествах, зоопланктон представлен популяцией Bosmina obtusirostris, составляющей по численности 80–90% всех Cladocera, а также молодью Daphnia longispina и Eudiaptomus gracilis. В начале августа (3 VIII) температура воды повышается до 14.1°. Отмечается массовое развитие на всех станциях Ophrydium crassicaule. Коловратки на 90% представлены популяцией яйценосных особей Kellicottia longispina. Господствует Bosmina obtusirostris, по-прежнему составляющая 80–90% численность Cladocera. Период максимальной численности Bosmina obtusirostris совпадает с периодом ее размножения: около 75% самок ее яйценосны. Наибольшая численность в это время отмечена также и у Copepoda. Таким образом, руководящий комплекс

Таблица 14

Численность, биомасса, соотношение групп зоопланктона по численности и руководящие комплексы в Сейдозере

Станция	Глубина, м	Дата	Численность		Биомасса		%-е соотношение групп				Руководящий комплекс видов
			тыс./м^3	тыс./м^2	мг/м^3	мг/м^2	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	Protozoa	
1	5.0	24 VII	72.4	362.0	574.5	2872.5	8	16	1	75	Ophrydium crassicaule-Bosmina obtusirostris
		3 VIII	218.4	1072.0	1489.8	7440.0	10	7	3	80	Ophrydium crassicaule-Nauplii
		14 VIII	943.8	4719.0	942.5	4712.5	3	1	9	87	Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina
2	9.0	21 VII	58.2	523.8	734.9	6614.1	80	13	7	-	Nauplii -Bosmina obtusirostris
		3 VIII	757.0	6453.0	2403.5	21631.5	2	6	2	90	Ophrydium crassicaule-Bosmina obtusirostris
		14 VIII	1603.0	14427.0	2698.1	24282.9	3	2	5	90	Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina
3	5.5	20 VII	8.0	44.0	134.8	741.4	60	35	5	-	Nauplii-Bosmina obtusirostris
		3 VIII	821.3	4517.1	4559.9	25079.4	6	19	-	75	Ophrydium crassicaule-Bosmina obtusirostris
		14 VIII	937.8	5157.9	2671.5	14693.2	4	6	3	87	Тот же
		19 VIII	1259.1	6925.0	1032.6	5629.3	1	-	7	92	Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina
4	5.0	24 VIII	12.2	61.0	139.4	697.0	90	8	2	-	Nauplii-Bosmina obtusirostris
5	5.0	24 VIII	67.2	336.0	1107.4	5537.0	67	17	16	-	Тот же

6	1.0	24 VIII	9.3	9.3	78.0	78.0	9	–	91	–	Nauplii-Kellicottia longispina
7	7.0	24 VII	65.3	457.1	856.1	5992.7	63	20	17	–	Nauplii-Bosmina obtusirostris
8	8.0	24 VII	54.2	433.6	1325.0	10600.0	71	23	6	–	Eudiaptomus juv.-Bosmina obtusirostris
9	8.0	24 VII	125.6	1004.8	2497.1	19976.8	47	30	23	–	Nauplii-Bosmina obtusirostris
10	7.0	24 VII	145.0	1015.0	3523.9	24667.3	33	58	9	–	Bosmina obtusiristris-Nauplii
11	5.0	24 VII	26.7	106.8	450.0	1800.0	60	29	11	–	Nauplii-Daphnia longispina
12	6.0	24 VII	24.4	146.4	253.1	1518.6	90	8	2	–	Nauplii-Bosmina obtusirostris
a	2.0	26 VII	11.3	22.6	39.0	78.0	17	3	80	–	Kellicottia longispina-Nauplii
b	0.5	3 VIII	659.3	329.8	581.2	290.0	–	2	8	90	Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina
c	4.0	3 VIII	440.6	1762.4	330.9	1323.6	1	1	8	90	Ophrydium crassicaule-Bosmina obtusirostris
d	2.0	3 VIII	112.9	225.8	543.2	1086.4	–	–	1	99	Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina
e	4.0	3 VIII	628.0	2512.0	455.3	1821.2	–	–	10	90	Тот же

Таблица 15

Изменение численности, биомассы и ведущих комплексов зоопланктона Сейдозера летом 1969 г.

	24 VII		3 VIII		14 VIII		19 VIII	
	численность, тыс./м^3	биомасса, мг/м^3	численность, тыс./м^3	биомасса, мг/м^3	численность, тыс./м^3	биомасса, мг/м^3	численность, тыс./м^3	биомасса, мг/м^3
			Ст. 1					
Copepoda	6.0	200.9	23.8	945.0	19.7	337.4	–	–
Cladocera	11.8	351.6	15.6	473.7	7.6	237.5		
Rotatoria	0.6	0.19	8.9	3.1	89.7	35.4		
Protozoa	54.0	21.8	170.1	68.0	826.8	322.2		
Планктон в целом	72.4	574.5	218.1	1489.8	943.8	942.5		
Руководящие комплексы	Ophrydium, Bosmina		Ophrydium, Nauplii		Ophrydium, Kellicottia			
			Ст. 2					
Copepoda	46.9	451.4	58.5	598.3	38.5	462.7	–	–
Cladocera	7.8	282.5	38.8	1542.5	30.6	1068.7		
Rotatoria	3.5	1.0	16.5	5.4	76.9	583.4		
Protozoa		–	643.2	257.3	1457.0	583.3		
Планктон в целом	58.2	734.9	757.0	2403.5	1603.0	2698.1	–	–
Руководящие комплексы	Nauplii, Bosmina		Ophrydium, Bosmina		Ophrydium, Kellicottia			
			Ст. 3					
Copepoda	5.0	96.4	51.6	1533.4	30.8	541.7	12.4	256.7
Cladocera	2.6	38.1	99.6	2759.0	57.7	1810.0	6.5	288.0
Rotatoria	0.4	0.3	5.9	1.9	26.5	8.7	81.6	24.4
Protozoa		–	664.2	265.5	822.8	311.1	1158.6	463.4
Планктон в целом	8.0	134.8	821.3	4559.9	937.8	2671.5	1259.1	1032.6
Руководящие комплексы	Nauplii, Bosmina		Ophrydium, Bosmina		Ophrydium, Bosmina		Ophrydium, Kellicottia	

планктона в этот период исследования - Ophrydium crassicaule-Bosmina obtusirostris-Eudiaptomus gracilis.

В середине августа (14 VIII) температура воды снизилась до 13.0°. Численность Ophrydium crassicaula достигла 1.5 млн/м^3, численность же Bosmina obtusirostris и Eudiaptomus gracilis начала снижаться. Ветвистоусые представлены молодью Bosmina obtusirostris процент яйценосных самок этой популяции снижается до 2%. У Daphnia longispina наблюдается в это время явление сезонного цикломорфоза: в планктоне встречаются особи с рядом перехода формы головы от округлой до шлемообразной. На всех станциях отмечается также и снижение численности популяции Eudiaptomus gracilis.

Во второй половине августа (19 VIII) вода охлаждается до 12.1°. К сожалению, этот период характеризуют лишь данные по ст. 3, которые показывают, что в озере происходит дальнейшее уменьшение численности Cladocera и Copepoda и соответственное возрастание численности Ophrydium crassicaule и Kellicottia longispina.

Таким образом, максимум развития ветвистоусых и веслоногих рачков, обеспечивающих максимальную биомассу зоопланктона, приходится на начало августа, что совпадает с периодом максимального прогрева озера и его максимального теплозапаса в течение лета (Форш, наст. сб., ч. 1). Затем температура воды в озере снижается, но численность Ophrydium crassicaula и Kellicottia longispina независимо от этого продолжает расти. Биомасса всего зоопланктона максимальна также 3 VIII, что связано с увеличением численности в это время крупных популяций зоопланктона. Смена руководящих комплексов видов за короткий период исследований проходит, таким образом, в озере довольно быстрыми темпами.

Озеро Терекъявр представляет собой маленький водоем с максимальной глубиной 6 м. По химическому составу воды оно сходно с Сейдозером (*голубой цвет воды, прозрачность до дна*, pH - 7), *но в его воде заметнее* роль аллохтонной органики и окисляемость несколько выше (Дегопик, наст. сб.). В планктоне озера обнаружено всего 9 видов беспозвоночных (табл.12). Характерно преобладание Rotatoria (Conochilus unicornis) и полное отсутствие Cladocera. Пробы, взятые из озера в августе 1969 и 1970 г., показали устойчивость видового состава зоопланктона, с той лишь разницей, что в 1970 г. в бóльших количествах развивалась инфузория Ophrydium crassicaule, составлявшая по численности 94% всего зоопланктона (табл. 16). Основную биомассу зоопланктона (65%) составляла популяция Eudiaptomus graciloides, представленная половозрелыми особями и старшими копеподитами.

Небольшое заросшее оз. Щучье (глубина до 1.5 м) питается гумифицированными болотными притоками; для него характерна повышенная окисляемость, цветность, высокое содержание кремния и фосфора (Дегопик, наст. сб.). В озере кишат крупные (до 3700 мк) темноокрашенные особи Daphnia longispina v.hualina, двигающиеся роями в центральных участках озера и составляющие 98% численности всего зоопланктона. Численность и биомасса зоопланктона этого озерка велики и составляют соответственно 12.3 тыс./м^3 и 13.8 г/м^3.

Из обследованных озер, расположенных в Ловозерском горном массиве, наиболее характерным для этого ландшафта является Сейдозеро. Зоопланктон его характеризуется небольшим количеством видов, отсутствием выраженного литорального комплекса и обедненностью в местах впадения в озеро холодных горных речек. Для пелагиали Сейдозера отмечается господство *холодноводных озерных форм, типичных для водоемов Севера* (Cyclops strenuus, Cyclops scutifer, Bosmina obtusirostris, Kellicottia longispina), а также редкой формы инфузории - Ophrydium crassicaule.

Таблица 16

Численность, биомасса и соотношение групп по численности зоопланктона в оз. Терекъявр

	7 VIII 1969			5 VIII 1970		
	численность, тыс./м^3	%-е соотношение групп	биомасса, мг/м^3	численность, тыс./м^3	%-е соотношение групп	биомасса, мг/м^3
Protozoa	–	–	–	2460.0	94	984.0
Copepoda	47.2	12	2067.0	17.7	2	1003.6
Rotatoria	350.5	88	127.4	83.4	4	25.0
Планктон в целом	397.7	100	2194.4	2561.1	100	2012.6
Руководящий комплекс	Conochilus unicornis-Eudiaptomus graciloides			Ophrydium crassicaule-Kellicottia longispina		

Озеро Терекъявр по составу зоопланктона близко Сейдозеру, хотя и отличается от него большей ролью коловраток (Conochilus unicornis и Synchaeta sp.). Мелкое, заросшее, хорошо прогреваемое оз. Щучье не характерно для горного ландшафта и отличается господством крупной популяции Daphnia longispina v. hyalina.

Заключение

Как известно (Яшнов, 1925; Зверева, 1966, и др.), пресноводная фауна озер Крайнего Севера СССР состоит из следующих элементов: 1) формы эврибионтные, характерные для Северного полушария; 2) арктические элементы фауны (Heterocope borealis, Daphnia arctica, Bosmina obtusirostris v. arctica); 3) морские реликты (Limnocalanus macrurus, Euritemora lacustris); 4) элементы байкальской фауны (Eudiaptomus tibetanus).

В настоящее время в составе планктонной фауны озер Кольского полуострова насчитывается около 100 видов организмов. В основном это формы эврибионтные, широко распространенные в водоемах Северного полушария. Из арктических элементов здесь присутствуют Heterocope borealis и Bosmina obtusirostris v. arctica. Гляциально-морской реликт Limnocalanus macrurus в исследованных нами озерах обнаружен не был, хотя есть сведения о его находках в озерах Мурманской области (Герд, 1949). Особенности Кольского полуострова, связанные с расположением его за Полярным кругом (суровые климатические условия, короткий вегетативный период, преобладание подзолистых, бедных органикой почв), накладывают отпечаток как на видовой состав зоопланктона озер, так и на его биологию и продукционные возможности. Приведем краткое описание встречаемости и особенностей биологии основных групп зоопланктона в озерах Кольского полуострова.

Группа Rotatoria широко представлена в озерах Кольского полуострова как основной компонент их зоопланктона. Наибольшим видовым

разнообразием этой группы отличаются озера и ламбины северотаежного ландшафта, в то время как озерам лесотундрового и горного ландшафтов присуща бедность видового состава коловраток. Слабое развитие коловраток, как указывают некоторые исследователи (Воронков, 1911; Изъюрова, 1966), - характерный признак тундровых водоемов. Видовую бедность этой группы организмов иногда относят за счет (Naumann, 1923; Дексбах, 1926) олиготрофности и, следовательно, бедности питательными элементами самих водоемов, преобладающих в Заполярье. Как указывал еще Н. В. Воронков (1911), состав летних коловраток озер Заполярья сходен с весенним составом их в средних широтах. Из состава их планктона выпадают теплолюбивые летние популяции (Brachionus angularis, Trichocerca stylata и др.). Летний планктон их представлен озерными формами, характерными для северных, холодных водоемов (Kellicottia longispina, Asplanchna priodonta, Conochilus unicornis, Keratella cochlearis). Эти же виды образуют ротаторный планктон высокоальпийских озер средней Европы, высокоарктических водоемов, а также озерный планктон всей Северной Европы. Преобладание этого комплекса в озерах Кольского полуострова, особенно в его северной части, сближает их с другими озерами Советского Заполярья (Вашуткинские озера, Норильские, озера Таймыра и Ямала, Новой Земли) (Верещагин, 1913; Идельсон, 1925; Акатова, 1949; Грезе, 1957; Гордеева, 1963). В ротаторном планктоне мелких лесных ламбин северотаежного ландшафта наряду с озерными формами присутствует комплекс видов, характерных для заболачивающихся, зарастающих водоемов (Euchlanis dilatata, Diurella stylata, Lecane luna и др.).

Группа Cladocera в озерах Кольского полуострова разнообразна по видовому составу. Особенно большого развития достигают здесь различные виды и вариететы рода Bosmina (B. obtusirostris v. obtusirostris. B. obtusirostris v. lacustris, B. obtusirostris v. arctica, Bosmina longirostris и др.). На большую роль Bosmina и ее изменчивость в планктоне северных озер неоднократно указывалось ранее (Levander, 1909; Рылов, 1916; Ретовский, 1933; Зинова, Нагель, 1938). Для ветвистоусых рачков северных водоемов, в том числе и озер Кольского полуострова, характерно резкое деление на пелагический и литоральный комплексы. Для пелагиали сравнительно глубоких озер (Канентъявр, Глубокое, Сеньозеро, Верхн. Сеньозеро и др.) характерны Daphnia cristata, D. longispina v. hyalina, Bosmina obtusirostris v. lacustris, Holopedium gibberum, Bythotrephes cederströmii, для заросшей растительностью литорали - Sida crystallina, Alonopsis elongata, Acroperus harpae, Polyphemus pediculus. Все перечисленные формы Cladocera входят в озерный комплекс Северного полушария. Они широко распространены в водоемах северной части СССР, Скандинавии, Финляндии и высокогорной Швеции (Ekman, 1905; Olofsson, 1917; Varca, 1935; Tomasson, 1951; Saether, 1971, и др.). Присутствие в озерах системы Канентъявр-Колгиявр Bosmina obtusirostris v. arctica подчеркивает более северный, арктический характер фауны тундровых озер.

Разнообразие экологических условий в южной части Кольского полуострова обусловило и большее видовое разнообразие Cladocera в озерах и ламбинах северотаежного ландшафта. Появился теплолюбивый вид Diaphanozoma brachyurum, не встреченный в озерах Мурманской области. Комплекс холодолюбивых Cladocera, характерных для олиготрофных озер Севера, в южной части Кольского полуострова выражен в большей степени лишь в Сеньозерах (особенно в Верхн. Сеньозере) и Сейдозере. В Пасмозере, Великом, Индель и Вялозере отмечалось отсутствие этого комплекса и господство в пелагиали Chydorus sphaericus и Bosmina longirostris, что подчеркивает более эвтрофный характер этих озер. Как отмечает ряд авторов (Ekman, 1905; Olofsson, 1918; Ретовский,

1933, и др.), некоторые мелкие водоемы и лужи в арктических широтах населены колониями Cladocera, являющимися в средней полосе типичными пелагиками, например Bosmina obtusirostris v. lacustris, Daphnia longispina v. hyalina. Явно стенотермные и холодолюбивые в южных широтах, они теряют эту особенность при переходе в Арктику, становясь эвритермными. Это явление мы наблюдали в мелком заросшем оз. Щучьем (Ловозерский горный ландшафт), где в огромных количествах развивалась крупная Daphnia longispina v. hyalina. Аналогичное явление отмечено нами и для некоторых видов Copepoda (Cyclops scutifer, Heterocope borealis, Eudiaptomus laciniatus), о чем сказано ниже.

Из Copepoda широко распространены на Кольском полуострове, вплоть до Ледовитого океана, Eudiaptomus gracilis и Eudiaptomus graciloides, имеющие широкое географическое распространение. Взрослые и копеподитные стадии этих двух форм имели почти 100 %-ю встречаемость в изученных нами озерах, исчезая лишь в некоторых кислых ламбинах (Светлая, Восьмерка, Запятая). Стенотермно-холодноводная форма Eudiaptomus laciniatus, обитающая на юге лишь в пелагической области озер, в Швеции, Норвегии, Шотландии была найдена также и в мелких водоемах и лужах. Нами этот довольно редкий для Кольского полуострова вид был отмечен в одной из мелких кислых лесных ламбин (ламбина б) при температуре 17,8° и pH менее 5.0. Крупная Heterocope borealis, широко распространенная в планктоне озер Швеции, крайнего севера Норвегии, Таймыра, в субальпийских озерах Швейцарии, была встречена нами лишь в лесотундровых озерах системы Канентъявр–Колгиявр, а также в двух мелких лужах близ оз. Полярного. Это подтверждает мнение некоторых исследователей (Ekman, 1905; Рылов, 1917), что этот вид, ведущий в Карелии, Венгрии, Южной Швеции пелагический образ жизни, на Крайнем Севере также может населять литораль и мелкие водоемы. Heterocope appendiculata, обычно обитающая в планктоне водоемов Карелии, Финляндии, Южной Норвегии, Средней и Южной Швеции, встречена нами лишь в озерах северотаежного ландшафта (Сеньозеро, Пасмозеро, Великое, Индель). Из Cyclopoidae в озерах Кольского полуострова широко распространен также Cyclops scutifer, обитающий в пелагиали Сейдозера, пелагиали и литорали Канентъявра, Полярного, а также в двух наиболее глубоких и стратифицированных ламбинах – Запятой и Зеленой. Mesocyclops leuckarti наиболее характерен для озер северотаежного ландшафта (Пасмозеро, Великое, Индель).

Таким образом, в зоопланктоне озер Кольского полуострова преобладают виды, характерные для озер Северного полушария и широко распространенные в водоемах северной, северо-западной части СССР и Скандинавии. Более мягкий климат Кольского полуострова по сравнению с другими областями Советского Заполярья обусловливает присутствие здесь бореальных форм (Diaphanosoma brachyurum, Trichocerca sp., Ophrydium crassicaula и др.), не встреченных в озерах, лежащих в районах вечной мерзлоты.

Сведения об особенностях биологии зоопланктона озер Крайнего Севера очень ограниченны. Многие исследователи (Губер-Пестапоцци, 1926; Богоров, 1938–1941; Усачев, 1928; Пирожников, 1937, – все это цит. по: Грезе, 1957) говорят о моноцикличности зоопланктона, объясняя ее краткостью вегетационного периода в водоемах севернее 69 параллели. Этой же точки зрения придерживается С. Экман (Ekman, 1905) относительно ряда видов в горных озерах Швеции. Круглогодичные наблюдения, проводившиеся лишь на полуострове Таймыр, позволили В. Н. Грезе (1957) сделать вывод о моноцикличности зоопланктона в условиях Заполярья и о наличии лишь одного максимума численности – в конце августа–начале сентября. При этом ряд исследователей (Olofsson, 1918; Грезе, 1957; Ялынская, 1956; Ekman, 1905) отмечают замедленное развитие яиц и образовавшейся молоди и сокра-

щение сроков вегетации видов. Так, по Экману, в водоемах северной Швеции срок вегетации Cyclops scutifer – 1 месяц, Eudiaptomus graciloides – 2, Eudiaptomus laciniatus – 2, в то время как в Средней Европе соответственно 4, 10 и 11 месяцев. Отсутствие круглогодичных наблюдений в водоемах Кольского полуострова не позволяет говорить об особенностях в них годовых циклов массовых видов зоопланктона.

Величины биомассы зоопланктона в озерах Советского Заполярья, по литературным и нашим данным, приведены в табл. 17 и 18.

До последнего времени господствовало представление о крайне низком уровне жизни в водоемах Заполярья, объясняемом климатическими условиями зоны, крайне низкой минерализацией воды, ничтожным содержанием биогенов, низкими темпами преобразования органического вещества (Ретовский, 1933; Зинова, Нагель, 1938; Баранов, 1961; Волхонская, 1966; Петровская, 1966). Однако исследования последних лет в водоемах Крайнего Севера СССР, в частности Коми филиалом АН СССР в 1966 г. на 18 озерах бассейна р. Усы (Большеземельская тундра), показали чрезвычайно высокий уровень продуцирования планктона и бентоса в этих широтах (Зверева, 1970). Это явление обусловлено действием интразональных факторов (дополнительное грунтовое питание, особенности высшей водной растительности и донных отложений), регулирующих весь продукционный процесс в этих озерах. Биомасса зоопланктона в озерах, расположенных в районе вечной мерзлоты, по данным В. К. Изъюровой (1966), выше, чем в озерах южных широт СССР (табл. 17). Согласно нашим данным, количественные показатели развития зоопланктона в период короткого вегетационного периода в обследованных озерах неравнозначны (табл. 18). Продукционные процессы в водоемах регулируются особенностями самих водоемов, на которые оказывают влияние как региональные (почвенно-климатические), так и локальные факторы, действующие внутри самого ландшафта (гидрохимические, гидрологические, особенности водосбора, хозяйственная деятельность человека и др.). Так, бедность озер лесотундрового ландшафта объясняется как особенностями почвенно-климатических условий этого района (более низкие температуры воды, отсутствие аккумулятивного слоя в почвах, большой вынос почвенной органики), так и локальными особенностями, которые проявляются здесь в большой проточности и водообменности озер системы Канентъявр-Колгиявр, отрицательно влияющими на развитие зоопланктона. По уровню развития зоопланктона эти озера близки большим олиготрофным водоемам Северной Карелии, озерам Сибири, Норильским озерам. В южной же части Кольского полуострова (северотаежный ландшафт) значительная облесенность, более мощный почвенный покров и более эффективный снос почвенной органики в озера приводят к большему видовому разнообразию и более высокому уровню продуцирования зоопланктона в них по сравнению с озерами лесотундрового ландшафта. Однако и внутри этого ландшафта по составу и биомассе зоопланктона озера Верхн. Сеньозеро и Сеньозеро резко отличаются от озер системы р. Индель (Великое, Пасмозеро, Индель, Вялозеро). Значительно больший водосбор озер системы р. Индель, больший процент заболачивания, подтопление берегов в связи с превращением этих озер в сезонные водохранилища привели к их значительной эвтрофикации. В планктоне их господствуют Cladocera, особенно Chydorus sphaericus. Биомасса зоопланктона их составляет 1.1–2.2 г/м^3.

По составу и численности зоопланктона Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро близки мезотрофным озерам Северной Карелии и Прибалтики, озера же Великое, Индель, Пасмозеро и Вялозеро – малым эвтрофным водоемам Карелии. Одним из важнейших факторов, регулирующих продуктивность зоопланктона, является степень гумификации водоемов, что проявляется в различных величинах pH, цветности, окисляемости. Особенно разнообразны экологические условия в ламбинах. По количеству гуминовых веществ в них исследованные

Таблица 17

Биомасса летнего зоопланктора (в г/м^3) в некоторых водоемах Заполярного Севера СССР

	Биомасса	Источник
Норильские озера	0.05–0.4	Гордеева, 1963
Оз. Таймыр	0.5–1.0	Грезе, 1957
Озера Большеземельской и Гыданской тундр	1.4–2.2	Бурмакин, 1941
Вашуткины озера	7.3–80.0 (заросли), 0.6–3.3 (пелагиаль)	Изъюрова, 1966
Имандра	0.3	Петровская, 1966,*
Верхн. Пиренга	0.16	и
Нижн. Пиренга	0.21	Волхонская, 1966 *
Охтозеро	0.06	
Умбозеро	0.25	
Капозеро	0.06	
Ковдозеро	0.5	
Нотозеро	0.4	
Сенное	0.28	
Верхн. Пулозеро	1.2	
Мал. Пулозеро	5.2–5.8	Ялынская, 1959

* Биомасса только для рачкового планктона

ламбины относятся к олиго-мезогумозному типу. Наименее гумифицирована в этом ряду ламбина Светлая, наиболее – Пасмламбина. При повышении гумификации в них выпадает целый ряд видов озерного комплекса: Daphnia longispina, Daphnia cristata, Eudiaptomus gracilis, Eudiaptomus graciloides, Kellicottia longispina. В крайних экологических условиях (ламбина Светлая) отмечалось господство одного вида – Bosmina obtusirostris v. obtusirostris. Какой-либо связи между гумификацией и количественными показателями зоопланктона в исследованных ламбинах не установлено.

Питание Сейдозера горными ручьями, очевидно, оказывает преобладающее влияние на развитие жизни в озере, обусловливая своеобразный качественный состав зоопланктона. Лежащее в этом же ландшафте – рядом с Сейдозером – мелкое, заросшее, подверженное сильному воздействию болотных притоков оз. Щучье имеет фауну, совершенно отличную от горного озера. Массовое развитие в нем крупной формы Daphnia longispina v. hyalina обусловило в этом озере биомассу зоопланктона в 13 г/м^3.

Таким образом, продукционные свойства водоемов определяются не только региональными, но и локальными особенностями, среди которых мы выделяем морфометрические, гидрологические, химические особенности, а также хозяйственную деятельность человека на водоемах. Взаимодействие региональных и локальных факторов формирует состав и численность животных каждого конкретного водоема.

Максимальное развитие зоопланктона в условиях Заполярья, согласно данным различных исследователей, приходится на различные сроки: у озера Таймыр и озер Гыданской тундры – середина сентября (Грезе, 1957; Бур-

Таблица 18

Биомасса зоопланктона в озерах Кольского полуострова (июль–август 1966–1970 гг.)

Озеро	Биомасса	
	г/м^3	г/м^2
Лесотундровый ландшафт		
Канентъявр	0.5	1.9
Глубокое	0.4	1.2
Полярное–Бол. Колгиявр	0.005–0.3	0.05–0.5
Северотаежный ландшафт		
Сеньозеро	0.7	4.0
Верхн. Сеньозеро	1.3	5.4
Великое	2.2	5.2
Пасмозеро	1.5	6.3
Индель	1.3	–
Вялозеро	1.1	8.4
Лесные ламбины	0.3–1.6	1.5–2.8
Ловозерский горный ландшафт		
Сейдозеро	1.44	7.6
Терекъявр	2.1	0.6
Щучье	13.0	1.5

макин, 1941), у Вашуткиных озер – конец июля–начало августа (Изъюрова, 1966), у озер Мурманского побережья, по предположению Л. О. Ретовского (1933), – август–сентябрь. Как уже указывалось, в Сейдозере максимальная численность зоопланктона была отмечена в конце августа 1969 г., однако наибольшая биомасса, объясняемая максимальным развитием в это время рачкового планктона, – в начале августа, что совпало с максимальным прогревом озера и его максимальным теплозапасом в это время. В Сеньозерах биомасса и численность зоопланктона летом 1967 г. возрастали к концу августа, что, видимо, объясняется более поздними сроками максимального развития зоопланктона в них.

Говоря об особенностях вертикального распределения зоопланктона, следует отметить, что как в стратифицированных озерах (Глубокое, Верхн. Сеньозеро, Сеньозеро и др.), так и в нестратифицированных (Канентъявр–Колгиявр, Сейдозеро, Вялозеро и др.) явления равномерного распределения по всей глубине почти не наблюдалось. Как правило, наиболее обильны поверхностные слои воды (0–2, 0–5 м), но нередко, особенно в ламбинах, наблюдалась обратная стратификация зоопланктона с обилием его у дна. Объяснить это сложное явление действием лишь температурного фактора невозможно; как указывает И. Н. Андронникова (1971), биологическая стратификация определяется рядом биотических и абиотических факторов: пищевым, изменением структуры популяций отдельных видов, особенностью их биологии, условиями освещенности и др.

В заключение следует указать на рыбохозяйственную ценность обследованных водоемов. Исходя из существующей оценки кормности водоемов

по величине биомассы зоопланктона в них (Гордеева-Перцева, Гордеева, 1968), лишь озера системы Полярное-Бол. Колгиявр (биомасса < 0,5 г/м^3) характеризуются как малокормные; остальные - как озера средней и высокой кормности (биомасса > 0,5 г/м^3). Несмотря на небольшую величину биомассы (0,5 г/м^3), оз. Канентъявр, имеющее обширную площадь, обладает значительными запасами корма для нагула планктоноядных рыб (19 кг/га). Это обусловило ряд мероприятий, проводимых по реконструкции его ихтиофауны (Смирнов, 1969). Средне- и высококормные озера (Ловозеро, Вялозеро, Сейдозеро) обеспечивают высокий уровень добычи в них рыбной продукции и могут быть рекомендованы для разведения ценных пород планктоноядных рыб. Малые водоемы и ламбины также могут быть использованы в качестве питомников для товарного выращивания отдельных пород рыб.

Литература

Акатова Н. А. Зоопланктон р. Колымы и ее бассейнов. Уч. зап. ЛГУ, т. 126, вып. 21, сер. биологическая, 1949.

Андроникова И. Н. Зоопланктон озера Красного в годовом цикле. - В кн.: Озера Карельского перешейка. Л., „Наука", 1971.

Баранов И. В. Лимнологические типы озер СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1961.

Бурмакин Е. В. Кормовые ресурсы Гыданского залива и близлежащих водоемов. - Тр. Инст. полярн. земледелия, животноводства и промысл. хоз. Сер. промысл. хоз., вып. 15, М.-Л., 1941.

Великорецкая И. И. Ландшафтные особенности некоторых озерных районов Кольского полуострова. - В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Верещагин Г. Ю. Планктон водоемов п-ва Ямал. - Ежегодник Зоол. музея импер. Академии наук, т. VIII, 1913.

Волхонская Н. И. Зоопланктон Ковдозерского водохранилища. - В кн.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966.

Воронков Н. В. Планктон водоемов п-ва Ямал. - Ежегодник Зоол. музея импер. Академии наук, т. XУ1, вып. 2, 1911.

Герд С. В. Биоценозы бентоса больших озер Карелии. - Тр. Карело-Финского унив., т. 4, 1949.

Гордеева Л. Н. Зоопланктон Норильских озер. - Уч. зап. Карельск. пед. инст., т. 15, Петрозаводск, 1963.

Гордеева-Перцева Л. И., Гордеева Л. Н. Особенности распределения зоопланктона в озерах Карелии. - В кн.: Сырьевые ресурсы внутренних водоемов Северо-Запада. Петрозаводск, 1968.

Грезе В. Н. Основные черты гидробиологии оз. Таймыр. - Тр. Всес. гидробиол. общ., т. VIII, 1957.

Дегопик И. Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер различных ландшафтов Кольского полуострова. - В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Дексбах Н. К. К вопросу о географическом распространении коловраток в СССР и некоторые работы последних лет. - Русский гидробиол. журн., 5, 1926.

Зверева О. С. Бентос и общие вопросы гидробиологии Вашуткиных озер. - В кн.: Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., Изд. АН СССР, 1966.

Зверева О. С. Проблемы зональности и интразональности в лимнологии Крайнего Севера. - В кн.: Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970.

1562 12

Зинова А. Д., Нагель А. А. Материалы Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г. – Тр. Отд. гидробиологии. Сер. 1, т. I, Л, 1938.

Идельсон М. С. К познанию фауны коловраток водоемов Новой Земли. – Тр. Плавучего морского инст., т. III, вып. 12, 1925.

Изъюрова В. К. Зоопланктон и бентические ракообразные озерно-речной системы бассейна реки Верхней Адзувьи. – В кн.: Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., Изд. АН СССР, 1966.

Киселев И. А. Методы исследований планктона. – В кн.: Жизнь пресных вод СССР. Т. 1У, вып. 1. М.–Л., Изд. АН СССР, 1956.

Мажейкайте С. Краткая лимнологическая характеристика Онежского озера как экологического фона протозойного планктона. Автореф. канд. дисс. Л., 1969.

Петровская М. В. Характеристика зоопланктона озер Мурманской области. – В кн.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966.

Печень Г. А. Продукция ветвистоусых ракообразных озерного планктона. – Гидробиол. журн., т. I, № 4, 1965.

Ретовский Л. О. К планктону Мурманских озер. – Тр. Аркт. инст., т. III, вып. 2, 1933.

Ретовский Л. О. Микрофауна пресных водоемов Новой Земли и Земли Франца Иосифа. – Тр. Аркт. инст., т. Х1У, 1935.

Рихтер Г. Д. Обзор работ Имандровской экспедиции за 1924–1926 гг. Л., 1927.

Рылов В. М. К фауне Cladocera Русской Лапландии. – Тр. Петрогр. общ. естествоиспыт., т. 45, вып. 4, 1916.

Рылов В. М. Материалы к фауне свободно живущих Copepoda Севера России. – Ежегодник Зоол. музея АН СССР, т. XXII, № 1–3, 1917.

Смирнов А. Ф. Рыбохозяйственная оценка оз. Канентъявр и мероприятия по реконструкции его ихтиофауны. – Докл. отд. и комиссий Геогр. общ. СССР, вып. 9, 1969.

Сорокин И. Н. Гидрология и морфология озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Форш Л. Ф. Термический и тепловой режим озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Шэнь Жонь Фэнь. Наблюдение над экологией пресноводных инфузорий. Автореф. канд. дисс. Л., 1960.

Щербаков А. П. Соотношение размеров и веса у пресноводных планктонных рачков. – ДАН СССР, т. LXXX1У, № 1, 1952.

Ялынская Н. С. К вопросу о партеногенезе у северных форм Daphnia pulex. – Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, № 3–4, Л., 1956.

Ялынская Н. С. Исследование зоопланктона и бентоса озер и прудов Заполярья. – Изв. ВНИОРХ, т. XLУIII, М., 1959.

Яшнов В. А. Crustacea Новой Земли. – Тр. Плавучего морского инст., вып. 10, М., 1925.

Ekman S. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nord-schwedischen Hochgebirge. – Zool. Jahrb. Abt. System. etc., XXI, 1905.

Lewander K. M. Zur Kenntnis des Planktons einiger Binnenseen in Russisch Lappland. – Festschrift für Palmen N. H. Helsingfors, 1905.

Lilljeborg W. Description de deux especes nouvelles de Diaptomus du Nord de Europe. – Bull. Zool. France, v. XIII, 1888.

Lelljeborg W. Synopsis specierum nucusgue in Suecia observatarum generis Cyclops. - Kongl. Svenska Vet. Akad. Hand lingas, Bd. XXXV, 1901.
Naumann E. Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie der tierischen Limnoplanktons. - Lunds univ. arsskr., Avd. II, 19, 6, 1923.
Naumann E. Über eine planketische Modifikation von Ophrydium versatile Ehrenb. - Arch. Hydrobiol., 15, 4, 1925.
Olofsson O. Süsswasser Entomostracen und Rotatorien von der Murmanküste und aus dem nördlichsten Norwegen. - Zool. Bird. från. Uppsala, V, 1917.
Olofsson O. Studie über die Süsswasserfauna Spitzbergens. - Zool Bird. från. Uppsala, VI, 1918.
Penard E. Studies sur les Infusoires d'eau douce. Cenve, 1922.
Richard J. Note sur les peches effectuées par M. Ch. Rabot dans les lacs Enara, Imandra et dans le Kolozero. - Bull. de la Soc. Zool. de France, v. 14, 1889.
Saether O. A. Phyto- und Zooplankton of Lakes in NE Norway. - Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie. Birkhauser Verlag. Basel, 1971.
Tomasson K. Beiträge zur Kenntnis des Planktons einiger Seen im nordschwedischen Hochgebirge. - Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, v. XIII, 1951.
Varca L. Beiträge zur Limnologie und zur Kenntnis der Rotatorien-Fauna des norwegischen Lapplandes. - Arch. Hydrobiol., 29, 1935.

Г. А. Стальмакова

БЕНТОС ОЗЕР РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Многочисленные озера Кольского полуострова в гидробиологическом отношении изучены слабо, особенно это касается донной фауны. Первые, очень ограниченные сведения о групповом составе бентоса оз. Имандра с указанием его биомассы (1.9 г/м^2) встречаем в работе Крогиус (1930). Несколько позднее А. Д. Зинова, А. А. Нагель и др. (1935) в комплексной характеристике системы озер Монче- и Волчьей тундр приводят групповой состав бентоса 11 озер и величины его биомассы (0.04–9.78 г/м^2). Н. С. Ялынская (1959), характеризуя бентос Бол. и Мал. Пулозера, дает список хирономид по этим озерам и биомассу бентоса по отдельным участкам дна. Кроме того, автор отмечает, что бентос изучаемых озер состоит из форм широко распространенных, свойственных эвтрофным озерам и медленно текущим рекам. Н. А. Ксензов (1966) в очерке о Ловозере касается некоторых озер бассейна этого водоема, в частности исследованного нами Сейдозера, а для характеристики бентоса названных озер использует данные П. А. Вельтищева, предварительно оговорив необходимость их проверки, так как они немногочисленны и относятся в основном к прибрежью.

Первая работа, посвященная непосредственно бентосу Кольских озер, принадлежит В. В. Петрову и М. Б. Стругачу (1966). В ней авторы приводят состав бентоса Умбозера, Канозера и Мал. Пулозера и четырех зарегулированных озер-водохранилищ – Имандры, Ковдозера, Нютозера и Сенного; отмечают его разнообразие и дают краткий список Diptera, Mollusca и Crustacea, почти не касаясь остальных групп; определяют его численность и биомассу (187–684 экз./м^2 и 0.66–2.70 г/м^2). В ранее опубликованной работе автора данной статьи (Стальмакова, 1969) дается общая краткая характеристика донной фауны сложной многоплёсовой системы Канентъявр-Колгиявр: определяется состав ее, распределение по дну, численность и биомасса по плёсам и средние их величины для отдельных озер (330–1820 экз./м^2 и 0.61–8.48 г/м^2) и для всей системы (917 экз./м^2 и 3.37 г/м^2).

Озера, являющиеся темой изложения данной статьи, расположены в трех ландшафтах Кольского полуострова: 1) в лесотундровом, к северо-востоку от Мурманска; 2) в северотаежном, в южной части полуострова (близ пос. Умба); 3) в ловозерском горном ландшафте, в центральной части полуострова (в районе пос. Ловозеро).

Бентос озер лесотундрового ландшафта

В этом ландшафте исследована система озер Канентъявр–Колгиявр, состоящая из семи водоемов, объединенных р. Кольйок (рис. 1). Верхнее в системе – оз. Канентъявр – многоплёсовый водоем со сложной динамикой водной массы; озера Полярное, Березовое, Китенъявр и Мал. Колгиявр представляют собой расширения русла реки и имеют продольноосевую проточность, а заключающее систему оз. Бол. Колгиявр – поперечно-боковую проточность (Григорьев, 1958). Основные сведения по озерам системы Канентъявр–Колгиявр приведены в табл. 1, так же как и данные о придонных условиях, в которых обитает бентос.[1]

В составе бентоса рассматриваемой системы озер обнаружены представители 17 групп беспозвоночных, но широкого распространения в них достигали только хирономиды, значительно реже встречались моллюски и олигохеты, а остальные группы были представлены единичными экземплярами. По дну исследуемой системы бентос распределялся неравномерно. Наиболее разнообразный видовой состав его был отмечен в оз. Канентъявр (54 вида и формы), состоящем из ряда плёсов, разных по водообмену, глубинам, грунтам и придонным температурным условиям. Самый бедный видовой состав бентоса обнаружен в интенсивно проточном, предшествующем водопаду оз. Березовом (12 видов и форм) и в устойчиво стратифицированном с холодными придонными водами оз. Глубоком (20 видов и форм), соединяющемся с системой узким ручьем.

В оз. Канентъявр состав бентоса в разных плёсах и особенно его количественные характеристики оказались неравнозначными. Богатый бентос обнаружен в неглубоких, заиленных, хорошо прогревающихся концевых плёсах и бедный – в больших, проточных, слабозаиленных плёсах, подверженных сильным ветровым воздействиям. Так, в самом глубоком, 1У плёсе (рис. 1) численность пелофильного бентоса составляла 600 экз./м^2, а биомасса – всего 0,6 г/м^2. Здесь в глубинной зоне на илах были обнаружены очень мелкие (1–3 мм) ортокладиины в составе Syndiamesa branickii, Psectrocladius psilopterus, Trissocladius Zalutchicola, Paratrichocladius inaequalis, Prodiamesa bathyphila и др.; к ним присоединялись единичные, тоже некрупные Tanytarsaria (T. gr. lobatifrins) и Oligochaeta (Peloscolex ferox). Таким образом, состав фауны в этом плёсе отличается качественным разнообразием, но отдельные виды встречались единично, поэтому было трудно выделить руководящие виды даже среди доминирующих в этом плёсе хирономид.

Сходную характеристику имеет бентос и центрального, III плёса, тоже довольно глубокого, слабозаиленного, подверженного интенсивному ветровому перемешиванию. Здесь не только биомасса, но и численность бентоса были очень низкими – 330 экз./м^2 и 0,6 г/м^2. В этом плёсе на дне также найдены очень мелкие ортокладиины – Syndiamesa branickii, Heterotanytarsus opicalis – в сочетании с мелкими личинками Procladius и молодью Chironomus f. l. bathophilus.

В глубоководном I плёсе с придонной температурой 6,8° и пониженным содержанием кислорода (65% нормального насыщения) донная фауна оказалась несколько богаче, чем в III и 1У плёсах; численность бентоса –

---

[1] В табл. 2, 5, 7 и 9 и в тексте размеры площадей и глубины озер приводятся по данным И. Н. Сорокина, температура – по данным Л. Ф. Форш, сведения по гидрохимии – по данным И. Я. Дегопик, характеристика грунтов – по данным Л. В. Яковлевой (см. соответствующие статьи: наст. сб., ч. I и II).

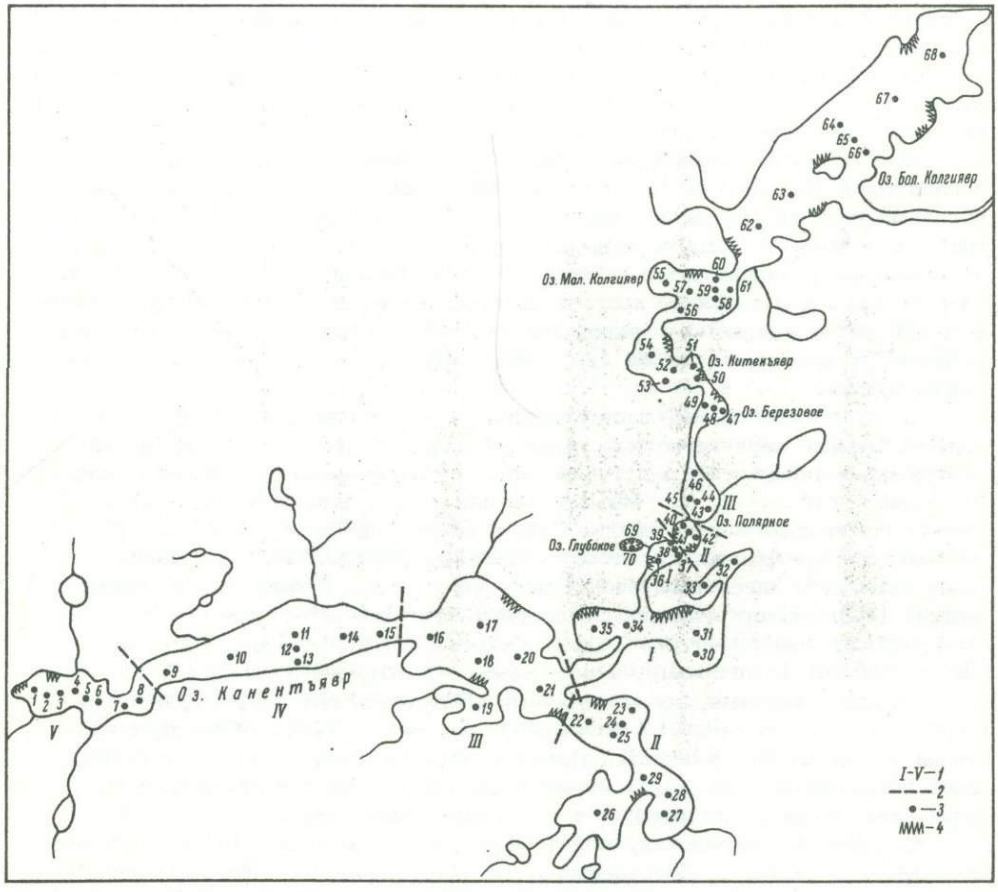


Рис. 1. Схема расположения озер лесотундрового ландшафта.
1 – обозначения плёсов; 2 – границы плёсов; станция взятия бентоса:
3 – в открытой части озера, 4 – в прибрежной.

Таблица 1

Температура и основные гидрохимические показатели придонных слоев воды озер лесотундрового ландшафта

Озеро	Площадь, км^2	Глубина		Температура придонных слоев воды, °С	Кислород у дна, % насыщ.	pH у дна
		максимальная, м ($H_{макс}$)	средняя, м ($H_{ср}$)			
Канентъявр:						
I плёс	1.63	16.3	3.2	6.8	65	6.09
II "	2.38	8.6	1.7	8.2	92–93	6.6
III "	4.15	15.2	4.5	14.2	66	6.0
IУ "	3.09	22.3	5.3	11.8	89–93	6.0–6.6
У "	0.83	10.0	2.7	12.3	82–94	6.7–6.8
Глубокое	0.04	8.3	2.9	6.8–6.9	48–55	5.8–6.6
Полярное:						
I плёс	0.21	4.0	1.5	13.7–15.8	98	6.6
II "	0.10	5.6	1.4			6.6
III "	0.35	9.5	1.7	8.1–8.4	68	6.23
Березовое	0.15	2.5	1.3	15.8	93	6.6
Китенъявр	0.57	3.5	1.1	16.1	95–96	6.6
Мал. Колгиявр	1.10	2.5	1.2	12.6	94	6.6
Бол. Колгиявр	5.15	3.9	1.7	16.1	98	6.5

1010 экз./м^2, биомасса – 3.0 г/м^2. В составе бентоса на глубинах преобладали личинки Chironomus f. l. bathophilus, а в сублиторали – Sergentia longiventris. Во всех зонах обычно присутствовал Procladius. По всему дну, но реже, чем вышеуказанные формы, отмечены Cryptochironomus gr. vulneratus, Polypedilum breviantennatum и Stictochironomus, а также единичные олигохеты (Peloscolex ferox, Lumbriculus variegatus) и моллюски (Pisidium obtusale). Доминируют в этом плёсе Chironomus f. l. bathophilus, Sergentia longiventris и Procladius.

Заиленное дно небольших восточного (II) и западного (У) плёсов, с глубинами 8–10 м, хорошо прогревающихся и аэрированных, населено наиболее богато. Численность бентоса здесь – 1520 (в восточном) и 1910 экз./м^2 (в западном), биомасса – соответственно 8.5 и 7.0 г/м^2. В этих плёсах были обнаружены крупные (до 2.6 см) личинки Chironomus f. l. bathophilus, а также личинки Stictochironomus, Microtendipes gr. chloris и Procladius; реже встречались Prodiamesa bathyphina и реликтовый рачок Pontoporeia affinis. В совокупности эти довольно крупные формы давали высокий вес бентоса. Как доминанты в исследуемых плёсах выделяются Ch. f. l. bathophilus и Procladius. Таким образом, во всех плёсах оз. Канентъявр доминируют хирономиды, которые играют большую роль и в биомассе бентоса, составляя 64.4% его общего веса.

Проточные озера Полярное, Березовое, Китенъявр, Мал. и Бол. Колгиявр мелководны (табл.1) и слабо заилены. Илы распределены в них пятнами на защищенных от течения участках дна. Заиленные участки дна окружены песчано-илистыми отложениями, но большая часть дна этих озер состоит из песчаных или песчано-каменистых грунтов. Водная масса этой группы озер хорошо перемешивается и равномерно прогревается. Только в III плёсе оз. Полярного на глубине 9.5 м была отмечена термическая стратификация, где придонная температура составляла 8.1–8.4° и несколько понижалось содержание кислорода (65% нормального насыщения).

Бентос в этой группе проточных озер небогат по видовому составу (до 43 видов и форм), а численность и биомасса колеблются в отдельных озерах или плёсах довольно значительно: от 330 до 1820 экз./м^2 и от 1.5 до 7.1 г/м^2 (табл. 2). Доминируют в составе бентоса хирономиды, на долю которых приходится не менее половины всех видов и форм и около 65% всей биомассы бентоса.

В рассматриваемых проточных озерах обнаружено довольно много видов и форм хирономид, но с редкой встречаемостью. Поэтому выделить руководящие организмы невозможно. Чаще других на заиленных участках дна встречались Ch. f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius и Procladius, а на песчано-илистых грунтах ближе к берегам – Limnochironomus gr. tritomus, Cryptochironomus gr. viridulus, Prodiamesa bathyphila.

Интересно горизонтальное распределение донных организмов в этой проточной системе озер. В литорали, у берегов, на подвижных песках донные организмы не обнаружены. Некоторые формы – Cricotopus silvestris, Microtendipes gr. chloris и др. – спускаются на глубины 1.0–1.5 м вслед за скудной прибрежной растительностью. В результате в зоне от уреза воды до изобаты 1.5 м фауны нет совсем, а на песчано-илистых грунтах и илах на глубинах более 1.5 м сосредоточены обитатели всех зон озера. Здесь были обнаружены такие формы, как Ch. f. l. bathophilus, обычный для глубинной зоны озер (Черновский, 1949), Microtendipes gr. chloris, Cryptochironomus gr. viridulus и другие формы, которые считаются характерными для литорали или сублиторали.

На илах и песчано-илистых грунтах изучаемой системы озер довольно равномерно размещаются хирономиды и олигохеты. Моллюски приурочены больше к песчано-илистым грунтам. Реликтовый рачок Pontoporeia affinis скоплялся в местах наибольшей аэрации воды – на перекатах, где быстрое течение, среди камней или на крупнозернистых песках, у водопадов. Так, например, этот рачок был обнаружен на границе мелководной литоральной зоны с сублиторалью в оз. Канентъявр – на каменистых грунтах, Полярном и Китенъявр – в ямах у водопадов, Мал. Колгиявр – в центральной части, на отмытых песчано-каменистых грунтах, и Бол. Колгиявр – на глубине 1.0–1.5 м, на стыке подвижных песков с более плотными песчано-каменистыми отложениями.

Оз. Глубокое – маленький, но относительно глубокий водоем. Оно устойчиво стратифицировано, и придонная температура в течение лета в нем была 6.8–7.5°. Содержание кислорода у дна этого водоема в течение всего лета понижено – 48–55% нормального насыщения. С оз. Полярным оно связано небольшим заболоченным протоком. Литораль в оз. Глубоком очень слабо выражена, песчано-каменистая, шириной 3–5 м. Иловые отложения подступают к берегам до изобаты 1.5–2.0 м. Илы в глубинной зоне светло-коричневые, в сублиторали – более темные, с ржавыми включениями. Содержание органического вещества в илах не превышает 25%.

Донная фауна оз. Глубокого бедна. В ее составе отмечены 21 вид и форма бентосных организмов. Доминируют на дне хирономиды, остальные группы – олигохеты, моллюски, эфемериды, ручейники и др. – представлены единичными экземплярами. Среди хирономид преобладают Chironomus f. l.

Таблица 2

Средние величины численности и биомассы бентоса в озерах системы Канентъявр–Колгиявр

Озеро	Численность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2
Канентъявр:		
I плёс	1010	3.0
II "	1520	8.5
III "	330	0.6
IУ "	600	0.6
У "	1910	7.0
Полярное:		
I плёс	350	2.9
II "	1820	7.1
III "	1800	2.8
Березовое	590	1.7
Китенъявр	460	3.8
Мал. Колгиявр	450	3.1
Бол. Колгиявр	330	1.5
Глубокое	740	1.3

salinarius, Stictochironomus и Procladius. В наиболее глубокой зоне озера отмечены в небольшом количестве олигохеты (Peloscolex ferox) и моллюски (Pisidium obtusale). В литорали у продольных высоких берегов, на подвижных песках бентосные организмы не найдены, а в заболоченных концах озера среди редких зарослей были обнаружены единичные экземпляры Phryganea grandis, Cyrnus flavidus, Sialis lutaria, Ephemerella ignita и несколько форм хирономид.

Для изучаемой системы озер пределы колебания численности бентоса 330–1910 экз./м^2, биомассы – 0.6–8.5 г/м^2 (табл.2). Максимальная численность и высокая биомасса бентоса были отмечены в одном из малых западных плёсов оз.Канентъявр, отделенном от всей системы высоким подводным каменистым валом. В одном из восточных малых плёсов отмечена максимальная биомасса при достаточно высокой численности бентоса. И в том и в другом случае высокие количественные показатели развития бентоса обусловлены наличием крупных хирономид, главным образом Ch. f. l. bathophilus. Средние величины численности и биомассы летнего бентоса для системы Канентъявр–Колгиявр – соответственно 920 экз./м^2 и 3.4 г/м^2. Это достаточно высокие показатели для озер Севера.

Бентос озер северотаежного ландшафта

Для северотаежного ландшафта характерны озера обособленные, со сравнительно глубокими котловинами и пониженным водообменом, а также совсем маленькие, обычно замкнутые ламбины, практически неводообменные. В этом ландшафте исследования были проведены на трех не затронутых реконструкцией озерах – Верхн. Сеньозере, Сеньозере и Светлом, на семи ламбинах и трех озерах – Великом, Пасмозере и Вялозере, в которых уровень воды поднялся на 1.0–1.5 м в связи со строительством лесосплавного канала (рис. 2).

Видовой состав бентоса в водоемах северотаежного ландшафта заметно богаче и разнообразней, чем в озерах лесотундрового ландшафта: максимальное число видов и форм отмечено в Сеньозере (72), минимальное – в оз. Светлом (17).

Сеньозеро – самый большой и глубокий водоем среди исследованных в этом ландшафте (табл. 3). В зоне наибольших глубин в нем отмечена термическая стратификация. Здесь же отмечалось и пониженное содержание кислорода – 45% нормального насыщения.

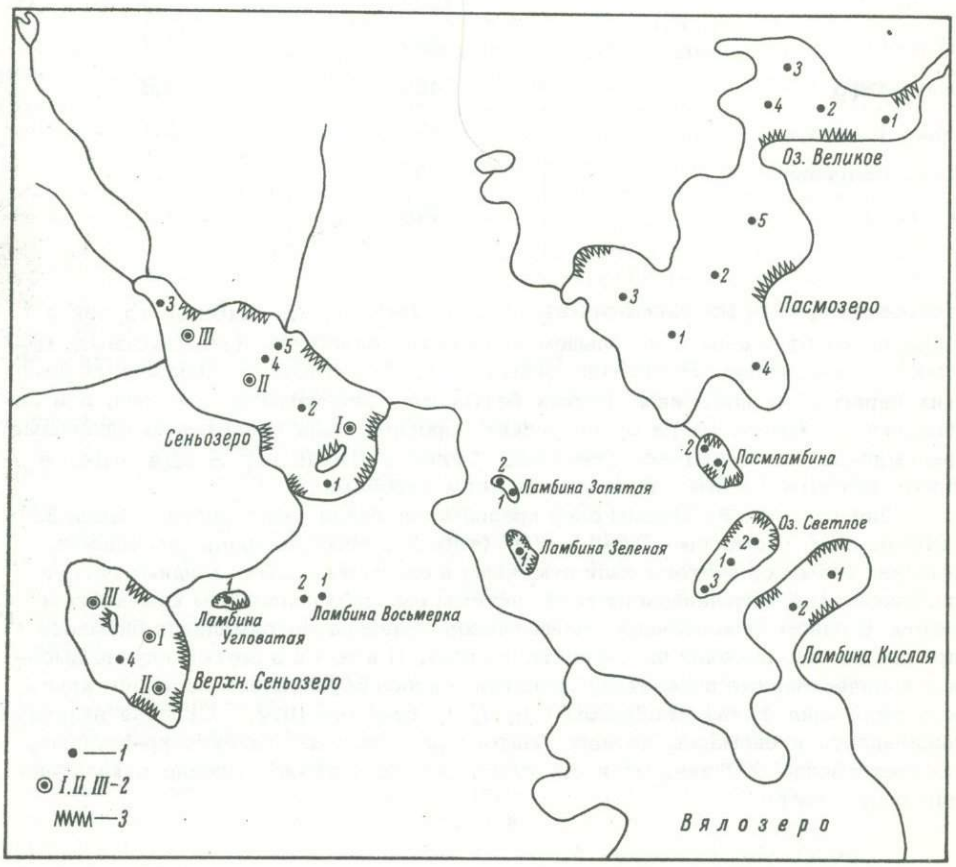


Рис. 2. Схема расположения озер и ламбин северотаежного ландшафта.

Станции взятия бентоса: 1 – в открытой части озера; 2 – стационарные; 3 – в прибрежной.

Таблица 3

Температура и основные гидрохимические показатели придонных слоев воды озер северотаежного ландшафта

Озеро	Площадь, км^2	Глубина, м		Температура придонных слоев воды, °С	Кислород у дна, % насыщения	pH у дна
		максимальная ($H_{макс}$)	средняя ($H_{ср}$)			
Сеньозеро	3.2	18.0	5.8	8.1	45	6.8
Верхн. Сеньозеро	1.4	13.0	4.2	12.3	65	6.8
Светлое	0.2	10.2	3.0	18.5	100	3.9-4.0
Пасмозеро	4.2	13.5	4.2	13.4	25-27	6.6
Великое	1.3	4.6	2.4	17.0	100	6.8
Вялозеро	104.0	20.0	7.7	12.0	80-90	7.0

В отличие от других исследованных озер у Сеньозера хорошо развита литоральная зона с зарослями макрофитов и соответствующим населением. Благодаря разнообразию литоральной фауны бентос Сеньозера оказывается самым богатым по видовому составу среди изучаемых озер. В составе его доминируют хирономиды, которые представлены 37 видами и формами (48.6% общего видового состава бентоса). В центральной, наиболее глубоководной части озера обитают Chironomus f. l. salinarius, Stictochironomus и Procladius. В северо-западной части озера на илах с остатками высшей водной растительности на глубине 12-13 м к названным трем формам присоединяются моллюски (Pisidium obtusale и P. henslovanum) и олигохеты (Poloscolex ferox и Lumbriculus variegatus); кроме того, здесь довольно часто встречается рыбья пиявка (Piscicola geometra). Еще разнообразней оказался состав фауны в юго-восточной части водоема на песчано-илистых грунтах ст. 1 (глубина 5-7 м), где вместе с Procladius и Stictochironomus были обнаружены также Tanytarsaria, эфемериды (Ephemera vulgata), моллюски (Valvata macrostoma) и несколько видов Pisidium. Эта станция характеризует сублиторальную зону Сеньозера, которая в данном водоеме расположена между изобатами 2.0-7.0 м.

В литорали этого водоема отмечены следующие биотопы: чистый подвижный песок, камни без обрастаний, заиленный песок, обрастания на камнях, заросли макрофитов (линеидов), омываемые края сплавины. На чистых камнях и подвижном песке фауна практически отсутствовала. На камнях с обрастаниями диатомовых и нитчаток отмечены фитофилы - Sida crystallina, Stylaria lacustris, Microtendipes gr. chloris, Pisidium obtusale. Наибольшее количество литоральных обитателей концентрировалось на заиленном песке, в зарослях макрофитов и на краях сплавины у заболоченных берегов. На краях сплавины были обнаружены Sida crystallina, Stylaria lacustris, Cricotopus silvestris, Microtendipes

gr. chloris, т. е. наиболее характерные представители фитофильного биоценоза. Эти же организмы были найдены и в зарослях тростника, причем на этих кожистых растениях, слегка обросших водорослями, фитофильный биоценоз бентоса был беднее, чем на краях сплавины. На заиленном песке в тростнике или без зарослей были отмечены Polypedilum breviantennatum, Tanytarsus gr. mancus, T. gr. lobatifrons, Pisidium obtusale, Stylaria lacustris и реликтовый рачок Pontoporeia affinis. Таким образом, биотопы литорали Сеньозера населены довольно богато и разнообразно формами, которые широко распространены не только в водоемах Севера, но и в озерах других регионов.

Вызывает интерес распределение Pontoporeia affinis на мелководье у берегов в окружении литоральных форм и отсутствие этого рачка на глубинах, где значительно ниже температура воды, но несколько понижено содержание кислорода. Средняя численность бентоса 800 экз./м^2, биомасса 2.2 г/м^2.

Верхн. Сеньозеро примерно вдвое меньше, чем Сеньозеро, имеет слабо развитую литораль и низкие, местами заболоченные берега. Дно водоема заилено. В более глубокой, восточной части его (ст. 1, глубина 11–12 м) отмечены тонкие темно-коричневые илы, в западной же части (ст. 2, гл. 6–7 м) залегают светло-коричневые хлопьевидные илы. Между изобатами 6 и 2 м – песчано-илистые отложения; и, наконец, в прибрежье (от 2 м и до уреза воды) – песчаные грунты или каменистые.

В течение июля–августа 1967 г. водная масса озера была прогрета до 16–17°, и лишь в самой глубокой стратифицированной части придонная температура была 12–14° и насыщение воды кислородом достигало 65–70% нормального.

В составе бентоса Верхн. Сеньозера обнаружено 57 видов и форм беспозвоночных, из которых хирономид – 30 видов и форм, что составляло 63% всего состава бентоса. В глубоководной части озера на темно-коричневых илах хирономид было очень мало. Доминировали моллюски из рода Pisidium. Весь биоценоз на темно-коричневых илах состоит из Pisidium obtusale, P. coserfanum, Chironomus f. l. salinarius и Procladius. В мелководной части озера на светло-коричневых илах обнаружено 12 видов и форм хирономид, различных по экологии. Здесь были отмечены Chironomus f. l. plumosus, Polypedilum gr. nubeculosum, Endochironomus gr. tendens, Cricotopus gr. silvestris, Cryptochironomus gr. viridulus, C. gr. vulneratus. Кроме хирономид, в этой части озера на дне было довольно много кладоцер – Sida crystallina и Eurycercus lamellatus, а также найдены нематоды, которые в изучаемых водоемах Кольского полуострова встречались очень редко. Литораль Верхн. Сеньозера населена бедно. Богаче других биотопов в ней были населены редкие заросли макрофитов и обрастания на камнях. В этих биотопах были найдены Cricotopus gr. silvestris, Microtendipes gr. chloris, Stylaria lacustris, Eurycercus lamellatus. Единичные личинки хирономид отмечены также на затопленных деревьях и корягах. На подвижных песках и камнях без обрастаний фауна отсутствовала. Средняя численность бентоса 1860 экз./м^2, биомасса 3.8 г/м^2.

Общей чертой озер с искусственно повышенным уровнем воды является резкое обеднение фауны литорали, что сопровождается обеднением общего видового состава их бентоса. Это было отмечено нами на пяти озерах разной величины – Вялозере, Пасмозере, Великом, Мунозере и Индель.

Пасмозеро – относительно большой и глубокий водоем (табл. 3) с искусственно повышенным уровнем воды. Литораль его, местами покрытая довольно густыми зарослями макрофитов, затоплена. Озеро окружено кольцом мертвого подтопленного леса. Иловые отложения в более глубокой, южной его части – тонкоструктурные, светло-коричневые; в более мелководной, северной – темно-коричневые, загрязненные корой, опилками, щепой. В центральной части южного плёса на максимальной глубине (13 м) в конце

июля отмечена температурная стратификация, концентрация кислорода в придонных слоях составляла всего 25% нормального насыщения. В более мелководной, северной части вся толща воды была равномерно прогрета до 17–18°.

Бентос Пасмозера небогат по видовому составу: в нем обнаружено 35 видов и форм, относящихся всего к 4 систематическим группам беспозвоночных – олигохетам, моллюскам, эфемеридам и хирономидам. Последние являются доминантами: на их долю приходится 18 видов и форм, или 51.4% всего состава бентоса. В заиленной, наиболее глубокой, южной части водоема были найдены Chironomus f. l. plumosus, Ch. f. l. salinarius и Procladius; на отдельных станциях (рис. 2; ст. 3, в восточной части южного плёса) к названным формам присоединялись олигохеты (Pothamotrix hammoniensis) – до 40 экз./м^2. Этот вид олигохет в более северных озерах полуострова встречен не был.

Ближе к берегам, в сублиторальной зоне, фауна богаче. Там вместе с названными пелофилами были обнаружены также псаммофилы – Stictochironomus, Cryptochironomus gr. viridulus, C. gr. vulneratus и некоторые другие. В зоне затопленной литорали на песчано-каменистых грунтах организмы отсутствовали, а на угнетенных затопленных макрофитах были обнаружены в небольшом количестве Endochironomus gr. tendens, Cricotopus algarum, Microtendipes gr. chloris, отдельные особи Stylaria lacustris и Pisidium henslovanum, т. е. в очень обедненном составе представители фитофильного биоценоза. От ручейников в затопленной литорали сохранились только домики (Molanna, Phryganea grandis). Средняя численность бентоса 740 экз./м^2, биомасса 6.6 г/м^2.

Оз. Великое – небольшой мелководный водоем с низкими берегами. После подъема уровня он соединился широким протоком с Пасмозером. Дно наиболее глубокой его зоны выстилают илы: хлопьевидные светло-коричневые – в восточной части, тонкие светло-коричневые – в центре и более темные с примесью песка – в западной части. Ближе к берегам к илам примешиваются остатки растительности – макрофитов и древесной, оказавшейся в водоеме в результате лесосплава. Литораль в этом озере песчаная, каменистых участков мало. Заросли макрофитов очень скудные, угнетенные.

В составе бентоса этого водоема на илах обычны из хирономид Ch. f. l. plumosus, Polypedilum gr. scalaenum, Cryptochironomus gr. viridulus, Stictochironomus, Microtendipes gr. chloris, Ablabesmia gr. monilis, Abl. gr. lentiginosa, Procladius, из олигохет Peloscolex ferox, Tubifex tubifex и Potamothrix hammoniensis и моллюск Pisidium casertonum. Фауна литорали оз. Великого очень бедна: в затопленном тростнике было найдено несколько экземпляров хирономид – Endochironomus gr. tendens, единичные особи Stylaria lacustris, Nais barbata и Lumbriculus variegatus, Sialis lutaria, Procloen sp. На песке с налипом отмечены хирономиды – Cryptochironomus gr. viridulus, C. gr. vulneratus, Polypesilum breviantennatum, Tanytarsus gr. mancus, T. gr. lobatifrons, Psectrocladius simulans, P. psilopterus, P. dilatatus. На чистом песке без налипа организмы отсутствовали. Средняя численность бентоса 590 экз./м^2, биомасса 1.2 г/м^2.

Оз. Светлое – маленький водоем с голубоватой, очень прозрачной (до дна) водой, pH которой – 3.9–4.0. Все дно, состоящее из полужидких илов, покрыто зарослями мхов. В илах – обилие крупных растительных остатков, в основном мхов, и хитиновых головных капсул хирономид (Procladius и др.). Водная масса этого водоема летом была прогрета до дна.

Бентос водоема состоял из прибрежных форм, распространенных по всему дну. В составе его преобладали фитофилы. Общий видовой состав его беден – 16–17 видов и форм (см. список видов, стр.204–210). В центральной части озера на илах, покрытых мхом, были отмечены личинки Microtendipes gr.

chloris, Microcricotopus bicolor, Cricotopus gr. silvestris, Pseudochironomus gr. prasinatus, Tanytarsus gr. gregarius, Procladius, Cyrnus flavidus, Agrailea multipunctata, Phryganea grandis и др. В небольшом заливе с каменистым дном и на камнях с обрастаниями у берегов открытого плёса были обнаружены в массе Microtendipes gr. chloris и Procladius, иногда в сочетании с Psectrocladius psilopterus, Clynotanypus nervosus, Tanytarsus gr. gregarius, Clicotopus latidentatus; изредка к ним присоединялись также Sida crystallina и Phryganea grandis. Численность бентоса в этом водоеме - 320 экз./м^2, биомасса - 0.8 г/м^2.

Бентос ламбин северотаежного ландшафта

Кроме озер, в северотаежном ландшафте были исследованы семь очень маленьких (площадью менее 0.25 км^2) водоемов-ламбин. Эти водоемы различны по строению дна и глубинам и соответственно различаются по составу фауны (табл. 4). Некоторые из ламбин (Запятая, Восьмерка, Угловатая) представляют собой „окна" на болотах или заболоченные озера; в них - однородное заиленное дно, уходящее под сплавинные берега, у уреза воды сразу довольно большие глубины. В других (Пасмламбина) дно расчленяется на песчаную прибрежную зону и заиленную центральную. Ламбина Кислая после подъема уровня воды в Вялозере превратилась в его залив, хотя иловые отложения в них различны. В трех ламбинах (Зеленой, Запятой и Восьмерке) отмечена устойчивая термическая стратификация с придонной температурой 7-8°, т. е. на 5-6° ниже, чем у поверхности. По богатому насыщению придонной воды кислородом, низкому содержанию биогенов и слабой минерализации (3-8 мг/л) изучаемые ламбины сходны, но некоторые, существенные для биологии гидрохимические ингредиенты в них все же различны. Так, pH самое низкое (4.0) отмечено было в ламбине Запятой и самое высокое (6.4) - в ламбине Зеленой. В этих водоемах низкое содержание органического вещества: бихроматная окисляемость - 11.2-29.0 мг/л O, и очень мала перманганатная окисляемость - 2.3-9.6 мг/л.

Иловые отложения ламбин различны: мягкие, полужидкие, богатые органикой илы-сапропели - в ламбине Кислой; тонкие слабоминерализованные дисперсные илы - в ламбинах Запятой и Восьмерке; песчанистые илы - в ламбинах Угловатой и Пасмламбине; наконец, илы с примесью крупного песка - в ламбине Зеленой.

Донная фауна ламбин в видовом отношении очень ограниченна. Из 23 групп беспозвоночных, обнаруженных в водоемах Кольского полуострова, в ламбинах представлено всего 11. Но в некоторых ламбинах отдельные виды развиваются в массе. Например, в ламбине Запятой обнаружен в массе Chironomus f. l. salinarius. Наибольшее количество видов и форм - в ламбине Щучьей (15), минимальное - в ламбине Кислой (5), но чаще их 8-10. Доминируют в составе бентоса ламбин, как и в озерах, хирономиды, олигохет и моллюсков на дне этих водоемов исключительно мало, а представители остальных групп отмечены единично. Только в ламбине Щучьей, близ Мунозера, имеющей ключевое питание, доминирующим организмом является Pontoporeia affinis.

По составу и обилию бентоса, главным образом его доминирующей группы - хирономид, в процессе характеристики фауны попытаемся определить место некоторых ламбин в трофической классификации Тинеманна-Наумана.

Ламбина Зеленая имеет наиболее ярко выраженные черты олиготрофии. Это самая глубокая ламбина, с чистой прозрачной водой и минерализо-

Таблица 4

Температура и основные гидрохимические показатели придонных слоев воды лямбин

Лямбина	Площадь, км^2	Глубина		Прозначность, м	Температура придонных слоев воды, °С	Кислород у дна, %	pH у дна
		максимальная, м ($H_{макс}$)	средняя, м ($H_{ср}$)				
Зеленая	0.06	11.5	3.5	4.8	7.7–8.3	44	5.9–6.4
Щучья	–	1.4	–	1.4	–	–	–
Пасмлам-бина	0.1	4.5	1.9	2.2	12–13	90	4.5–4.8
Восьмерка	–	8.8	–	2.8	7.0–7.5	11	4.9
Угловатая	–	4.4	–	–	–	23–58	–
Запятая	0.01	5.5	2.6	4.6	8.8	48	4.0
Кислая	0.06	2.8	1.5	2.8	12–13	–	–

ванными иловыми отложениями. Донная фауна в ней бедна: численность – 40 экз./м^2, биомасса – 0.6 г/м^2. В составе фауны глубоководной зоны – Chironomus f. l. salinarius и Procladius. На песчано-илистых грунтах у восточного берега бентос более разнообразен за счет присутствия ряда видов и форм Tanytarsaria и некоторых Chironomidae. Как Chironomus f. l. salinarius в глубинной зоне, так и Tanitarsaria в прибрежье считаются характерными для олиготрофных озер (Дексбах, 1928; Lenz, 1927; Черновский, 1949). Здесь же у берегов лямбины Зеленой отмечены единичные представители олигохет – Lumbriculus variegatus, кладоцер – Sida crystallina, личинки жука Hyphidrus, ручейники – Malanna albicans и пауки – Argyroneta aquatica.

На краях сфагновой сплавины, окружающей лямбину, были найдены Tanytarsus gr. mancus, T. gr. lobatifrons, Sida crystallina, Stylaria lacustris и довольно много личинок жуков Hyphidrus и пауков Argyroneta aquatica. Но в изрезанной заливами осоковой сплавине по северному берегу в обрастаниях нитчаток фауна оказалась очень бедной и состояла из единичных экземпляров личинок хирономид – Psectrocladius psilopterus и Bezzia.

Лямбина Щучья – небольшая, мелководная (табл. 4), изобилующая ключами, прозрачная до дна, со светло-коричневыми хлопьевидными илами. В лямбине Щучьей массовой формой бентофауны является Pontoporeia affinis. Этот реликтовый рачок богатого развития достигает, как правило, в олиготрофных водоемах. по всему ее дну распространены литоральные организмы – Microtendipes gr. chloris, Sida crystallina, Helobdella stagnalis, Gyraulus gredleri, Sphaerium lacustre, Notonecta glauca и др. (см. список видов, с. 204–210) Присутствие Pontoporeia affinis в окружении литоральных организмов на илистых грунтах мелководного водоема придает особое своеобразие бентофауне этого водоема, причем Pontoporeia в нем является доминирующим организмом, составляя в центральной, открытой части около 65% всего бентоса по численности и около 90% по весу. Pontoporeia, кроме открытой части водоема, была найдена также у берегов, около осоковой сплавины и среди

крупных валунов у выхода ключей. На краях сплавины, на валунах у берегов и у ключей были также обнаружены фитофилы – Sida crystallina, Gyraulus gredleri, Microtendipes gr. chloris. Численность бентоса в этом водоеме низкая – 120 экз./м^2, но биомасса его высокая за счет присутствия крупных гаммарид – 3.18 г/м^2.

Пасм ламбина – небольшой водоем, но с дном, расчлененным на заиленную центральную зону и прибрежную песчаную или песчано-каменистую. Дно центральной зоны с глубинами 4–5 м сложено тонкими темно-коричневыми илами. На глубине около 2 м илы сменяются песчано-илистыми отложениями, а у берегов переходят в пески и пески с крупными камнями.

Центральная часть водоема населена однообразно и довольно бедно. Здесь обитают Chironomus f. l. salinarius и Procladius. Численность бентоса составляла 480 экз./м^2, а биомасса – 0.94 г/м^2. На глубине 1.8–2.0 м на песчано-илистых грунтах состав бентоса значительно разнообразней за счет включения Psectrocladius psilopterus, Glyptotendipes gr. gripekoveni, Procladius, Ablabesmia monilis и Polypedilum breviantennatum. На дне у сплавинных берегов фауна хирономид бедна, но там довольно много олигохет Lumbriculus variegatus. На камнях в обрастаниях, на листьях нимфейных и хвоща, наоборот, хирономид много и совсем нет олигохет; состав хирономид здесь разнообразен за счет обилия фитофилов (Endochironomus gr. dispare, Cyrnus flavidus, Stylaria lacustris, Hemiclepsis marginata и др.).

Эвтрофные ламбины Восьмерка и Запятая довольно близки по составу фауны, но различаются по количественным показателям бентоса. Эти ламбины – „окна на болотах". Вода в них темно-коричневая, прозрачность ее низкая – 2.0–2.4 м.

В ламбине Запятой полужидкие коричневые хлопьевидные илы выстилают все дно от максимальной глубины (4.5 м) до прибрежья (1.0 м) и уходят под сплавинные берега. В этой ламбине процветает пелофильный биоценоз, который состоит из крупных личинок Chironomus f. l. semireductus, Tanytarsus gr. gregarius и Procladius. Здесь отмечена максимальная для изучаемых озер Кольского полуострова численность бентоса – 2680 экз./м^2, а соответственно и максимальная биомасса его – 14.41 г/м^2. У краев сплавины (прибрежье) в массе развиваются Tanytarsus gregarius, Procladius, Psectrocladius medius, довольно много ручейников (не только домиков) из сем. Limnophilus, Chetopterix, Malanna, жуки (Hygrobia tarda), клопы (Corixa punctata), а в ополосках с редких кустиков Nuphor pumillum – масса кладоцер Sida crystallina.

Ламбина Восьмерка состоит из двух плёсов, размежованных подводным возвышением. Более глубокий плёс (до 9 м) населен богаче. Здесь численность бентоса достигает 400 экз./м^2 и его биомасса – 3.34 г/м^2. В более мелком плёсе (до 6.5 м) численность бентоса значительно ниже – 120 экз./м^2, а биомасса – всего 1.06 г/м^2. Качественный состав пелофильной фауны в плёсах сходен: явным доминантом среди пелофилов является Chironomus f. l. plumosus. Он отмечен на хлопьевидных коричневых илах в восточном и западном плёсах.

У низких сплавинных берегов и на краю сплавины тоже доминируют хирономиды, среди которых массовой формой является фитофил – Microtendipes gr. chloris; много здесь также Procladius. Из червей обычны Stylaria lacustris и Planaria sp.; отмечены также редкие для кольских озер личинки стрекозы Lestes sponsa. Средняя численность бентоса в этой ламбине составляла 260 экз./м^2, средняя биомасса – 2.2 г/м^2.

Ламбина Угловатая имеет максимальную глубину 4.4 м, но преобладают глубины около 2 м. Центральную часть ее дна выстилают илы

тонкие, темно-коричневые, с песком. У беренов – песок, галька, камни. Берега низкие, местами заболоченные. Бентос ламбины Угловатой состоит из литоральных форм, которые распространены по всему водоему, кроме самой глубокой ее части, где бентос вообще не обнаружен. В составе бентоса этой ламбины доминируют Tanytarsaria – T. gr. gregarius, T. gr. pediciliferus, T. gr. lobatifrons; много также Microtendipes gr. chloris и Glyptotendipes gr. gripexoveni. Кроме хирономид, на дне этого водоема обнаружены в большом количестве кладоцеры – Eurycercus lamellatus. У заболоченных берегов на заиленном песке мало хирономид, но обычны ручейники и их домики – Mystacides azurea, M. longicornis, Malanna albicaus, Goera pilosa, Ecnomus tenellus и др., жуки – Gyrinus marinus, Hygrobia sp. и др. У более высоких берегов в обрастаниях на камнях и на заиленном песке среди камней отмечены хирономиды в составе Tanytarsus gr. lobatifrons и Psectrocladius simulans, олигохеты (Nais barbata), жуки (Lacophilus virescens, Ilybius) и др. (см. список видов. с.204–210). Средняя численность бентоса 1300 экз./м^2, биомасса 2.0г/м^2.

В ламбине Кислой на жидких илах донная фауна исключительно бедна: численность бентоса здесь составляла 60 экз./м^2, а биомасса – всего 0.4 г/м^2. Очень бедно населены полужидкие илы центральной части водоема, даже отдельные кустики нимфейных, разбросанные по акватории озера на этих илах, тоже почти лишены обитателей. Только в узенькой полосе осоки у берегов и на краях сплавины на стыке с водой были обнаружены бентосные организмы. В открытой части этого водоема отмечены хирономиды – Procladius, Psectrocladius gr. psilopterus и Tanytarsus gr. mancus; на нимфейных – единичные экземпляры Sida crystallina; на сплавине – Sida crystallina, Stylaria lacustris, Ephemerella ignita и гидрокарины; в осоке – Sida crystallina и Stylaria lacustris. Очевидно, в этом водоеме полужидкие илы хоть и богаты органическим веществом, но являются недостаточным опорным субстратом для развития бентоса. Возможно, что и повышение уровня воды на 1.0–1.5 м также отрицательно повлияло на развитие донной фауны в этой ламбине.

Бентос озер Ловозерского горного ландшафта

В Ловозерском горном ландшафте были исследованы три водоема: Сейдозеро, оз. Щучье и Терекъявр (рис. 3). Основное внимание было сосредоточено на Сейдозере, как на наиболее характерном для названного ландшафта.

Сейдозеро расположено в окружении гор Ловозерской тундры, и только небольшой участок восточного берега – низкий, заросший лесом или заболоченный, где расположен сток Сейдозера – порожистая р. Сейдйок, соединяющая его с Ловозером. Благодаря полному водообмену в Сейдозере не обнаружено ни термической стратификации, ни обеднения кислородом придонных слоев воды (табл. 5). Около 80% площади дна Сейдозера занимают иловые отложения – илы, песчанистые илы и заиленные пески. Литораль в этом озере выражена слабо. У уреза воды – обломки скал: каменистые плиты, огромные камни; редко галечник или крупнозернистый песок. Песчаные отложения приурочены к устьям притоков: в западном конце озера – р. Эльмарайок и в центральной части – руч. Чевруай. Водная растительность в Сейдозере представлена полушником, который занимает песчано-илистые грунты между изобатами 2 и 5 м, образуя заросли шириной от 2 до 20–30 м.

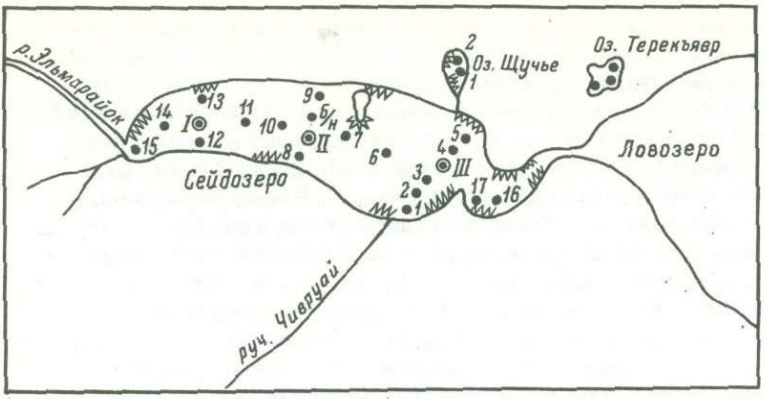


Рис. 3. Схема расположения озер Ловозерского горного ландшафта.

Обозначения те же, что на рис. 2.

Таблица 5

Температура и основные гидрохимические показатели придонных слоев воды озер Ловозерского горного ландшафта

Озеро	Площадь, км^2	Глубина		Температура у дна, °С	Кислород у дна, %	pH у дна
		максимальная, м ($H_{макс}$)	средняя, м ($H_{ср}$)			
Сейдозеро	12.5	12.0	5.4	10–12	100	~7.0
Щучье	–	1.5	–	13.8	100	~7.0
Терекъявр	–	3.8	–	13.0	100	~7.0

В составе бентоса Сейдозера обнаружено всего 58 видов и форм, которые относятся к 15 группам беспозвоночных (см. список видов, с.204–210), из них 35 видов и форм хирономид (60% всего состава бентоса), 3 вида олигохет и 14 видов из всех остальных групп. По биомассе хирономиды здесь также занимают доминирующее положение, составляя 72.6% общей биомассы бентоса.

В глубоководной части озера на илах много Procladius, Chironomus f.l. bathophilus, Ch. f.l. salinarius и Ch. f.l. plumosus. Хищник Procladius является в этом водоеме доминантной формой. Он обитает во всех зонах озера и составляет по численности 40–50% всех хирономид. На песчано-илистых грунтах, ближе к берегам, также доминировали хирономиды, но в несколько ином составе: преобладали Cryptochironomus gr. viridulus, Psectrocladius gr. psilopterus, Tanytarsus gr. mancus, T. gr. gregarius, а Procladius встречался реже. В зоне зарослей полушника к вышеназванным формам присоединялись такие фитофилы, как Cricotopus gr. silvestris, Microtendipes gr. chloris, Allochironomus, и хищник Cryptochironomus pararostratus. У берегов на камнях 16–17 июля организмов не обнаружено, но в конце июля по мере развития обрастаний из нитчатых и диатомовых здесь появляются Procladius, Tanytarsus gr. mancus, T. gr. gregarius, T. gr. lobatifrons, Cricotopus silvestris, Pisidium obtusale, Segmentina nitida, Stylaria lacustris и некоторые другие.

Значительные колебания численности бентоса при сравнительно постоянной величине его биомассы (табл. 6), отмеченные в Сейдозере в июле–августе 1969 г., можно связать с изменениями популяции доминирующей группы хирономид – с нарастанием их численности, вылетами, появлением молоди.

Среди озер Кольского полуострова Сейдозеро не является обедненным горным водоемом. По сравнению с озерами других ландшафтов Кольского полуострова численность и биомасса бентоса в нем достаточно высокие (табл.7).

Таблица 6

Средняя численность (ч – в экз./м^2) и средняя биомасса (б – в г/м^2) бентоса Сейдозера в июле–августе 1969 г.

I серия			II серия			III серия			Средние летние		Количество станций
дата	ч	б	дата	ч	б	дата	ч	б	ч	б	
20–25 VII	885	3.4	8–10 VIII	1580	3.7	16–18 VIII	1200	3.5	1205	3.5	31

Таблица 7

Величины численности и биомассы бентоса озер разных ландшафтов Кольского полуострова

	Озера лесотундрового ландшафта	Озера северотаежного ландшафта	Сейдозеро, Ловозерский горный ландшафт
Численность, экз./м^2	330–1330	320–1860	1210
Биомасса, г/м^2	1.5–4.3	0.7–3.8	3.5

Оз. Щучье – небольшой по площади и очень мелководный водоем, расположенный в бассейне Сейдозера (табл.5). Северная заиленная часть этого озера глубже, чем южная с каменистым дном. В южной его части берет начало ручей, который впадает в Сейдозеро. Вдоль северо-восточного берега тянутся заросли осоки и мхов шириной до 4–5 м.

По дну оз. Щучьего распространена прибрежная фауна. На илах здесь обнаружены личинки хирономид Procladius и Bezzia, реже олигохеты – Peloscolex ferox и Stylaria lacustris. В зарослях осоки и мхов и на камнях в обрастаниях – Psectrocladius psilopterus, Stylaria lacustris, Glossiphonia complanata, Phryganea striata, Sida crystallina, Eurycercus lamellatus и Pisidium obtusale. Доминирует в составе бентоса Bezzia, которая только в этом озере отмечена в массе. Из олигохет одинаково часто встречались пелофил Peloscolex ferox и фитофил Stylaria lacustris. Средняя численность летнего бентоса в этом озере составляла 760 экз./м^2, средняя биомасса – 4.1 г/м^2.

Оз. Терекъявр – маленький бессточный водоем трехлопастной формы. В одной из лопастей отмечена максимальная глубина его – 3.8 м. Светло-коричневый полужидкий ил покрывает дно этого водоема и подходит к самым берегам. У уреза воды – ряд отмытых камней, иногда с обрастаниями. Донная фауна Терекъявра бедна и однообразна. На илах обнаружены хирономиды – Eukiefferiella longicalcar, Glyptotendipes gr. gripekoveni и Procladius. Олигохеты (Peloscolex ferox) и моллюски (Pisidium obtusale) встречались на илах единично. В обрастаниях с камней отмечены Ablabesmia gr. monilis и Tanytarsus gr. mancus. Во мхах, местами сползающих в воду, найдены личинки слепней (Tabanus) и хирономид Polypedilum breviantennatum. В прибрежье в толще воды выловлено несколько клубков, состоящих из Gordius aquaticus. В отмытых илах были найдены остатки (головы, ротовые части) хирономид в более разнообразном составе, чем в бентосе, – Ablabesmia monilis, Diamesa insignipes, Tanytarsus gr. pedicilliferus и Glyptotendipes gr. gripekoveni. Средняя летняя численность бентоса в этом озере – 880 экз./м^2 и его средняя биомасса – 1.58 г/м^2.

Заключение

Обобщая данные о бентосе изучаемых водоемов разных ландшафтов Кольского полуострова, отметим следующее. Всего в составе донной фауны этих озер обнаружено 225 видов и форм бентосных организмов. Эта цифра свидетельствует о достаточно разнообразном донном населении в изучаемых северных озерах. На разнообразие состава бентоса в озерах Кольского полуострова уже указывалось в литературе (Ялынская, 1959; Петров и Стругач, 1966). Имеет место оно и в озерах других северных регионов. Так, у Вашуткиных озер Полярного Урала О.С. Зверева (1966а) также отмечает разнообразие состава бентоса (ею обнаружено 220 видов и форм), причем она считает, что существующее мнение о бедности фауны в озерах Севера ошибочно и появилось в результате их слабой изученности. Надо заметить, что, говоря о составе бентоса в озерах Севера, авторы не учитывают частоту встречаемости отдельных видов и форм. Из нашего довольно обширного списка только половина организмов встречалась регулярно, а остальные - редко; около 65 видов и форм имели вообще разовую встречаемость (см. список видов, с.204-210).

Таблица 8

Соотношение групп бентоса в озерах разных ландшафтов Кольского полуострова (I - количество видов и форм; II - % от общего видового состава)

Ландшафт	Общее число групп	Общее число видов и форм	Соотношение групп бентоса							
			хирономиды		моллюски		олигохеты		прочие	
			I	II	I	II	I	II	I	II
Лесотундровый (озера)	17	90	57	63.3	11	12.2	5	5.5	17	19.0
Северотаежный										
(озера	22	115	63	55.0	23	20.0	5	4.3	24	20.7
лямбины)	11	52	30	56.5	0	0	2	3.8	20	39.7
Ловозерский горный (Сейдозеро)	15	59	35	60.0	7	11.8	3	5.0	14	23.2

Примечание. Всего в составе бентоса обнаружены представители 23 групп беспозвоночных.

Таблица 9

Массовые виды и формы бентоса в озерах разных ландшафтов Кольского полуострова

Название организмов	Озера лесотундрового ландшафта	Северотаежный ландшафт		Ловозерский горный ландшафт - Сейдозеро
		озера	лямбины	
Procladius Skuze	м	м	м	м
Chironomus f.l. bathophilus	м	м		м
Ch. f. l. salinarius		м	м	
Ch. f. l. semireductus			м	
Ch. f. l. plumosus			м	
Polypedilum breviantennatum	м			
Cryptochironomus gr. defectus	м			
C. gr. viridulus	м			
Stictochironomus		м		
Sergentia longiventris		м		
Psectrocladius psilopterus				м
Tanytarsus gr. mancus		м		
T. gr. lobatifrons		м		

В озерах разных ландшафтов групповой состав бентоса несколько различен и удельный вес отдельных групп в составе фауны разный (табл. 8). Наиболее разнообразен состав бентоса в озерах северотаежного ландшафта, в которых были обнаружены представители 22 групп из 23 и в бентосе отмечено 115 видов и форм. Самый бедный групповой состав бентоса – из представителей всего 11 групп, или 52 видов и форм, – был отмечен в ламбинах (табл. 8).

Обеднение состава фауны с выпадением ряда групп отчетливо связывается с состоянием литорали: в озерах с развитой литоралью – наиболее богатый состав фауны (Сеньозеро); в озерах со слаборазвитой литоралью (Сейдозеро), с литоралью, ушедшей под сплавину (ламбины Запятая, Восьмерка) или затопленной (Пасмозеро, оз. Вкликое, оз. Индель), из состава бентоса выпадает ряд форм, характерных для прибрежья, – губки, гидры, турбеллярии, лоденки, стрекозы и др. (см. список видов, с. 204–210). Количество видов и форм в водоемах также зависит от состояния литорали. В изучаемых озерах эта величина колеблется в очень больших пределах: в Сеньозере, с развитой литоралью, – 85 видов и форм, а в ламбине Восьмерке, представляющей собой „окно" на болоте, – всего 8 видов и форм.

Наиболее богато в составе фауны представлены хирономиды – их 90 видов и форм, или 40% общего видового состава фауны. Затем следуют гидракарины – их 32 вида (14,2%), за ними моллюски – 30 видов (13,3%), ручейники – 19 видов (8,4%), эфемериды – 12 видов (5,3%) и, наконец, олигохеты – 10 видов (4,4%). Массового развития в изучаемых озерах достигают всего 13 видов и форм (5,7% общего видового состава) бентоса, причем все они принадлежат хирономидам (табл. 9). Хирономиды наиболее многочисленны в изучаемых водоемах и играют большую роль в биомассе бентоса (табл. 10). Таким образом, эти озера можно назвать „хирономидными".

Таблица 10

Роль хирономид (в %) по численности и биомассе в составе бентоса озер Кольского полуострова

	Озера лесотундрового ландшафта	Северотаежный ландшафт		Ловозерский горный ландшафт – Сейдозеро
		озера	ламбины	
Численность	41–77 / 60	56–88 / 63	35–100 / 80	– / 67
Биомасса	16–64 / 36	41–90 / 77	40–100 / 72	– / 73

Примечание. В числителе – крайние значения, в знаменателе – средняя величина.

Видовой состав других групп бентоса значительно беднее. Моллюски наиболее богато представлены в озерах северотаежного ландшафта, которые выделяются среди изучаемых озер немного более высокой минерализацией: в них общая минерализация – 16–27 мг/л, тогда как в озерах двух других ландшафтов не превышает 19 мг/л (Дегопик, наст. сб.). Среди моллюсков наиболее распространены представители рода *Pisidium*.

В озерах северотаежного ландшафта обнаружено 23 вида моллюсков, что составляет 20% всего видового состава их бентоса, в озерах лесотундрового ландшафта – всего 11 видов, или 12.2% всего видового состава бентоса, а в Сейдозере Ловозерского горного ландшафта – только 7 видов, или 11.8% общего видового состава бентоса этого озера. В ламбинах моллюски отсутствовали, за исключением ламбин Щучьей близ Мунозера. В отличие от других ламбин, питающихся в основном атмосферными водами, ламбина Щучья имеет обильное ключевое питание. Соответственно и бентос в ней резко отличен и состоит в основном из моллюсков (Pisidium obtusale) и гаммарид (Pontoporeia affinis). Гаммариды в других ламбинах не встречались, но в некоторых озерах – Полярном, Китенъявр, Мал. Колгиявр, Бол. Колгиявр, Канентъявр, Сеньозере и Сейдозере – была обнаружена Pontoporeia affinis, причем, как отмечено выше, приурочена она была к минеральным грунтам на течении или к стыку песчаных и каменистых грунтов на глубине 2–3 м.

Черви – планарии, нематоды, пиявки, гордиусы и олигохеты – представлены в изучаемых водоемах бедно: встречались они редко и число видов было невелико. Чаще других из червей присутствовали олигохеты, которые составляют от 3.8 до 5.5% общего видового состава фауны. В глубинах на илах наиболее обычен был Peloscolex ferox, а в прибрежье – Stylaria lacustris. Potamothrix hammoniensis был обнаружен только в озерах северотаежного ландшафта; был он найден и в оз. Бол. Имандра. Ни в озерах лесотундры, ни в горном Сейдозере этот вид нами не встречен. Очевидно, озера лесотундры и горное Сейдозеро лежат за пределами ареала распространения P. hammoniensis, северная граница которого пока точно не установлена. Южнее Кольского полуострова этот вид широко распространен.

Довольно часто, но единичными экземплярами, встречались ручейники. Наиболее богато они представлены в озерах северотаежного ландшафта. Чаще других в озерах Кольского полуострова присутствовали Mystacides azurea, Molanna angustata и Limnophies. В илах ряда озер – системы Канентъявр–Колгиявр, Сеньозере, Сейдозере и др. – обнаружено много (до 500 экз./м^2) пустых домиков ручейников из сем. Molannidae и Limnoceridae.. О наличии большого количества пустых домиков ручейников в илах сублиторали Сергозера и других озер бывшего Олонецкого края, а ныне Карелии, пишет С. Г. Лепнева (1928), констатируя, что присутствие домиков ручейников в илах Олонецкого края – столь же характерное явление, как и раковин моллюсков в Балтийских озерах. Экман (Ekman, 1915), отмечая наличие домиков ручейников в илах оз. Веттерн, считает это особенностью озер Фенноскандии. Таким образом, возникает предположение о каком-то сравнительно недавнем изменении в условиях жизни озер описываемого региона, сопровождавшемся вымиранием некоторых псаммофильных форм.

По экологии донные организмы изучаемых озер – эврибионты. Среди них не найдено особых форм, характерных для исследуемого региона. Все обнаруженные виды и формы хорошо известны из литературы как свойственные озерам и Севера, и средних широт, хотя для Кольского полуострова многие из них указываются впервые (см. список видов, с. 204–210).

В составе бентоса очень мало стенотермных холодноводных форм. Моллюск Pisidium conventus и реликтовый рачок Pontoporeia affinis, считающиеся обычно холодноводными, в озерах Кольского полуострова встречались сравнительно редко, и места их обитания не выделялись особо низкой температурой. Pisidium conventus был встречен в Сеньозере на стыке песчаных и илистых грунтов на глубине 2–3 м при температуре 14–15°. Температура придонной воды в местах нахождения Pontoporeia

в системе Канентъявр-Колгиявр была 12-13°, в Сеньозере - 10-12°. Хороший прогрев озер и застойные явления с понижением содержания кислорода на холодноводных стратифицированных участках, вероятно, мешают широкому распространению холодноводных оксифильных форм бентоса. Отсутствие в составе бентоса озер Кольского полуострова эндемичных форм свидетельствует об относительной молодости этих озер. Это сближает озера Кольского полуострова с некоторыми молодыми горными озерами (Гурвич, 1958).

Наши повторные наблюдения за изменениями бентофауны на некоторых озерах в июле-августе показали громадное значение температурного фактора в этих изменениях, которые активней протекали на мелководных участках озер и медленней - на глубоководных, особенно при наличии там термической стратификации. Во всех озерах изменения бентоса в первую очередь определялись изменениями популяции руководящей группы хирономид (рис.4). Изменения состава первичноводных обитателей дна (олигохет, моллюсков), представленных в изучаемых озерах значительно бедней, за кратковременный период исследования выявить не удалось.

В лесотундровом ландшафте повторные наблюдения были проведены на оз. Глубоком. Серии были взяты 16 и 27 VII и 17 VIII. Оз. Глубокое - небольшой, устойчиво стратифицированный водоем, присоединенный к системе Канентъявр-Колгиявр ручьем. Населен он в основном хирономидами. Между 16 и 27 VII был отмечен вылет хирономид, а затем в его глубинной зоне до 17 VIII (до конца наблюдений) так и сохранялись низкие численность и биомасса бентоса. А в прибрежье в это время в зарослях хвоща, осоки и мхов была обнаружена молодь Ch. f. l. salinarius, Polypedilum gr. scalaenum, Stictochironomus и Procladius, т. е. тех форм, которые населяют в этом водоеме и глубинную зону.

В Сеньозере северотаежного ландшафта, стратифицированном в центральной части, с дном, расчлененным на зоны, и преобладанием хирономид в составе бентоса, были проведены четыре серии наблюдений: 20 и 29 VII, 8 и 26 VIII. Основные изменения бентоса здесь имели место на ст. 1 (глубина 5-6 м) и ст. 3 (глубина 12-13 м) (см. рис. 2), а на центральной ст. 2 с глубиной 18 м бентос был стабилен, и только к концу наблюдений (26 VIII) был отмечен рост личинок хирономид, начало их окукливания и замедленный, растянутый их вылет. На мелководных станциях эти процессы развития хирономид прошли на месяц раньше. Там с 16 по 27 VII происходил интенсивный рост хирономид и прирост их численности и биомассы. К 15 VIII многие хирономиды окуклились и вылетели, в результате чего снизились численность и биомасса бентоса. А к 26 VIII численность и биомасса бентоса снова возрастают за счет роста молоди.

В Верхн. Сеньозере наблюдения были проведены 13 и 28 VII, 11 и 25 VIII. В этом озере хирономиды обитают от изобаты 8-10 м и до уреза воды; наиболее глубоководная его часть, стратифицированная, с низкой придонной температурой, была населена в основном моллюсками. До 11 VIII вылет хирономид не наблюдался, но в пробе было очень много окукливших форм, а 25 VIII в озере отмечено резкое снижение численности и биомассы хирономид и обилие их чехликов, т. е. произошел их вылет.

Сейдозеро Ловозерского горного ландшафта хорошо прогревается до дна и населено в основном хирономидами. Наблюдения на нем были проведены 20 и 29 VII, 8 и 16 VIII. Первый вылет хирономид здесь был отмечен 29 VII, затем происходит нарастание их численности и особенно биомассы за счет роста молоди. К 16 VIII часть хирономид вылетает, часть готова к вылету - много окукливших. Такой процесс развития хирономид отмечен по всему водоему, за исключением западного конца озера, где впадает холодноводная горная река Эльмарайок. Здесь рост и окукливание хирономид запаздывают.

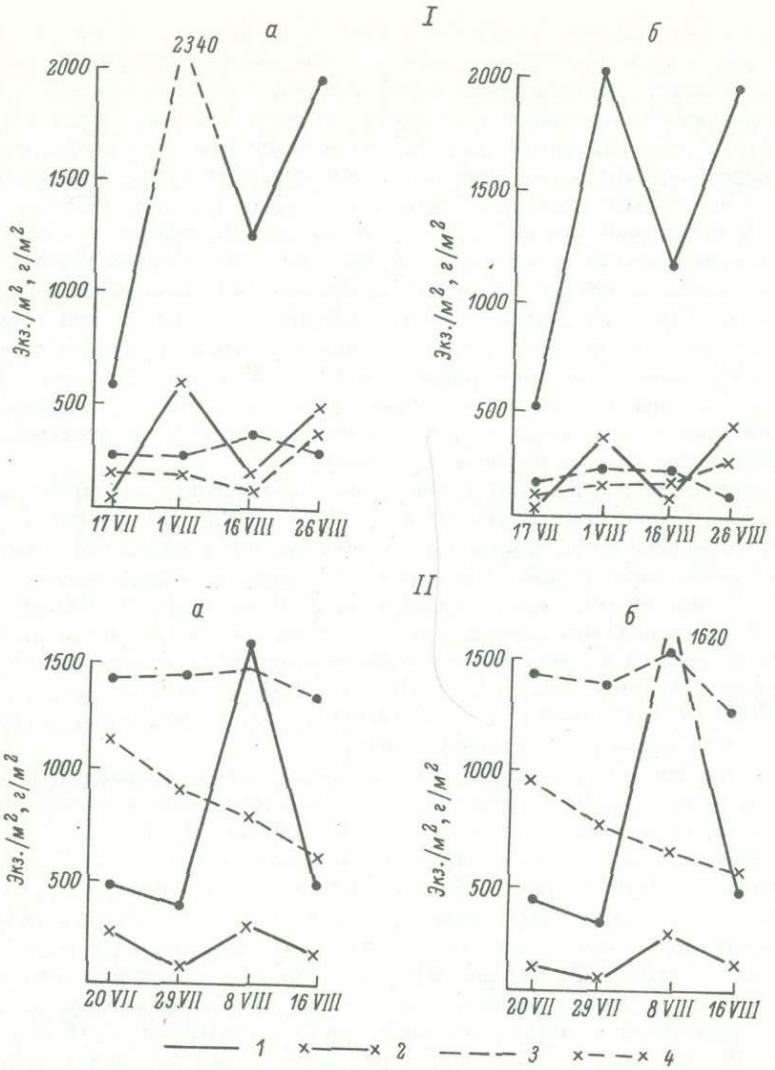


Рис. 4. Изменение численности и биомассы всего бентоса (а) и хирономид (б) летом 1967 г. в Сеньозере (I) и Сейдозере (II).

1 и 2 – численность и биомасса на мелководной станции, 3 и 4 – то же на глубоководной.

Таким образом, в изучаемых озерах намечаются два срока вылета хирономид: в конце июля и во второй половине августа. Такие же сроки вылета хирономид отмечает О. С. Зверева (1966а) для Вашуткиных озер Полярного Урала, причем она считает, что в июле вылетают зимовавшие хирономиды, а в августе – хирономиды-сеголетки, успевшие завершить свой цикл развития за короткий северный вегетационный период. Внешние погодные условия, по-видимому, также могут влиять на сроки развития и вылета хирономид. В ненастное холодное лето 1968 г. личинки Chironomus f. l. salinarius более месяца пребывали в водоеме (в Вялозере), готовые к окукливанию, но не окукливались и не вылетали, а в теплое лето 1967 г. в это же время (конец августа) их уже не было в водоеме.

В отношении горизонтального распределения бентоса по дну изучаемых водоемов следует отметить, что он концентрируется на илистых грунтах в более глубоководных частях водоемов, прибрежная часть озер заселена значительно бедней, а иногда и вовсе не заселена. Характерно также для этих озер перемещение ряда прибрежных форм на илистые грунты в более глубокие части водоемов. Так, в Сейдозере до максимальных глубин (до 12 м) проникают Microtendipes fgr. chloris, Polypedilum brevi-antennatum, Stictochironomus. В Пасмозере в центральных частях на глубине 12-13 м обычен Endochironomus. В проточных озерах системы Канентъявр-Колгиявр на максимальных глубинах и илистых грунтах обычны Tanytarsaria, Stictochironomus, Polypedillum brevian-tennatum.

Такое перемещение бионтов некоторые авторы считают характерным для бентофауны „молодых" горных озер и озер Севера (Гурвич, 1958). В. Н. Грезе (1957) также отмечает смещение прибрежных форм бентоса на глубины и отсутствие фауны в литорали в оз. Таймыр, связывая этот факт с глубоким промерзанием литорали в этом холодном полярном водоеме. Однако А. А. Черновский (1949) отмечает, что в озерах Севера возможно перемещение некоторых форм хирономид с глубин в более мелководные части озер.

В изучаемых озерах Кольского полуострова отсутствие фауны в литорали вызвано, по-видимому, разными причинами. В Сейдозере литораль очень слабо развита. В Пасмозере и Великом она затоплена. В проточных озерах системы Канентъявр-Колгиявр у берегов разместились подвижные, малоокатанные пески, оказывающие смертельное механическое воздействие на случайно попавшие в них организмы. Возможно, что здесь также сказывается влияние продолжительного и сильного промерзания этой зоны водоемов.

Количественные показатели бентоса изучаемых озер Кольского полуострова отличаются разнообразием: численность изменяется от 40 до 2680 экз./м^2, а биомасса - от 0.6 до 14.4 г/м^2 (табл. 11). Особенно велика амплитуда колебания этих величин у ламбин и несколько меньше у озер. Интересно, что значительные колебания численности и биомассы бентоса отмечают также В. В. Петров и М. Б. Стругач (1966) для некоторых больших озер Кольского полуострова, в которых условия для развития бентоса должны быть значительно более стабильными, менее подверженными внешним воздействиям.

По количественным показателям бентоса озера Кольского полуострова занимают промежуточное положение среди других озер Севера (табл. 12). Они беднее озер Гыданской тундры (Бурмакин, 1941) или озер Полярного Урала (Зверева, 1966а), но значительно богаче Норильских озер (Логашов, 1940; Белых, 1940) и оз. Таймыр (Грезе, 1957).

Сравнение Сейдозера с другими водоемами этого региона и некоторыми горными водоемами других географических регионов показало, что среди озер Кольского полуострова Сейдозеро отнюдь не является обедненным водоемом. Состав бентоса в нем достаточно разнообразен - 60 видов и форм, а численность и биомасса бентоса в нем даже выше, чем в ряде других озер этого региона (например, в соседнем Ловозере). Среди горных озер Сейдозеро выделяется незначительным высотным положением: высота его над уровнем моря всего 190 м. Но берега его - горы Ловозерской тундры, и, следовательно, водное питание идет за счет холодноводного, обедненного питательными веществами горного водосбора. Суровые климатические условия с очень коротким периодом вегетации и продолжительным периодом низких температур сближает Сейдозеро со многими горными водоемами, особенно с озерами, молодыми по возрасту и с ледниковым питанием (Гурвич, 1958). Как и в Сейдозере, на дне молодых горных озер доминируют хирономиды, мало моллюсков и червей. Составы преобладающих видов и форм хирономид в Сейдозере и ряде горных озер довольно близки. В пелофильном биоценозе их

Таблица 11

Средние величины численности и биомассы бентоса
озер разных ландшафтов Кольского полуострова (летние данные 1969 г.)

Водоем	Численность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2
Лесотундровый ландшафт		
Канентъявр	1070	3.9
Полярное	1330	4.3
Березовое	590	1.7
Китенъявр	460	3.8
Мал. Колгиявр	450	3.1
Бол. Колгиявр	330	1.5
Глубокое	740	1.3
Среднее по системе	920	3.4
Ловозерский горный ландшафт		
Сейдозеро	1205	3.6
Щучье	760	4.2
Терекъявр	880	1.6
Северотаежный ландшафт		
Озера:		
Сеньозеро	890	2.2
Верхн. Сеньозеро	1860	3.8
Светлое	320	0.8
Вялозеро	1060	6.4
Пасмозеро	740	6.6
Великое	590	1.2
Индель	180	0.7
Ламбины:		
Зеленая	40	0.6
Пасмламбина	480	1.0
Запятая	2680	14.4
Восьмерка	260	2.2
Угловатая	1300	2.0
Щучья	180	3.2

доминирует комплекс хирономид: Chironomus f. l. bathophilus-Ch. f. l. plumosus и Procladius (табл. 13). По мере „созревания" горных озер в них могут появиться эндемики, которые достигают иногда значительного развития, но комплекс доминант среди хирономид от этого, по-видимому, не меняется. Так, например, в оз. Севан много гаммарид, но состав хирономид от этого не изменился (Маркосян, 1948; Фридман, 1948) (табл. 13).

Многие исследователи (Lundbeck, 1926; Герд, 1949; Jarenfeldt, 1953; Ласточкин, 1949, и др.) пытались классифицировать водоемы по составу донной фауны, считая, что бентос формируется в стабильных интимных придонных условиях и хорошо отражает „лицо" водоема. Однако попытки

Таблица 12

Средние летние численность (в экз./м^2) и биомасса (в г/м^2) бентоса некоторых озер Севера

Водоемы	На 1 м^2		Источник
	биомасса	численность	
Норильская группа озер			
Мелкое	0.60	585	Логашов, 1940
Лама	0.40	265	Белых, 1940
Озера Гыданской тундры			
Ямбуто	9.10	5400	Бурмакин, 1941
Хасейнито	2.30	2010	Там же
Озера Большеземельской тундры			
Среднее по 11 озерам	6.2	1218	" "
Озера Таймырского полуострова			
Таймыр	1.00	678	Грезе, 1957
Червяное	2.50	1555	Там же
Озера Полярного Урала			
Вашуткины озера	12.40	–	Зверева, 1966а
Озера Кольского полуострова			
Волчьей и Монче-тундры (среднее по 11 озерам)	1.42	–	Зинова и Нагель, 1938
Имандра	1.13	663	Петров и Стругач, 1966
Ковдозеро	0.70	323	Там же
Мал. Пулозеро	0.94	380	" "
Канозеро	2.70	686	" "
Озера лесотундрового ландшафта	3.37	917	Стальмакова, 1974 (наст. сб.)
Озера северотаежного ландшафта	1.2–3.8	590–1860	Там же
Ламбины северотаежного ландшафта	0.36–14.4	40–2680	" "
Озера Ловозерского горного ландшафта (Сейдозеро)	3.5	1205	" "

классифицировать водоемы по донной фауне пока не вошли в науку. Самое широкое признание получила классификация водоемов Тинеманна–Наумана, в которой бентосу отводится определенное место, но в общем комплексе факторов. По классификации Тинеманна–Наумана, из водоемов, обследованных на Кольском полуострове, только пять (Пасмозеро и Великое, ламбины Запятая, Восьмерка и Пасмламбина) определенно относятся к эвтрофным. Бентос в них богатый, и в его составе доминируют Chironomus f. l. plumosus и Ch. f. l. semireductus. Остальные же 18 водоемов приходится отнести к мезотрофным. В эту сборную группу попадают самые разнообразные водоемы с разным составом бентоса.

Таблица 13

Руководящие формы Chironomidae в горных озерах разных районов

Район	Озеро	Высота над уровнем моря	Состав руководящих форм хирономид пелофильного биоценоза	Биомасса бентоса, г/м^2	Автор, год
Кольский полуостров	Сейд-озеро	190	Chironomus f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius, Procladius	3.50	Стальмакова, 1969
Урал	Большой Кисегач	319	Chironomus f. l. thummi, Procladius, Cryptochironomus	1.14	Подлесный и Троицкая, 1941
Урал	Тургояк	321	Chironomus f. l. thummi, Procladius, Cryptochironomus	1.86	Там же
Центральный Алтай	Нижнее Мультинское	1710	Chironomus f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius, Procladius	2.10	Жинкин, 1935
Кавказ	Севан	1916	Chironomus f. l. salinarius, Procladius	1.77	Маркосян, 1948

Состав и распределение бентоса по водоемам Кольского полуострова

Spongia

Spongilla lacustris L. – Ка

Hydroidea

Pelmatohydra oligactis (Pall.) – Се
Hydra sp. – Се

Turbellaria

Planaria sp. – С, ВС, Щ
Nematod – Б, С, П, Се

Gordiacea

Gordius aquaticus L. – Т

Hirudinea

Hemiclepsis marginata Müll. – П

Glossiphonia complanata L.	– Ка, По, Щ
Helobdella stagnalis L.	– Щ
Haementaria costata Müll.	– Се
Pescicola geometra L.	– ВС
Herpobdella octoculata L.	– Ка

Oligochaeta

Stylaria lacustris Linn	– По, ВС, З, Па, Во, Се, Щу
Repistęs parasita (O. Schm.)	– С
Nais barbata Müll.	– П, В, У
N. variabilis Piguet	– Ка
Ophidanais serpentina Müll.	– С
Peloscolex ferox (Eisen)	– I, С, В, Се, Т
Enchytraeus albidus Henle	– Ка, По, Ки, МК
Tubifex tubifex (O. F. Müll.)	– П, В
Lumbriculus variegatus (O. F. Müll.)	– Ка, По, Б, Ки, МК, С, П, В, Св, З, Щ, Се
Pothamotrix hammoniensis (Mich.)	– Св, С, П, В

Mollusca

Radix ovata (Drap.)	– П, Св, ВС, Се, Щу
R. peregr (Müll.)	– Св, ВС
Galba palistris peregriformis O. F. Müll.	– Ка
Amphipeplea glutinosa (Müll.)	– По
Anisus contortus (L.)	– С
A. spirorbis (L.)	– ВС
Gyraulus albus (Müll.)	– Ки, С, Се
G. gredleri (Bielx)	– Ка, По, ВС, Щ, Се
G. laevis (Alder)	– Ка, С, ВС, Се
Armiger crista (Müll.)	– С
Valvata piscinalis (Müll.)	– ВС
V. pulchella Stud.	– С, ВС, Щ
V. cristata (Müll.)	– С, П
V. macrostoma Müll.	– Г, С
Sphaerium subsolidum Clessin	– ВС
Sph. corneum (L.)	– По, Ки, С, ВС
Sph. lacustre (Müll.)	– По, ВС, Во
Pisidium amnicum (Müll.)	– С
P. supinum A. Schmidt	– Ка
P. henslovanum (Sepp.)	– Ка, По, МК, Щ
P. casertanum (Poli)	– Ка, По, Ки, МК, БК, С, ВС, П, В, Се
P. subtruncatum (Malm)	– Ка
P. pulchellum Jenyn.	– В
P. obtusale (Lam.) Jenyn.	– Ка, Г, По, Ки, МК, БК, С, ВС, П, Щ, Се, Т
P. milium Held	– С, Щ
P. conventus Clessin	– Ка, С
P. moitesserianum Polad	– С
P. lilljeborgi Clessin	– В
P. pusillum Jenyn.	– Ка

Crustacea

Polyartemia forcipata Fisher	– По, МК, БК
Pontoporeia affinis Lundstr.	– Ка, По, Ки, МК, БК, С, Щ, Се

Hydracarina

Limnochares aquatica L.	– Па
Diplodontus despiciens (O. F. Müll.)	– Па
Teutonia subalpina (Sithor)	– Па
Lebertia sp.	– Ка, По, С, Па, Се
Oxus ovalis (O. F. Mull.)	– С
Frontipoda musculus (O. F. Müll.)	– С
Limnesia maculata (O. F. Müll.)	– С
Gnaphiscus sp.	– С
Hygrobates fluviatilis (Ström)	– БК, С
H. longipalpis (Herm.)	– С
H. foreli (Leb.)	– Ка, С, Се
H. nigromaculatus (Lebert.)	– Се
H. trigonicus (S. Str.)	– С
H. kirgizicus (Sch.)	– С, Щ
Unionicola crassipes (O. Müll.)	– ВС
Forelia liliacea (O. Müll.)	– С
Piona conglobata (C. L. Koch)	– ВС
P. coccinea var. coccinea (C. Koch.)	– С, ВС, У, Се
P. cornea (C. Koch.)	– ВС
P. rotunda (Kram.)	– Па
P. rotundoides (Thor)	– С, Се
P. discorepens (Koem.)	– С
P. variabilis (Koch)	– С
P. obturbans (Piersis)	– С
Hydrochoretus ungulatus (Koch)	– ВС
Pionocercus sp.	– Се
Midea arbiculata (O. Müll.)	– П
Mideopsis crassipes (Soar)	– С
M. arbicularis (O. Müll.)	– С
Arrenurus neumanii Piers	– У
Arrenurus sp.	– С

Araneina

Argyroneta aquatica (L.)	– С, З, Щу

Odonata

Aeshna squamosa Müll.	– Св
Lestes sponsa Hans.	– Во

Plecoptera

Perlodes dispar Ramb.	– По, Ки, БК
Chloroperla venosa St.	– По, Ки, БК, Се
Capnia nigra Piet.	– Ка, С, П, В

Ephemeroptera

Ephemera vulgata L.	– Ка, Б, С, П
Heptagenia fuscogrisea (Retz)	– ВС
H. sulfurea Müll.	– С, П, В
Baetis sp.	– У, Се
Centroptilum sp.	– С
Cloen dipterum (L.) Bgts	– С

Habrophlebia fusca Curt.	– С
Ordella moesta Bngt	– С, ВС
O. macrura Steph.	– С
Ephemerella ignita Pada	– Г, С
Siphlonurus zetterstedti Byts	– С

Hemiptera

Notonecta glauca L.	– Ка
Gerris sp.	– Ка, Г, С

Megaloptera

Sialis lutaria L.	– Г, С, ВС, В

Trichoptera

Agripnia obsoleta McLach	– Ка, БК, Се
A. pieta Kol.	– Ка, С
Phryganea grandis L.	– Св
Ph. striata L.	– ВС
Limnophies lunatus Curt.	– По
Limnophies sp.	– Ка, По, Б, МК
Chaetopterix villosa Fabr.	– МК, ВС
Goera pilosa Fabr.	– ВС
Mystacides azurea L.	– Ка, По, Б, Се
Cyrnus flavidus Mc. L.	– Ка, Г, Се
Lepidostoma hirtum Fabr.	– Се
Rhyacophilum sp.	– ВС
Hydropsycha angustipennis Curt.	– С
Agraylea multipunctata Curt.	– Св
Polycentropus flavomaculatus Pict.	– МК
Athripsodes bilineatus L.	– Се
Molanna angustata Curt.	– Ка, Ки, МК, БК, В, Се
M. palpata McLach	– МК, З, За, У, Се

Coleoptera

Hygrobia tarda Hbst	– За, У
Hyphidrus ferrugineus L.	– З
Hygrotus versicolor Shall.	– За
Hydroporus sp.	– З
Lacophilus virescens Brah.	– У
Ilybius sp.	– У
Platambus maculatus L.	– С
Dytiscus lapponicus ? Gyll	– С
Gyrinus marinus Gyll	– С, У, Се
Donacia sp.	– С, П

Chironomidae

Tanytarsus gr. gregarius Kieff.	– Ка, БК, II, З, За, У, Се, Шу
T. gr. lobatifrons Kieff.	– Ка, По, МК, ВС, П, В, Св, Па, У, Се
T. gr. mancus v. d. Wulp	– Ка, По, МК, ВС, П, В, Св, К, Се, Т
T. gr. pedicilliferus Birula	– БК, Св, ВС, П, В, У, Ш
T. gr. lauterborni Kieff.	– Г, С, Т
Micropsectra curvicornis Tshern.	– По, МК, З
Cryptochironomus gr. defecus Kieff.	– МК, БК, П

C. gr. vulneratus Zett – Ка, Ки, С, ВС, В, Св, Щ, Се, Т
C. gr. vridulus F. – Ка, По, Б, МК, БК, Св, ВС, П, В, За, Се, Щу
C. gr. camptolabis Kieff. – Ка, МК, БК, В, Се
C. gr. pararostratus Lenz – МК, Се
C. gr. sp. (gen. N 7) Lipina – Се
C. gr. prasinatus Staeg. – МК
C. gr. g. ? N 9 Lipina – С
Chironomus f. l. plumosus L. – Ка, МК, БК, ВС, П, В, Св, За, Во, Се
Ch. f. l. bathophilus Kieff. – Ка, МК, БК, Т
Ch. f. l. salinarius Kieff. – Ка, Г, II, За, Се
Ch. f. l. thummi Kieff. – По, Ки
Ch. f. l. semireductus Lenz – Ки
Ch. f. l. reductus – По, МК
Tendipedini gen? l. minuta Kruglova – Ка, По, Ки, МК, БК, С, Се, Т
Polypedilum breviantennatum Tshern. – Ка, Ки, С, Во, Се, Т
P. gr. scalaenum Schr. – Ка, Г, ВС, П, В, Во, Се, Т
P. gr. nubeculosum Mg – По, Ки, С
P. gr. aberrans Tshern. – По, Ки
P. gr. convictum Walk – Ки, С
Pentapedilum gr. exectum Kieff – Ка, С, В
Glyptotendipes gr. polytomus Kieff – П
G. gr. gripekoveni Kieff – Ка, Г, По, С, ВС, П, Па, За, У, Се, Т
Allochironomus Kieff – Ка, Ки, С, Се
Sergentia gr. longiventris Kieff – Ка, МК, БК, II
Microtendipes gr. chloris Mg – Ка, По, Б, Ки, С, П, В, Щ, Во, У, Се, Т
M. gr. rezvoi Tshern. – Ка, По, Се
M. gr. vudjarvicus Tshern. – Ка
M. gr. tarsalis Walk – Ка
Stictochironomus connectens Lipina – Ка, С
St. histrio F. – С
Stictochironomus sp. – Ка, Г, По, ВС, П, Щ, Се
Endochironomus gr. tendens F. – По, ВС, В
E. gr. dispar Mg – МК, БК, ВС, П
Pseudochironomus gr. prasinatus Staeg – Ка, Св
Limnochironomus gr. tritomus Kieff – По, П, За
Protanypus morio Zett – Ка
Heptagia punctulata Goet. – Се
Syndiamesa nivosa Goet. – Ка, МК, БК
S. orientalis Tshern. – Ка, МК, БК
S. branickii (Now.) – МК, БК, ВС
Diamesa insignipes Kieff. – Г, МК, Т
Prodiamesa olivacea Meig. – МК, БК
P. bathyphila Kieff. – Ка, Ки С, П, Се
Abiskomyia virgo Edwar. – ВС
Trissocladius brevipalpis Kieff – По, Б, Ки
T. korosiensis Tshern. – Се
T. zalutschicola (Lipina) – Ка, С, ВС, П

T. potamophilus Tshern.	– Се
Heterotrissocladius grimshawi Edw.	– По, Ки
H. marcidus Walk.	– Ки, ВС
Heterotanytarsus opekalis Kieff	– Ка, С
Eukiefferiella similis Geot.	– По, Ки, МК
E. longipes Tshern.	– С, ВС, Вя
E. longicalcae Kieff.	– МК, Се
E. hospita Edw.	– МК, С, ВС
Synorthocladius semivirens Kieff.	– МК, БК
Orthocladius consobrinus (Holm)	– МК, БК
O. saxicola Kieff.	– ВС, П, Се
Orthocladiinae g ? l. acuticauda (Pagst.) Tshern.	– Ка, С, У
Cricotopus silvestris (Fabr.)	– Ка, ВС, П, В, Св, К, Се
C. latidentatus Tshern.	– Ка, ВС, П, В, Се, Шу
C. algarum Tshern.	– ВС, П, Се
Paratrichocladius inaequalis Kieff.	– Ка, С
P. triquetra Tshern.	– С, Се
Psectrocladius psilopterus Kieff.	– Ка, Г, По, МК, II, 3, Щ, П, Се, Шу
P. septentrionalis Tshern.	– Г, Се
P. dilatatus v. d. Wulp	– Ка, По, Ки, II, Се, Шу
P. simulans Johan.	– С, ВС, П, В, 3, 3а, Се
Microcricotopus bicolor (Zett) Edw.	– Г, С, Св
Limnophies karelica Tshern.	– С
L. pusillus Eaton.	– С
Metriocnemus hygdropeatricus Kieff.	– С
Pseudosmittia angusta (Edw.)	– ВС
Brillia modesta Meig.	– С
B. pallida Spärck	– С
Corynoneura celeripes Winn.	– Ка, По, С, ВС, Се
Clinotanypus nervosus Mg.	– ВС, Св
Procladius Skuze	– I, II, III
Ablabesmia gr. monilis L.	– Ка, Г, С, ВС, В, Па, III
A. gr. tetrasticta Kieff.	– По, С, ВС
A. gr. lentiginosa Fries.	– Ка, По, ВС, П, В
A. gr. tenuicalcar Kieff.	– ВС
A. gr. falcigera Kieff.	– ВС
Bezzia	– Ка, МК, С, ВС, В, 3, Во, У, Шу

Прочие Diptera

Chaoborinae	– П
Culicinae	– Шу
Tabanidae	– Ка, Т
Thaumalea	– Се
Simuliidae	– Се

1562 ¼14

Условные обозначения

Ка – Канентъявр	С – Сеньозеро	З – Зеленая
Ки – Китенъявр	ВС – Верхнее Сеньозеро	За – Запятая
МК – Малый Колгиявр	Св – Светлое	Щ – Щучья
БК – Большой Колгиявр	П – Пасмозеро	У – Угловатая
К – Ламбина Кислая	Па – Пасмламбина	Щу – оз. Щучье
Г – Глубокое	По – Полярное	Се – Сейдозеро
Б – Березовое	В – Великое	Т – Терекъявр
	Во – Восьмерка	Вя – Вялозеро

I – во всех озерах лесотундрового ландшафта
II – во всех озерах северотаежного ландшафта
III – во всех озерах Ловозерского горного ландшафта

Литература

Баранов И. В. Лимнологические типы озер СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1961.

Белых Ф. И. Оз. Лама и его рыбохозяйственное освоение. – Тр. Инст. полярн. земледелия, животноводства и промыслов. хоз., серия промысловое хоз., вып. 11, М.–Л., Изд. Главсевморпути, 1940.

Бурмакин Е. В. Кормовые ресурсы Гыданского залива и близлежащих водоемов. – Тр. Инст. полярн. земледелия, животноводства и промысл. хоз. Сер. промысл. хоз., вып. 15, М.–Л., 1941.

Венус Б. Г. Генетические типы озерных котловин северо-западной части Кольского полуострова. – В кн.: Материалы II симпозиума по истории озер Северо-Запада СССР (23–28 мая 1967 г.). Минск, 1967.

Волкова Л. А. Высшая водная растительность озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Волкова Л. А., Драбкова В. Т., Летанская Г. И., Рычкова М. А., Стальмакова Г. А., Хохлова Е. С. Гидробиологическая характеристика озер разных ландшафтов Северо-Запада СССР. – В кн.: Озера различных ландшафтов Северо-Запада СССР. Ч. II. Л., „Наука", 1969.

Герд С. В. Биоценозы бентоса больших озер Карелии. – Тр. Карело-Финского гос. унив., т. IУ, 1949.

Грезе В. Н. Основные черты гидробиологии оз. Таймыр. – Тр. Всес. гидробиол. общ., т. УIII, 1957.

Григорьев С. В. Опыт гидробиологической типизации озер Латв. ССР. – Тр. Инст. биологии АН Латв. ССР, т. 7, 1958.

Гурвич В. Ф. Фауна оз. Каракуль и ее формирование. Автореф. докт. дисс. Ташкент, 1958.

Гурвич В. Ф. Высокогорные озера Средней Азии (Памиро-Тибетская лимнологическая область). – В кн.: Тезисы докладов на 18 Лимнологическом конгрессе. Л., 1971.

Дегопик И. Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер различных ландшафтов Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Дексбах Н. К. Донная фауна озер Мещерской низменности. – Тр. Косинск. биол. ст., вып. 7–8, 1928.

Жадин В. И. и Герд С. В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М., Учпедгиз, 1961.

Жинкин Л. Н. Донная фауна озер Катунских Альп. – Исслед. озер СССР, вып. 8, 1935.

Захаренко В. Б. Водяные жуки Вашуткиных озер. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966.

Зверева О. С. Бентос и общие вопросы гидробиологии Вашуткиных озер. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966а.

Зверева О. С. Личинки Chironomidae периферийных водоемов бассейна р. Усы. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966б.

Зверева О. С., Власова Т. А., Гольдина Л. П. Вашуткины озера и история их исследования. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966.

Зинова А. Д., Нагель А. А., Петров В. В., Цветков В. П. Описание исследования озер Монче- и Волчьей тундр. – Тр. Отд. гидрол. Лен. обл. гидромет. упр. Сер. 1, т. I, Л., 1935.

Зинова А. Д., Нагель А. А. Материалы Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г. – Тр. Отд. гидробиологии. Сер. 1, т. I, Л., 1938.

Крогиус Ф. В. Предварительный отчет о работе экспедиции на Умбозере и Имандре летом 1930 г. – Изв. Ленингр. н.-иссл. ихтиол. инст., т. XIII, вып. 1,1931.

Ксензов Н. А. Общие сведения о Ловозере. – В кн.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966.

Ласточкин Д. А. Биоценозы сапропелей и их взаимоотношения с сапропелевой средой. – Тр. Лабор. сапропелевых отложений, вып. III, 1949.

Лепнева С. Г. Личинки ручейников Олонецкого края. – Тр. Олонецкой научной экспедиции, ч. У1, вып. 5, Л., 1928.

Логашов Н. В. Оз. Мелкое и его рыбохозяйственное использование. – Тр. Инст. полярн. земледелия, животноводства и промыслов. хоз. Сер. промысл. хоз., вып. 11, М.-Л., 1940.

Лукин Е. И. Новые данные о распределении пиявок в бассейне р. Печоры. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966.

Маркосян А. К. К биологии гаммарусов оз. Севан. – Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. X, 1948.

Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae, Tendipedidae). – В кн.: Определитель фауны СССР. Вып. 102. Л., „Наука", 1970.

Петров В. В. и Стругач М. Б. Бентос некоторых озер и водохранилищ Мурманской области. – В кн.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966.

Подлесный А. В. и Троицкая В. И. Ильменские озера и их рыбохозяйственная оценка. – Тр. Уральск. отд. ВНИОРХ, т. III, 1941.

Попова Э. И. Моллюски озер верховья р. Адзьвы. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966.

Сорокин И. Н. Гидрология и морфология озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Стальмакова Г. А. О донной фауне водоемов системы озер Канентъявр-Колгиявр. – Докл. отделений и комиссий Геогр. общ. СССР, вып. 9, 1969.

Финогенова Н. П. Малощетинковые черви Вашуткиных озер. – В кн.: Гидробиологическая изученность и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., „Наука", 1966.

1562 ½14

Форш Л. Ф. Термический и тепловой режим озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Фридман Г. М. Бентос прибрежной зоны оз. Севан. – Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. X, 1948.

Черновский А. А. Определитель личинок комаров сем. Tendipedidae. – В кн.: Определитель фауны СССР. М.–Л., Изд. АН СССР, 1949.

Ялынская Н. С. Исследования зоопланктона и бентоса озер и прудов Заполярья. – Изв. Всес. инст. озерн. и речн. рыбн. хоз., т. 48, 1959.

Яковлева Л. В. Иловые отложения озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Ekman S. Die Bodenfauna des Vättern qualitativ und quantitativ untersucht. – Int. Rev. ges. Hydrobiol., 7, 1915.

Iarnefelt H. Die Seetypen in Bodenfaunissfisher Hinsicht. – Ann. Soc. Vanamo, 15, N 6, 1953.

Lenz F. Chironomiden aus norvegischen Hochgebirgsseen. – Nyt. mag. neturv., 66, 1927.

Lundbeck I. Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. – Arch. Hydrobiologie, Suppl. 7, 1926.

В. Г. Драбкова

ПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОЗЕРАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Предлагаемая статья, обобщающая представленные в настоящем сборнике материалы по гидробиологии озер различных ландшафтов Кольского полуострова, является попыткой оценить биологическую продуктивность и установить особенности экосистем исследованных водоемов. Видовой состав, распределение и количественные показатели отдельных сообществ описаны в статьях Г. И. Летанской (фитопланктон, первичная продукция), Е.С.Макарцевой (зоопланктон), Г. А. Стальмаковой (зообентос), Л. А. Волковой (макрофиты), В. Г. Драбковой и Е. Н. Чеботарева (бактериопланктон).

Основное внимание при описании процессов образования и дальнейшего превращения органического вещества было уделено в лесотундровом ландшафте – озерам Канентъявр, Полярное и Бол. Колгиявр, в северотаежном – Сеньозеру, Верхн. Сеньозеру, Вялозеру, в Ловозерском горном – Сейдозеру.

Результаты исследований позволили определить лишь месячную продукцию отдельных биологических сообществ, а не за весь вегетационный период, как принято в настоящее время. При расчете средних для озера величин первичной продукции учитывались объемы отдельных слоев водных масс озер. Остальные величины также рассчитаны в среднем для водоемов под 1 м^2. Полученные данные относятся к периоду максимального прогрева водных масс. Средняя продолжительность безледного периода в озерах Кольского полуострова составляла 125–135 дней. Все озера отличаются сравнительно небольшим содержанием в воде органического вещества (табл. 1). При этом наиболее низкие значения характерны для озер горного ландшафта. Здесь же отмечена более низкая цветность воды. Минеральный азот был обнаружен только в озерах лесотундры и Сейдозере. Минеральный фосфор в заметных количествах встречался лишь в воде Сейдозера, куда он поступает с водой притоков, промывающих Ловозерский горный массив.

Роль аллохтонного органического вещества неодинакова в озерах указанных ландшафтов, его количество зависит от концентрации его в притоках и от проточности озер.

По данным И. Н. Сорокина (наст. сб., ч. 1), озера лесотундрового ландшафта являются озерами с высоким водообменом, ряд из них имеет почти речной режим (показатели условного водообмена составляли 2–979). Велик и водосборный бассейн этих озер (удельный водосбор – 18–2300). Бихроматная окисляемость поверхностных вод бассейна озер системы Канентъявр-Колгиявр, по данным И. Я. Дегопик (наст. сб.), составляет 8.0–43.4 мгО/л, перманганатная – 1.6–21.7 мгО/л; что превышает (иногда более чем в два раза) концентрацию органического вещества в самих озерах

Таблица 1

Концентрация органического вещества и биогенных элементов в озерах Кольского полуострова (по данным И. Я. Дегопик, наст. сб.)

Гидрохимические показатели	Озера лесотундрового ландшафта	Озера северотаежного ландшафта	Озера горного ландшафта
Бихроматная окисляемость, мгО/л	9.6–20.0	12.8–24.0	5.2–9.0
Перманганатная окисляемость, мгО/л	3.8–9.0	3.1–7.9	0.9–2.6
Цветность, град. Pt – Co шкалы	16–30	10–88	2–6
$P_{мин} \cdot 10^{-3}$, мг/л	0–2.5	0–7.8	3.5–10.0
$N_{NO_3} \cdot 10^{-3}$, мг/л	0–50	0	0
N_{NO_4}, мг/л	–	–	0–0.06

(табл. 1). Последнее, учитывая высокую проточность озер, позволяет говорить о значительной роли аллохтонного органического вещества в исследованных водоемах лесотундрового ландшафта.

Для Сейдозера показатель условного водообмена меньше, но также остается значительным – 1.8, удельный водосбор – 13 км^2. В поверхностных водах бассейна Сейдозера содержание органического вещества часто было ниже, чем в самом озере: по окислению бихроматом оно составляло всего 3.5–6.7, перманганатом – 0.8–1.3 мгО/л. Таким образом, даже при высоком водообмене озера влияние аллохтонного органического вещества здесь незначительно. Последнее обусловлено характером водосбора озера, в значительной степени лишенного почвенно-растительного покрова.

Озера северотаежной группы слабопроточны, их условный водообмен составляет всего 0.2–0.6 при удельном водосборе 3.3–5.7. Бихроматная окисляемость притоков озер этой группы равна 14.4–36.0, перманганатная – 2.5–18.0 мгО/л, что несколько превышает эти показатели в самом озере (табл. 1). Учитывая замедленный водообмен озер, можно сделать вывод о меньшей роли аллохтонного органического вещества в озерах этой группы по сравнению с озерами лесотундрового ландшафта.

Органическое вещество в озерах, кроме аллохтонного, представлено еще, как известно, автохтонным органическим веществом, источником которого является фотосинтез фитопланктона и высшей водной растительности. По данным Л. А. Волковой (наст. сб.), преобладание в зоне литорали каменистых грунтов и слабая изрезанность берегов всех исследованных водоемов препятствуют развитию зарослей макрофитов. Озера отличаются низкой степенью зарастания – менее 1%, и только в Сеньозере она составляет 10%. Продуктивность водной растительности довольно низкая, особенно погруженных растений, среди которых у полушника отмечена наибольшая фитомасса, но и она составляла всего 250–260 г/м^2 воздушно-сухого веса. Фитомасса надводной растительности изменялась в пределах от 75 до 260 г/м^2.

Интенсивность фотосинтеза, а также активность процессов разложения и усвоения органического вещества в исследованных озерах изменялись при переходе от одного ландшафта к другому.

Лесотундровый ландшафт. В его озерах величины первичной продукции фитопланктона, по данным Г. И. Летанской (наст. сб.), были невелики и часто находились в пределах ошибки применяемого кислородного метода. В поверхностных слоях интенсивность фотосинтеза была максимальной и колебалась в пределах от 0.06 до 0.16 мгО/л сутки. Месячная чистая продукция фитопланктона в период максимального прогрева водных масс составила 7.7–14.5 ккал./м^2 (табл. 2), т. е. за счет деятельности фитопланктона в озерах этого района образовалось незначительное количество органического вещества. Биомасса фитопланктона в среднем составила 0.05–0.34 ккал./м^2. Эти величины оказались очень близкими величинами биомассы и продукции фитопланктона оз. Круглого, расположенного на южном побережье Белого моря, в 30 км южнее Полярного круга (Alimov et al., 1972), где, так же как и в исследованных нами озерах, органическое вещество имело главным образом аллохтонное происхождение.

Деструкция органического вещества также шла слабо. В среднем за месяц в оз. Канентъявр разлагалось 35 ккал./м^2, в Полярном – 27 ккал./м^2 и Бол. Колгиявр – 30 ккал./м^2 органического вещества. Как и следовало ожидать, благодаря поступлению органического вещества извне количество окисленного органического вещества в озерах в несколько раз превышало количество образованного за счет деятельности фитопланктона. За счет фитопланктона образуется лишь 25–45% общего количества органического вещества, которое разлагается только в водной массе, т. е. без учета разложения его в донных отложениях. Дыхание фитопланктона составляло незначительную часть от общей деструкции в озерах Бол. Колгиявр, Полярное и Канентъявр – всего 6.5–10.0% (при условии, что чистая продукция составляет 80% от валовой). В оз. Канентъявр, где водообмен значительно меньше, чем в других озерах этой группы, роль фитопланктона в образовании органического вещества повышается.

Количественные показатели зоопланктона в этих озерах в целом были низкими и колебались в пределах от 0.10 до 1.05 ккал./м^2, хотя биомасса зоопланктона часто превышала биомассу фитопланктона (Макарцева, наст. сб.). Биомасса зообентоса, по данным Г. А. Стальмаковой (наст. сб.), составляла 0.75–2.15 ккал./м^2. Нужно отметить, что численность и биомасса бентоса в изучаемых озерах распределялась очень неравномерно. Так, в оз. Канентъявр биомасса в разных плёсах колебалась от 0.61 до 8.48 г/м^2. Невысокая биомасса зообентоса озер лесотундрового ландшафта сопровождается низким содержанием органического вещества в донных отложениях озер (потеря при прокаливании их составляла 2–20%, по Яковлевой, наст. сб., ч. 1).

За отсутствием данных по продукции зоопланктона и зообентоса судя только по биомассе (которая, как правило, превышала биомассу фитопланктона), в развитии зоопланктона и зообентоса, а следовательно, и в общей продуктивности озер исследуемого ландшафта роль аллохтонного органического вещества значительна.

Северотаежный ландшафт. Первичная продукция фитопланктона в озерах этого ландшафта была выше, чем в озерах лесотундрового (табл.3). Максимальная величина фотосинтеза отмечалась в слое 0–1 м и в среднем составляла в Верхн. Сеньозере – 0.16, Сеньозере – 0.22, Вялозере – 0.37 мгО/л. Месячная чистая продукция фитопланктона в среднем в этих озерах соответственно составляла 36.0, 48.0 и 81.0 ккал./м^2. Наиболее продуктивным из этих озер является Вялозеро, самое глубокое и большое по площади. Как указывалось, в озерах северотаежного ландшафта аллохтонное вещество как источник органического, не играет основной роли, равно как и макрофиты, и на этом фоне значение фитопланктона должно возрастать. Величина деструкции органического вещества в озерах ненамного превышала величины фотосинтеза: в Верхн. Сеньозере ежемесячно разлагалось 71, в Сеньозере – 115, в Вялозере – 159 ккал./м^2 органического вещества, тогда

Таблица 2

Месячная продукция и биомасса (в ккал./м^2) основных биологических сообществ озер лесотундрового ландшафта (1966 г.)

Озеро	Биологические сообщества	B	P	P/B	T	A
Бол. Колгиявр	Фитопланктон	0.05	7.7	150	1.9	9.6
	Зоопланктон	0.15	–	–	–	–
	Зообентос	0.75	–	–	–	–
Полярное	Фитопланктон	0.15	12.5	85	3.0	15.5
	Зоопланктон	0.10	–	–	–	–
	Зообентос	2.15	–	–	–	–
Канентъявр	Фитопланктон	0.34	14.5	45	3.5	18.0
	Зоопланктон	1.05	–	–	–	–
	Зообентос	1.95	–	–	–	–

Примечание. B – биомасса, P – продукция, T – траты на обмен, A – ассимиляция (усвоенная пища).

Таблица 3

Месячная продукция и биомасса (в ккал./м^2) основных биологических сообществ озер северотаежного ландшафта (Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро – 1967 г., Вялозеро – 1968 г.)

Озеро	Биологическое сообщество	B	P	P/B	K_2	T	A
Сеньозеро	Фитопланктон	0.95	48.0	50	–	12.0	60.0
	Зоопланктон	2.50	–	–	–	–	–
	Зообентос	1.10	–	–	–	–	–
Верхн. Сеньозеро	Фитопланктон	0.55	36.0	65	–	9.0	45.0
	Зоопланктон	3.20	–	–	–	–	–
	Зообентос	2.30	–	–	–	–	–
Вялозеро	Фитопланктон	13.80	81.0	6	–	20.0	101.0
	Бактериопланктон	1.5	30.0	20	0.25	90.0	120.0
	Зоопланктон	5.1	–	–	–	–	–
	Зообентос	3.9	–	–	–	–	–

Примечание. K_2 = P/A, остальные обозначения те же, что и в табл. 2.

Как валовая месячная продукция фитопланктона соответственно составляла 45, 60 и 101 ккал./м^2, т. е. в этих озерах за счет деятельности фитопланктона образуется 52–65% органического вещества, которое разлагается в водной массе.

Основными потребителями органического вещества в озерах являются микроорганизмы. Сведения о продукции бактерий в Верхн. Сеньозере и Сеньозере исчерпываются для каждого показаниями единственных станций единичных выездов, сделанных в 1968 г. Полученные величины составили в среднем по озеру за месяц соответственно 6.0 и 15.0 ккал./м^2. Для образования такой биомассы бактерий в озерах должно присутствовать (в том же порядке) 24.0 и 60.0 ккал./м^2·месяц биохимически нестойкого органического вещества (при K_2 = 0.25). В этот период (август 1968 г.) величины чистой продукции фитопланктона в пересчете на все озеро составляли соответственно 27.0 и 52.0 ккал./м^2·месяц. Сопоставление этих величин показывает, что фитопланктон может полностью обеспечить бактерии органическим веществом и роль его как источника органического вещества существеннее, чем в озерах лесотундрового ландшафта, особенно в Верхн. Сеньозере. Деструкция органического вещества составляла в последнем в 1967 г. – 71.0, в 1968 г. – 27.0 ккал./м^2·месяц, в Сеньозере в 1967 г. – 115, в 1968 г. – 40 ккал./м^2×месяц. Данные за 1968 г. хорошо согласуются с данными по минерализации органического вещества бактериями.

Для Вялозера получены более многочисленные, а следовательно, и более надежные данные по ряду станций, охватывающих всю акваторию озера. Здесь месячная продукция бактериопланктона составляла в среднем по озеру 30 ккал./м^2, т. е. бактериями ежемесячно разлагалось (при K_2 = 0.25) около 120.0 ккал./м^2 органического вещества. Чистая продукция фитопланктона составляла 81.0 ккал./м^2·месяц. Таким образом, за счет деятельности фитопланктона бактерии могут быть обеспечены пищей на 65%. На дыхание фитопланктона расходуется около 12% общего потребления кислорода в озере, что более чем в два раза превышает аналогичный показатель в озерах лесотундрового ландшафта. Эта величина получена при допущении, что чистая продукция фитопланктона составляет 80% от валовой. Участие фитопланктона в деструкции может быть учтено и другим способом. Поскольку общая деструкция органического вещества, определяемая в темных склянках, составила в среднем по озеру за месяц 159 ккал./м^2, а 120 ккал./м^2 из них, как показано выше, минерализуется бактериями, то значит, 25% общего потребления кислорода приходится на дыхание фито- и зоопланктона и, следовательно, дыхание фитопланктона должно составить несколько меньшую величину, чем 25%. Если принять, что на дыхание фитопланктона приходится 12%, то остальные 13% общей деструкции составляют дыхание зоопланктона.

Вялозеро резко отличается от других озер данного ландшафта по биомассе фитопланктона, тогда как по величине первичной продукции они разнились не столь заметно. Это сказалось и на коэффициенте P/B: оборачиваемость фитопланктона за месяц была наименьшей в Вялозере. Биомасса фитопланктона в целом по Вялозеру, Верхн. Сеньозеру и Сеньозеру была выше, чем в озерах лесотундрового ландшафта.

Биомасса зоопланктона, равно как и фитопланктона, в озерах данного ландшафта была выше, чем в озерах лесотундры (табл. 3). Вялозеро по показателям биомассы зоопланктона было опять же наиболее продуктивным. В Сеньозере и Верхн. Сеньозере биомасса зоопланктона превышала биомассу фитопланктона, так же как и в малопродуктивных озерах лесотундрового ландшафта. Аналогичные соотношения между биомассой фито- и зоопланктона установлены в северных озерах Круглом и Кривом (Alimov et al., 1972). Вероятно, в слабопродуктивных водоемах значительная часть водорослей выедается, что и определяет необычно высокое значение месячного коэффициента P/B. Кроме того, возможно, в этих озерах возрастает роль

мелких форм водорослей, которые нами не учитывались. В более продуктивном Вялозере биомасса зоопланктона была гораздо ниже биомассы фитопланктона.

Значительная часть органического вещества, образованного в озере и поступившего в него извне, не успевает разложиться в водной толще и опускается на дно. Для Сеньозера, Верхн. Сеньозера и Вялозера характерны высокие величины поглощения кислорода в донных отложениях – соответственно 0.50, 0.15 и 0.95 г$O/м^2$·сутки, или 53, 16 и 105 ккал./$м^2$·месяц, причем поглощение, очевидно, связано в основном с бактериальным окислением органического вещества (Драбкова и Чеботарев, наст. сб.). Как указывалось, в водной массе этих озер в тот же период за месяц разлагалось соответственно 40.27 и 159 ккал./$м^2$ биохимически нестойкого органического вещества, т. е. в илах озер разлагается от 40 до 55% всего органического вещества, окисляющегося в озере (в воде и донных отложениях). Такой высокий процент наводит на следующее заключение. Температура воды в период наших наблюдений не поднималась выше 12.8°С, поэтому можно предположить, что в воде успевала разложиться лишь часть биохимически нестойкого органического вещества. Значительное количество этих соединений разлагалось уже в донных отложениях. Присутствие в донных отложениях органического вещества, не успевшего полностью разложиться в водной массе, может стать одной из причин сравнительно высоких значений потери при прокаливании образцов ила. Так, в Вялозере эта величина составляла 19–37, в Верхн. Сеньозере – 35–43, в Сеньозере – 19–20% (Яковлева, наст. сб., т. I).

Значительное содержание органического вещества в донных отложениях создает благоприятные условия для развития здесь зообентоса, биомасса которого составляет в Сеньозерах 1.1–2.3, в Вялозере – 3.9 ккал./$м^2$. По сравнению с озерами лесотундрового ландшафта в этих озерах зообентос значительно богаче в видовом отношении, однако по биомассе Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро почти не отличается от северных озер. В Вялозере отмечены более высокие значения биомассы бентоса.

Ловозерский горный ландшафт. – В этом районе исследовалось Сейдозеро, которое в продукционном плане оказалось изученным наиболее полно по сравнению с другими озерами Кольского полуострова (табл. 4). Интенсивность фотосинтеза фитопланктона была максимальной, как и в других озерах, в поверхностном 2-метровом слое и составляла 0.16–0.21 мг$O/л$·сутки. Выше было указано, что роль аллохтонного органического вещества в Сейдозере была незначительной из-за чрезвычайно низкой концентрации органического вещества в воде притоков, даже более низкой, чем в самом озере, поэтому в Сейдозере значительно возрастает роль фитопланктона, как почти единственного источника органического вещества. Валовая месячная продукция фитопланктона в среднем по озеру составляла 55 ккал./$м^2$, что ниже, чем в озерах северотаежного ландшафта. Деструкция органического вещества за месяц составила почти такую же величину – 54 ккал./$м^2$. Уже одно это может подтвердить основную роль фитопланктона в продуцировании органического вещества. Биомасса фитопланктона Сейдозера была выше, чем в других озерах. Исключение составляет лишь Вялозеро – наиболее продуктивный из всех водоемов. Интересно отметить следующую зависимость: коэффициент P/B уменьшается в тех озерах, где возрастает величина биомассы водорослей. Так, в наиболее продуктивном Вялозере коэффициент P/B равен 6; в Сейдозере, следующем по величине биомассы фитопланктона, – 33; в других озерах, где биомасса меньше 1 ккал./$м^2$, он очень высокий – 45–150.

На дыхание фитопланктона в Сейдозере приходилось около 20% общего объема деструкции – самая высокая величина по сравнению с другими озерами. Продукция бактерий за месяц составляла 9 ккал./$м^2$. При коэффициенте энергетического обмена бактерий, равном 0.25, расчетом установленное

Таблица 4

Продукция и биомасса (в ккал/м^2) основных биологических сообществ Сейдозера (1968 г.)

Биологические сообщества	B	P	P/B	K_2	T	A	R
Фитопланктон	1.30	44.0	34	-	11	55.0	-
Бактериопланктон	0.95	9.0	10	0.25	27	36.0	36
Зоопланктон							
Ophrydium crassicaule	0.65	6.5	10	0.4	10	16.5	20
Мирный	4.55	7.5	1.7	0.4	11	18.5	23
Хищный	0.40	0.3	0.8	0.4	0.5	0.7	1
Зообентос							
Мирный	1.55	0.98	0.6	0.3	2.3	3.3	4.1
Хищный	0.58	0.45	0.8	0.3	1.1	1.5	1.9

Примечание. R - рацион, остальные обозначения те же, что и в табл. 2.

количество органического вещества, минерализованного микроорганизмами, составило 36 ккал./м^2. Общая деструкция органического вещества оказалась выше - 54 ккал./м^2, т. е., согласно этим данным, на дыхание фито- и зоопланктона израсходовано около 35% всего потребленного в воде кислорода. Следовательно, 15% общей деструкции тратится на дыхание зоопланктона, что является вполне реальной величиной. Для развития бактерий в Сейдозере концентрация автохтонного органического вещества, образованного за счет деятельности фитопланктона, оказалась достаточной.

Продукция зоопланктона в озере складывается из продукции мирных и хищных форм. В планктоне озера обнаружено массовое развитие инфузории Ophrydium crassicaule зеленого цвета с зоохлореллами, которая в период наших исследований была преобладающей формой планктона. Можно предположить, что количество вновь образованного зоохлореллами органического вещества невелико, и оно в основном расходуется на обмен самой клетки инфузории. Поскольку эта форма в физиологическом отношении недостаточно изучена, мы сочли необходимым выделить ее из зоопланктона.

Продукция Ophrydium crassicaule составляла 6.6 ккал./м^2, т. е. почти такую же величину, что и у остального мирного зоопланктона. Очевидно, если учитывать наличие фотосинтеза зоохлорелл инфузорий, последним было достаточно бактериальной пищи для удовлетворения своих потребностей. Ophrydium crassicaule в свою очередь служит дополнительным источником питания зоопланктону, который может усваивать как живые, так и мертвые клетки инфузорий. Трата на обмен мирного зоопланктона составляла 11 ккал./м^2, или около 20% общей деструкции, т. е. в данном случае мы получили величину, очень близкую к рассчитанной выше. Высокий рацион мирного зоопланктона (23 ккал./м^2) говорит об очень напряженных пищевых связях в водоеме. Очевидно, для питания зоопланктон может использовать фито-, бактериопланктон, детрит и Ophrydium crassicaule. Напряженность пищевых связей в Сейдозере подтверждают данные о выедании бактерий. Так, в Сеньозере и Верхн. Сеньозере выедание не превышало 25-50% продукции бактерий, тогда как в Сейдозере оно было почти полным -

в среднем за месяц 6,5 ккал./м^2. Хищный зоопланктон по биомассе составлял около 10% мирного и при небольшой продукции вполне обеспечивал свое существование за счет выедания мирного зоопланктона.

Величины потребления кислорода донными отложениями Сейдозера колебались в пределах от 0.12 до 0.56 г0/м^2. В среднем для озера эта величина составляла 0,31 г0/м^2.сутки. Если принять, что кислород почти полностью расходуется на бактериальное окисление органического вещества (Драбкова и Чеботарев, наст. сб.), то можно говорить о разложении в донных отложениях 32 ккал./м^2 органического вещества ежемесячно, тогда как в водной массе оно, как указано выше, составляет 54 ккал./м^2. Таким образом, в воде и донных отложениях Сейдозера ежемесячно разлагалось 86 ккал./м^2, причем 40% этого количества подвергалось минерализации в донных отложениях. Такой же высокий процент разложения характерен и для донных отложений других озер Кольского полуострова, в частности для озер северотаежного ландшафта. При минерализации такого количества органического вещества в донных отложениях продукция бактериальной биомассы должна составить 6 ккал./м^2 при K_2, равном 0.20. В данном случае мы величину K_2 принимали несколько более низкой, чем в воде, так как учитывали, что органическое вещество в донных отложениях становится более трудноокисляемым, чем растворенное в водной толще. Сравнительно интенсивная скорость поглощения кислорода свидетельствует о довольно высокой концентрации органического вещества в донных отложениях Сейдозера, что подтверждается значительным содержанием здесь бактерий.

При расчете продукции зообентоса Г. А. Стальмаковой были использованы следующие коэффициенты P/B за вегетационный период: для хирономид – 3, для олигохет и моллюсков – 1.3 и прочих форм – 2,5. Биомасса зообентоса в Сейдозере была того же порядка, что и в других озерах Кольского полуострова, за исключением Вялозера. Биомасса хирономид достигала 71% общей биомассы зообентоса. Рацион мирного зообентоса при K_2, равном 0.3, и усвояемости пищи, равной 80%, составлял 4.9 ккал./м^2. Таким образом, мирный зообентос был полностью обеспечен бактериальной пищей.

Для бентоса озера было характерно обилие хищников с Procladius в роли одной из руководящих форм, чего не наблюдалось в других озерах Кольского полуострова. Продукция хищного зообентоса была довольно высокой – 0.45 ккал./м^2. При их рационе в 1.9 ккал./м^2 складывалась очень напряженная пищевая связь между мирным и хищным зообентосом.

Заключение

Подводя итоги всему сказанному, необходимо остановить внимание на следующих вопросах: во-первых, как сильно отличаются по биологической продуктивности озера Кольского полуострова от озер других географических зон; во-вторых, как изменяются показатели биологической продуктивности в озерах при переходе от одной ландшафтной зоны к другой в пределах самого Кольского полуострова.

Для сравнения величин продукции отдельных биологических сообществ различных водоемов мы использовали опубликованные данные, рассчитанные за вегетационный период (табл. 5). Озера Кольского полуострова также охарактеризованы величинами продукции за вегетационный период (120 дней), хотя последние заведомо завышены, так как мы исходим из месячной продукции, рассчитанной за период максимального прогрева водных масс.

Исследованные озера лесотундрового ландшафта, Сеньозеро и Верхн. Сеньозеро, по своим показателям очень близки озерам Кривому и Круглому

Таблица 5

Продукционная характеристика озер (в ккал./м^2) различных географических зон (вегетационный период)

Озеро	Фитопланктон		Бактерио-планктон		Зоопланктон		Зообентос		Источник
	B	P	B	P	B	P	B	P	
Кольский полуостров									
Бол. Колгиявр	0.05	30.8	–	–	0.15	–	0.75	–	Наши данные
Канентъявр	0.34	58.0	–	–	1.05	–	1.95	–	
Сеньозеро	0.95	192.0	–	–	2.50	–	2.50	–	
Вялозеро	13.80	324.0	1.5	120	5.10	–	3.90	–	
Сейдозеро	1.30	172.0	0.95	36	4.90	31.0	2.10	5.60	
Южное побережье Белого моря									
Кривое	1.59	135.0	2.0	60	1.81	19.55	1.66	2.24	Alimov et al., 1972
Круглое	0.36	36.0	0.7	28	1.05	13.00	2.69	5.22	
Карельский перешеек									
Красное	9.70	1093.0	1.95	180	5.70	98.3	4.76	20.4	Andronikova et al., 1972
Белорусская ССР									
Нарочь	12.6	486.0	2.7	169	4.06	74.9	5.5	13.0	Winberg et al., 1972
Мястро	34.7	1574.0	5.7	401	10.10	161.3	4.0	9.0	
Баторин	46.1	1758.0	9.0	344	10.03	191.8	2.7	12.9	
Дривяты	55.0	1200.0	7.2	442	10.05	151.0	17.8	13.5	Винберг, 1970

Примечание. B – биомасса, P – продукция.

(Alitov et al., 1972), малопродуктивным на всех трофических уровнях. Сейдозеро по продукции фито-, бактериопланктона и зообентоса также мало отличалось от указанных озер, однако зоопланктон здесь развивался намного интенсивнее, и по показателям биомассы и продукции это озеро ближе озерам мезотрофного типа, таким как Красное (Карельский перешеек) и Нарочь (Белорусская ССР). Надо также принять во внимание массовое развитие инфузории Ophrydium crassicaule в Сейдозере, биомасса и продукция которой не включены в приведенные в таблице цифры по зоопланктону. Вялозеро отличается от всех исследованных нами озер наиболее высокой продукцией основных биологических сообществ. Эти показатели по Вялозеру лишь незначительно ниже данных по мезотрофному оз. Нарочь. Озеро Красное является мезотрофным водоемом, однако здесь, судя по продукции фитопланктона, явно намечаются признаки эвтрофикации. Это озеро было значительно продуктивнее, чем Вялозеро; особенно отличались в этих озерах величины первичной продукции. Продукция отдельных сообществ в исследованных озерах в несколько десятков раз была ниже, чем в эвтрофных белорусских водоемах Мястро, Баторин, Дривяты.

Надо отметить, что коэффициенты P/B фитопланктона для наиболее слабопродуктивных озер Кольского полуострова были чрезвычайно высокими (за месяц оборачиваемость фитопланктона достигала 45–150 раз) и превышали аналогичные коэффициенты во всех других озерах, описанных в литературе. В Сейдозере и Вялозере месячный P/B коэффициент фитопланктона составлял соответственно 6 и 33, что не выходит за пределы колебания этих величин в других озерах. Таким образом, сравнением исследованных озер Кольского полуострова с озерами других географических зон совершенно четко устанавливается низкая биологическая продуктивность всех озер Кольского полуострова и необходимость отнести их к олиготрофному типу, за исключением двух – Сейдозера и Вялозера. Сейдозеро не укладывается в классификацию Тинемана-Наумана: почти по всем показателям его можно отнести к олиготрофному типу, однако высокая продукция зоопланктона не позволяет считать его полностью олиготрофным. Напряженность пищевых связей, очень слабая роль аллохтонного органического вещества выделяют его из всех исследованных нами озер. Вялозеро можно отнести к мезотрофным озерам, но среди них оно наиболее слабопродуктивное.

Выбранные озера находились в различных ландшафтах Кольского полуострова, и это сказалось на их биологической продуктивности. Все озера лесотундрового ландшафта отличаются наиболее низкой продуктивностью. Большой водосбор и значительная проточность повышает в этих озерах роль аллохтонного органического вещества. Для оз. Канентъявр, показатель условного водообмена которого был наименьшим среди озер этой группы (2), характерны более высокие величины продукции и биомассы отдельных биологических сообществ. Аллохтонное органическое вещество поступает в озера скорее всего из болот, широко распространенных в этом районе.

Озера северотаежного ландшафта отличаются более высокой продуктивностью. В образовании органического вещества в поверхностных водах бассейна повышается роль аллохтонного органического вещества, однако в озерах оно не является определяющим из-за небольшого водообмена (показатель условного водообмена в этих озерах не превышал 0,6). Кроме того, водосборы этих озер занимают меньшие площади, чем водосборы озер лесотундрового ландшафта. В этом районе находится и наиболее продуктивное из всех исследованных озер – Вялозеро.

Сейдозеро, находящееся в горном Ловозерском ландшафте, отличается от всех исследованных озер тем, что роль аллохтонного органического вещества в нем практически ничтожна: несмотря на значительный водообмен, биологическая продукция определяется только внутренними процессами. Для озера характерна высокая продукция зоопланктона, отсюда – напряженность

пищевых связей, интенсивное выедание бактерий, почти равное их продукции. В озере активно развивается инфузория Ophridium crassicaule, являющаяся дополнительным источником питания зоопланктона. Дыхание зоо- и фитопланктона составляет в нем около 35% общего объема деструкции. Эта величина является наиболее высокой по сравнению с аналогичными показателями в других исследованных озерах Кольского полуострова.

Литература

Винберг Г. Г. Общие особенности экологической системы оз. Дривяты. – В кн.: Биологическая продуктивность эвтрофного озера. Л., „Наука", 1970.

Волкова Л. А. Высшая водная растительность озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Дегопик И. Я. Гидрохимическая характеристика некоторых озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Драбкова В. Г. и Чеботарев Е. Н. Микрофлора воды и донных отложений некоторых озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Летанская Г. И. Фитопланктон и первичная продукция некоторых озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Макарцева Е. С. Зоопланктон озер различных ландшафтов Кольского полуострова.–В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Сорокин И. Н. Гидрология и морфология озер Кольского полуострова. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Стальмакова Г. А. Бентос озер различных ландшафтов Кольского полуострова.–В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Л., „Наука", 1974.

Яковлева Л. В. Иловые отложения озер Кольского полуострова.–В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. I. Л., „Наука", 1974.

Alimov A. F., Boullion V. V., Finogenova N. P., Ivanova M. B. et al. Biological productivity of Lakes Krivoe and Krugloe. - In book: Productivity problems of freshwaters. Warszawa-Krakow, 1972.

Andronikova I. N., Drabkova V. G., Kuzmenko K. N., Michailova N. F., Stravinskaya E. A. Biological productivity of the main communities of the Red Lake. - In book: Productivity problems of freshwaters. Warszawa-Krakow. 1972.

Winberg G. G., Babitsky V. A., Gavrilov S. I., Gladky G. V., Zakharenkov I. S., Kovalevskaya R. Z., Mikheyeva T. M., Nevyadomskaya P. S., Ostapenya A. P., Petrovich P. G., Potaenko J. S., Yakushho O. F. Biological productivity of different types of lakes. - In book: Productivity problems of freshwaters. Warszawa-Krakow, 1972.

И. И. Великорецкая, И. Я. Дегопик,
В. Г. Драбкова, Г. И. Летанская,
Е. С. Макарцева, Л. В. Сергеева,
И. Н. Сорокин, Г. А. Стальмакова,
Л. Ф. Форш, Л. В. Яковлева

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР ТРЕХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В летние месяцы 1966–1969 гг. Институтом озероведения АН СССР проводились комплексные исследования малых озер в трех различных ландшафтах Кольского полуострова: на севере – в лесотундре, на юге – в северотаежном ландшафте и в горном районе – в Ловозерских тундрах. Цель исследований – установление лимнологических особенностей озер в зависимости от окружающего ландшафта.

Климат Кольского полуострова отличается большим своеобразием. Большая часть полуострова лежит за полярным кругом, а значит, в сфере действия полярного дня и полярной ночи. Важной особенностью климата является сильно выраженное отепляющее влияние Атлантики, в результате чего на Кольском полуострове сравнительно мягкая и продолжительная зима и прохладное короткое лето. Продолжительность периода со среднесуточной температурой выше +10° колеблется от 59 дней в центральной части полуострова до 66–75 дней на Мурманском и Терском побережьях. Позднее очищение от ледового покрова и раннее замерзание укорачивают вегетационный период в озерах полуострова на 2–3 месяца по сравнению с озерами более южных широт. Круглосуточное поступление солнечной радиации в течение июня и июля – одна из основных причин высокого темпа прогревания водной толщи озер. Максимальный прогрев кольских озер, как и озер более южных районов, приходится на начало августа. В связи с этим и биологические процессы в озерах протекают в более короткие сроки.

Широтное протяжение Кольского полуострова не превышает 3°, но различия в поступлении солнечной радиации в его северных, центральных и южных районах довольно значительные. На Мурманском побережье частые туманы с Баренцева моря и большая облачность уменьшают возможный приход радиации на 50%. За теплый период южная часть полуострова получает тепла на 10 ккал./см^2 больше, чем северные районы, и на 4 ккал./см^2 больше, чем центральные. Средняя температура воздуха на севере полуострова (лесотундровый ландшафт) в июле и августе на 1° ниже, чем на Терском побережье (северотаежный ландшафт). Различия в количестве поступающего тепла сказываются как на степени прогревания озер, так и на продолжительности безледоставного периода. Средние месячные температуры

Комплексная характеристика озер различных ландшафтов Кольского полуострова

Ландшафты	Ландшафтная характеристика	Озеро	Гидрологические характеристики: площадь озера, км²	средняя глубина, м	показатели: водообменность	емкость	открытость	тип термической стратификации	Донные отложения: потеря при прокаливании, %	SiO_2 на золу, %: общий	в том числе активный	$\Sigma_ц$, мг/л	Гидрохимическая характеристика: тип воды	цветность, град.	процент перманганатной окисляемости от бихроматной	$\frac{\Sigma_{орг. вещества}}{\Sigma_ц}$	pH	Макрофиты: зарастание, %	количество видов	главные ценозообразователи	Микробиологическая характеристика: общее количество бактерий в воде, тыс.кл./мл	общее количество бактерий в поверхностном слое ила, млн кл./мл
Лесотундровый ландшафт	Область умеренных неотектонических поднятий. Маломощный чехол четвертичных отложений на водосборах с выходами гранитов и гранито-гнейсов. Ступенчатый рельеф. Озера в грабенообразных котловинах. Характерны системы проточных озер высокой водообменности. В растительности преобладают березняки кустарничково-лишайниковые (березовое редколесье). Почвы – иллювиально-гумусовые подзолы, песчаные. Болота – кустарничково-сфагновые, безлесные, олиго-мезотрофного типа. Заболоченность 18,7%.	Канентъявр	12,10	3,8	2,4	0,17	3,20	=	25–10	88–50 / 70	46–7 / 21	11–16	Cl^{Na}	16–20	35–40	0,6–1,0	6,6–6,8	0,1	16	Isoetes lacustris, Carex inflata	–	–
	Система озер Полярное–Бол. Коптявр		0,10–5,15	1,1–1,7	18–1160	0,18–0,52	0,07–3,00	–	25–5	79–68 / 73	34–4 / 18	11–16	Cl^{Na}	18–20	35–40	0,6–1,0	6,6	0,1–0,5	5–10	Isoetes lacustris, Carex inflata	–	–
	Глубокое		0,035	2,9	4,0	0,35	0,012	≡	25–10	83–70 / 77	66–35 / 50	29	Cl_2C^{Na}	28	51	0,4	6,6	5,0	7	Isoetes lacustris, Myriophyllum sp.	–	–
Северотаежный ландшафт	Область с очень слабым темпом неотектонических поднятий. Мощный чехол четвертичных отложений. Рельеф аккумулятивный, холмисто-грядовый и грядово-кольцевой. Озерные котловины в понижениях рельефа. Водообменность озер слабая. Растительный покров представлен елово-сосновыми лесами. Почвы – иллювиально-железисто-гумусовые подзолы, песчаные. Среди болот преобладают осоково-сфагновые, олиготрофного типа. Заболоченность 32,0%.	Сеньозеро	3,20	5,8	0,6	0,32	0,55	≡	30–20	87–86 / 87	48–36 / 43	20–25	$C^{Ca.Na}$	31–39	37–33	0,6	7,0–7,2	10,0	32	Phragmites communis, Isoetes lacustris	400	130
	Верхн. Сеньозеро		1,40	4,2	0,4	0,32	0,33	≡	40–30	87–85 / 86	63–40 / 52	12–16	$C^{Ca.Na}$	10	23	0,9	6,9	1,0	14	Phragmites communis, Nuphar luteum	440	140
	Пасмозеро		4,20	4,2	0,4	0,31	1,00	≡	30–20	88–82 / 85	55–54 / 55	15–20	C^{Na}	45	32	0,9	6,8	10	27	Polygonum omphybium, Isoetes lacustris	300	200
	Великое		1,30	2,4	6,8	0,52	0,28	–	40–30	89–82 / 86	46–32 / 38	20	$C^{Na.Ca}$	45	30	1,0	7,0	–	21	Phragmites communis, Isoetes lacustris, Scorpidium surpioides, Drepanocladus oxannulatus	400	120
	Вилозеро		104,0	7,7	0,2	0,38	13,4	–	40–30	80–73 / 76	48–24 / 33	23–28	$C^{Ca.Na}$	24–30	30–37	0,5–0,6	7,0–7,2	–	37	Menyanthes trifoliata, Carex inflata, Carex lasiocarpa, Nuphar luteum, Ranunculus dichotomus	600	170
	Рельеф – беспорядочное сочетание холмов и гряд и разделяющих их понижений, обычно заболоченных или занятых озерами-ламбинами. Ламбины окружены болотами, в основном олиготрофного типа. Водообменность практически отсутствует.	Светлое	0,20	3,0	–	0,30	0,08	–	70–50	69	33	5	S^{Na}	0	15	1,4	3,9	–	6	Nuphar pumilum	–	–
		Ламбина Зеленая	0,06	3,5	–	0,30	0,02	≡	80–50	68	35	4	$S^{Na.Ca}$	6	16	4,6	5,9	–	5	Nuphar pumilum	–	–
		Ламбина Залитая	0,01	2,8	–	0,47	0,005	≡	94–93	–	–	4	S^{Na}	20	41	9,2	4,1	50	3	Nuphar pumilum	–	–
		Ламбина Восьмерка	–	–	–	–	–	≡	–	–	–	6	SC^{Na}	36	30	3,8	4,3	–	–	–	–	–
		Пасмламбина	0,10	1,9	–	0,42	0,07	=	50–30	84	53	8	$SCl^{Na}C$	60	42	2,6	4,9	–	11	Equisetum limosum, Nuphar luteum	–	–
Ловозерский горный ландшафт	Область устойчивого интенсивного неотектонического поднятия. Водосборы практически лишены рыхлого покрова; в днище котловины Сейдозера – мощные толщи четвертичных осадков. Котловина денудационно-тектонического происхождения, подпруженная мореной. Водообменность озера довольно значительна. В водосборе Сейдозера проявляются черты горного ландшафта. В почвенно-растительном покрове наблюдается высотная поясность – лишайниково-кустарничковая тундра сменяется к подножию склонов березово-еловым лесом. Почвы оподзоленные иллювиально-гумусовые, супесчаные. Болота распространены незначительно – 0,6%.	Сейдозеро	12,5	5,4	1,8	0,45	2,30	=	26–20	81–78 / 79	55–34 / 46	17–19	C^{Na}	2–6	17	0,3	6,9–7,1	–	5	Isoetes lacustris	380	100
		Щучье	0,10	0,8	–	0,51	0,12	–	30–26	94–90 / 92	70–57 / 61	24	C^{Na}	34	41	0,4	7,0	–	–	–	400	110
		Терекъявр	0,10	2,2	–	0,34	0,04	–	51–43	92–88 / 90	74–51 / 63	18	C^{Na}	6	32	0,3	7,0	–	–	–	540	100

Примечание. Типы термической стратификации: – неустойчивая, = устойчивая, ≡ устойчивая с металимнионом.

Фитопланктон: количество видов	доминирующие группы	биомасса, г/м³	продукция и деструкция под 1 м² поверхности, г: Ф	Д	Ф/Д	Зоопланктон: количество видов	руководящий комплекс	биомасса, г/м³	Зообентос: количество видов	руководящий комплекс	биомасса, г/м²
112	Диатомовые	0,13	0,15	0,32	0,47	22	Eudiaptomus gracilis, Kellicottia longispina	0,5	65	Ch. f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius, Tanytarsaria	3,9
56–78	Диатомовые	0,03–0,08	0,08–0,14	0,28–0,30	0,03–0,50	11–18	Conochilus unicornis, Eudiaptomus gracilis	0,005–0,3	43	Ch. f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius, Procladius	2,9
55	Диатомовые	0,01	0,15	0,44	0,34	9	Eudiaptomus gracilis, Bosmina obtusirostris	0,4	20	Ch. f. l. salinarius, Procladius, Stictochironomus	1,3
126	Пирофитовые+сине-зеленые	0,18	0,55	0,92	0,60	27	Conochilus unicornis, Eudiaptomus gracilis	0,7	85	Ch. f. l. salinarius, Procladius, Tanytarsaria	2,2
107	Диатомовые	0,14	0,44	0,63	0,70	25	Conochilus hippocrepis, Eudiaptomus gracilis	1,3	60	Ch. f. l. salinarius, Procladius	3,8
51	Диатомовые+сине-зеленые	0,42	1,58	1,32	1,19	18	Chydorus sphaericus, Mesocyclops leuckarti	1,5	36	Ch. f. l. plumosus	6,6
79	Диатомовые+сине-зеленые	0,16	0,89	0,31	2,87	14	Chydorus sphaericus, Kellicottia longispina	2,2	34	Ch. f. l. plumosus	1,2
92	Диатомовые+сине-зеленые	2,00	0,97	0,87	1,11	28	Chydorus sphaericus, Mesocyclops leuckarti	1,1	85	Ch. f. l. semireductus, Ilyodrilus hammeriensis	6,4
25	Пирофитовые	0,04	0,12	0,23	0,52	5	Bosmina obtusirostris	0,5	16	Microtendipes gr. chloris	0,8
40	Пирофитовые+сине-зеленые	0,01	0,22	0,24	0,92	10	Cyclops scutifer, Kellicottia longispina	0,8	8	Ch. f. l. salinarius, Tanytarsaria	0,6
12	Пирофитовые+сине-зеленые	0,04	0,28	0,41	0,68	8	Eudiaptomus denticornis	0,7	9	Ch. f. l. plumosus, Ch. f. l. semireductus	14,4
10	Пирофитовые+сине-зеленые	0,01	–	–	–	12	Kellicottia longispina, Cyclops scutifer	0,7	8	Ch. f. l. plumosus	2,2
19	Диатомовые+сине-зеленые	0,05	0,25	0,14	1,78	23	Conochilus unicornis, Eudiaptomus gracilis	0,8	16	Ch. f. l. semireductus, Glyptotendipes gr. gripekoveni	0,9
52	Диатомовые	0,25	0,52	0,51	1,02	26	Ophrydium crassicaule, Kellicottia longispina	1,4	60	Procladius, Ch. f. l. bathophilus, Ch. f. l. salinarius, Tanytarsaria	3,5
26	Диатомовые	0,01	–	–	–	8	Daphnia longispina, v. hyaline	13,3	12	Bezzia	4,2
24	Диатомовые	0,01	–	–	–	8	Conochilus unicornis, Eudiaptomus gracilis	2,1	19	Eukiefferiella longicalcar, Procladius	1,6

Зак. 1562.

поверхности воды озер северного побережья, по средним многолетним данным (1947–1962 гг.), на 1.5–2.0° ниже, а безледоставный период на 8–10 дней короче, чем у озер юга полуострова. Ощутимы также и различия в величинах радиационного баланса водной поверхности озер рассматриваемых регионов. В среднем за четыре года (1966–1969 гг.), по расчетам Г. М. Багровой (наст. сб., ч. I), радиационный баланс за период июнь–сентябрь для оз. Глубокого (лесотундровый ландшафт) был равен 4.5, для Сейдозера (Ловозерский горный ландшафт) – 4.7 и для Сеньозера (северотаежный ландшафт) – 6.6 ккал./см^2.

Географическое положение Кольского полуострова, определяющее характер его климата, вместе с местными особенностями геолого-геоморфологического строения Балтийского кристаллического щита формируют важнейшие физико-географические черты рассматриваемых ландшафтов (см. табл.).

Лесотундровый ландшафт. Поверхность территории представляет древний пенеплен на гранитах, приподнятый в отдельных блоках на высоту 200–300 м при относительных превышениях 20–100 м. Маломощный плащ четвертичных отложений местами прерывается выходами кристаллических пород. В рельефе сочетаются структурно-денудационные и ледниково-аккумулятивные формы. К линиям дизъюнктивных нарушений приурочены реки и озера.

В почвенном покрове преобладают маломощные иллювиально-гумусовые подзолы песчаного состава. Растительность представлена березовым редколесьем с мохово-лишайниковым покровом. Заболоченность территории значительна и составляет 18.7%. Болота, преимущественно олиго-мезотрофного типа, в сочетании с соединяющими их протоками представляют собой своеобразную гидрографическую сеть, по которой осуществляется сток в озера. Рисунок гидрографической сети отражает особенности рельефа, который имеет ступенчатый характер. Связанный с ним невыработанный профиль равновесия рек обусловливает хорошую проточность озер.

В этом ландшафте была исследована система озер Канентъявр–Бол. Колгиявр, расположенных в бассейне левого притока р. Териберки – р. Кольйок. Верхнее в системе – оз. Канентъявр является наиболее крупным и глубоким водоемом. Площадь озера – 12 км^2, наибольшая глубина – 22 м, средняя – 3.8 м. Котловина озера имеет сложное строение и состоит из нескольких различных по величине и глубине плёсовых участков. Водообменность озера невелика – показатель условного водообмена в целом по озеру равен 2.4. Однако водообменность отдельных участков озера колеблется в довольно широких пределах. Расположенные ниже по течению озера Полярное, Китенъявр, Мал. и Бол. Колгиявр представляют собой практически плёсовые участки р. Кольйок с гидрологическим режимом, близким к речному. Небольшие размеры и мелководность озер в сочетании с большой площадью водосбора определяют их высокую водообменность. Показатель условного водообмена изменяется от 18 (оз. Бол. Колгиявр) до 1160 (один из плёсов оз. Полярного). Высокая водообменность озер и интенсивное перемешивание под воздействием ветра способствуют прогреванию водной массы по всей толще. Лишь в отдельных, более глубоких и изолированных плёсах системы возникает вертикальная термическая стратификация. Максимум прогревания озер (до 14–16°) наблюдается в начале августа.

Донные отложения озер отличаются невысоким содержанием органического вещества, количество которого не превышает 20–25%. Преобладающим компонентом их состава является аутигенный кремнезем, накопление которого определяется биогенным фактором – доминирующим положением диатомовых водорослей в планктоне озер Кольского полуострова. Концентрация аутигенного кремния в отложениях сравнительно слабоводообменных озер Канентъявр и Глубокого достигает 30–60% (на зольную часть). В проточных озерах содержание кремния снижается за счет увеличения доли терригенного

материала. Железистые осадки и образования имеют наибольшее распространение в верховых озерах Канентъявр и Глубоком. Концентрация железа в охристых и красновато-коричневых илах колеблется от 5 до 19%, в рудных корках - до 33%. Бурые илы и рудные корки представляют собой диагенетические образования, возникшие в результате перераспределения железа и марганца в толще осадков. Средняя мощность отложений в озерах - 0.3-0.8 м, наибольшая - 2-5 м.

Вода озер отличается крайне низкой минерализацией (11-16 мг/л). Атмосферные осадки морского происхождения (близость Баренцева моря) определяют формирование хлоридно-натриевого типа вод; грунтовое питание существенного значения на ионный состав вод не оказывает. Озера лесотундрового ландшафта характеризуются низким содержанием растворенного в воде органического вещества, имеющего в основном аллохтонное происхождение, и бедностью биогенными элементами. Высокая гидродинамическая активность водных масс благоприятствует насыщению кислородом и равномерному распределению компонентов химического состава по всей толще от поверхности до дна.

Большая проточность и высокая водообменность озер действует угнетающе на развитие в них биологических сообществ. Порожистость системы при небольших глубинах озер и состояние литорали, либо покрытой подвижными песками, либо каменистой, создают неблагоприятные условия для развития высшей водной растительности, которая приурочена к глубине 2-3 м. Здесь отмечаются лишь простые по строению и небольшие по площади зарастания фитоценозы - в основном осок, полушника озерного и ежеголовника. Зарастает не более 1-7% площади озер. Встречено всего 20 видов, которые образуют 23 ассоциации.

Планктон озер также не отличается высокой продуктивностью. В фитопланктоне по видовому разнообразию доминируют зеленые водоросли, а по численности и биомассе - диатомовые. Биомасса не превышает 0.01-0.13 г/м^3. Для всех озер системы характерны низкие величины фотосинтеза (0.05-0.17 мгО/л·сутки у поверхности) и преобладание деструкции над продукцией. Суточный баланс органического вещества отрицательный.

Зоопланктон также отличается низкими продукционными показателями, особенно в системе высокообменных проточных озер (Полярное-Бол. Колгиявр), где биомасса составляет 0.05-0.2 г/м^3. В наиболее продуктивном оз. Канентъявр биомасса зоопланктона достигает 0.5 г/м^3. По составу фауны (присутствие стенотермно-холодноводного комплекса видов Heterocope borealis, Bosmina v. arctica, Cyclops scutifer и др.), а также по уровню развития зоопланктона эти озера близки олиготрофным водоемам Крайнего Севера Советского Союза.

В донной фауне озер обнаружены представители 17 групп беспозвоночных, среди которых доминируют хирономиды. Характерно наличие реликтового рачка Pontoporeia affinis среди эврибионтных, географически широко распространенных форм. Средние величины численности и биомассы бентоса в озерах изменяются в широких пределах - от 330 до 1820 экз./м^2 и от 0.6 до 8.5 г/м^2, что связано с характером грунтов и различными условиями проточности в отдельных озерах и плёсах.

В заключение следует отметить, что исследованная система озер лесотундрового ландшафта является характерной для северо-запада Кольского полуострова. Преобладание урочищ гранитных возвышенностей, обладающих значительными уклонами, ступенчатое расположение урочищ - все это благоприятствует интенсивному сносу материала в озера. Почвы характеризуются выщелоченностью.

Во всех озерах данного ландшафта наблюдался общий низкий уровень биологической жизни, что обусловлено недостаточной обеспеченностью биогенными элементами, небольшой концентрацией биохимически нестойкого

органического вещества и низкой температурой воды. Отмечается связь между интенсивностью биологических процессов в различных участках системы и проточностью озер. В водоемах Канентъявр и Глубоком со слабой проточностью и низкими показателями водообменности наблюдались более высокие величины продукции и биомассы биологических сообществ по сравнению с системой сильнопроточных озер. В продуктивности всех озер, и особенно высоководообменных, большую роль играет аллохтонное органическое вещество. Все озера, обследованные в лесотундровом ландшафте, можно отнести к олиготрофному типу.

Северотаежный ландшафт. Южная часть Кольского полуострова относится к области накопления рыхлых ледниковых и озерно-ледниковых отложений. Поверхность территории представляет слабовсхолмленную равнину с абсолютными отметками от 120 до 280 м. Характерно сочетание мелкохолмистой моренной равнины с участками холмисто-грядового и грядово-кольцевого рельефа, среди которого широко распространены небольшие озера - ламбины. Слабая расчлененность рельефа, близкое залегание грунтовых и выходы трещинных вод способствуют развитию болот. Преобладают грядово-мочажинные кустарничко-сфагновые олиготрофные болота. Заболоченность ландшафта составляет 32%. Господствуют елово-сосновые леса на иллювиально-гумусово-железистых подзолах.

Специфика структуры северотаежного ландшафта состоит в автономности озерных водосборов, преобладании урочищ моренных равнин и болотных урочищ, с которых осуществляется сток в озера. В этом районе была обследована группа озер и ламбин, относящихся к бассейнам рек Умбы и Варзуги. Озера здесь более глубокие, чем в лесотундровом ландшафте. Средняя их глубина изменяется в пределах 4-6 м, максимальная - 14-18 м. Расположение озер преимущественно в верхней части водосборных бассейнов рек, невысокая густота речной сети определяют слабую водообменность озер (показатель условного водообмена - 0,4-0,6). Ламбины практически не имеют водосборных площадей и питаются, в основном атмосферными и частично болотными водами. Небольшие размеры, слабая водообменность, незначительные величины показателя открытости (за исключением Вялозера) ограничивают развитие процессов динамического перемешивания водных масс в озерах. Поэтому в ряде озер и ламбин в летнее время отмечается вертикальная термическая стратификация. Лишь в период осенней гомотермии (конец августа) холодные придонные воды прогреваются до 10-12°. Средняя температура водной массы в течение лета не превышает 14°. Часть более мелких водоемов (оз. Великое, Пасмозеро) прогреваются по всей толще до средней температуры 16-18°.

Ионный состав вод формируется как под воздействием атмосферных осадков, имеющих здесь преимущественно континентальное происхождение, так и под воздействием подземных вод. В отличие от района лесотундры озера рассматриваемого ландшафта имеют свои гидрохимические особенности, которые определяются автономностью их водосборных бассейнов. Это выражается в более широких пределах изменения минерализации озерных вод: от крайне малой - 12 мг/л - до 28 мг/л. В анионном составе в разной степени доминирует гидрокарбонатный ион, причем его роль возрастает с увеличением минерализации воды в озерах. В катионном составе относительное содержание ионов натрия и кальция почти равнозначно. Своеобразной чертой является более высокая минерализация поверхностного слоя воды в озерах по сравнению с придонным. Как и в лесотундровом ландшафте, вода озер характеризуется низким содержанием органического вещества и бедна биогенными элементами. Здесь также превалирует органическое вещество аллохтонного происхождения, но заметно повышается роль и автохтонного органического вещества. В озерах термически стратифицированных наблюдаются изменения в распределении растворенных газов по вертикали.

Минерализация и химический состав вод ламбин определяются преимущественно составом атмосферных осадков. Для них характерны предельно низкая минерализация (3–9 мг/л), сульфатно-натриевый состав и кислая реакция воды (pH – 3.5–5.9).

Осадконакопление в озерах северотаежного ландшафта происходит значительно интенсивнее, чем в северных озерах. Средняя мощность донных отложений колеблется в пределах 1.6–2.1 м при максимальных значениях 4–6 м. Слабая водообменность озер и их более высокая биологическая продуктивность обусловливают преобладающую роль биогенных факторов в формировании осадков. Основными компонентами иловых отложений являются аутигенный кремнезем и органическое вещество. Концентрация аутигенного кремния составляет от 30 до 60% в расчете на прокаленное вещество осадков. Содержание органического вещества изменяется от 20–30 до 30–40%.

Донные отложения ламбин, расположенных в заболоченных понижениях рельефа, представлены торфянистыми илами (потери при прокаливании от 50–70 до 95%) с повышенным содержанием общей серы до 5–11% (на зольную часть); количество аутигенного кремния в торфянистых илах не превышает 30–35% на прокаленное вещество осадков.

Озера северотаежного ландшафта отличаются более высокой биологической продуктивностью и бóльшим видовым разнообразием отдельных сообществ по сравнению с озерами лесотундры. Большая облесенность водосборов, более мощный почвенный покров способствуют поступлению в озера микроэлементов и биогенных веществ, необходимых для развития жизни. Благодаря низкому водообмену в озерах аллохтонное органическое вещество не играет такой значительной роли в продуктивности озер, как это отмечалось в озерах лесотундры.

Различия условий на частных водосборах внутри ландшафта приводят к формированию озер с различным биологическим комплексом. Высшая водная растительность в видовом отношении здесь более разнообразна, чем в северных озерах, – доминируют хвощ, тростник, кубышка, рдест стеблеобъемлющий, полушник. Для этих озер, как и озер лесотундры, характерна простота строения фитоценозов и большая изреженность зарослей. Площадь зарастания озер не превышала 10%.

Наибольшее видовое разнообразие фитопланктона отмечалось в Сеньозерах, причем в Верхн. Сеньозере господствующими были диатомовые, а в Сеньозере – пирофитовые и сине-зеленые. Продукционные показатели этих озер были наиболее низкими по сравнению с другими исследованными озерами этого ландшафта. Средняя биомасса водорослей в них составляла 0.14–0.18 г/м^3, интенсивность фотосинтеза у поверхности – 0.18–0.28 мгО/л·сутки. Суточный баланс органического вещества был отрицательным. В другой группе озер – Великом, Пасмозере и Вялозере – средняя биомасса водорослей изменялась в пределах от 0.16 до 2.00 г/м^3, интенсивность фотосинтеза у поверхности составляла 0.23–0.78 мгО/л·сутки при положительном суточном балансе органического вещества. Здесь господствовали диатомовые и сине-зеленые.

За счет фотосинтеза фитопланктона бактерии могут быть обеспечены органическим веществом на 65–100%. Продукция бактериальной биомассы составляла 55–115 мг С/м^2 в сутки при численности 180–700 тыс. кл. в 1 мл.

Зоопланктон, как и фитопланктон, также отличается видовым разнообразием и более высокими количественными показателями (0.7–0.32 г/м^2) по сравнению с зоопланктоном северных озер. В Сеньозерах господствовал копеподно-ротаторный комплекс видов. В озерах Великое, Пасмозеро и Вялозеро, где биомасса зоопланктона выше, чем в других озерах, преобладали ветвистоусые рачки (Chydorus sphaericus).

В донных отложениях исследованных озер содержится значительное количество легкоокисляемых органических соединений, о чем говорят

сравнительно высокие величины поглощения кислорода илами – 0.15–0.95 г0/м^2 в сутки. Здесь разлагается до 55% всего органического вещества, окисляющегося в озере (в воде и донных отложениях). Из-за низкой температуры и небольшой глубины водоемов в водной толще минерализуется лишь часть биохимически нестойкого органического вещества; остальная – значительная – часть опускается на дно. Общее количество бактерий в илах составляло 70–280 млн кл. в 1 г сырого ила. Содержание сульфаторедуцирующих и денитрифицирующих бактерий было незначительным.

Благодаря достаточному количеству легкоокисляемого органического вещества в донных отложениях зообентос в озерах северотаежного ландшафта богаче, чем в озерах севера, особенно в водоемах с хорошо развитой литоралью. В его составе обнаружены представители 22 групп беспозвоночных, или около 90 видов и форм. Доминируют здесь хирономиды, но значительна и роль моллюсков при подчиненном значении олигохет. Численность и биомасса бентоса изменяются по озерам в широких пределах – от 590 до 1860 экз./м^2 и от 1.2 до 6.6 г/м^2. Наиболее продуктивным является Вялозеро. Сеньозера по количественным показателям зообентоса слабо отличаются от северных озер.

Особо нужно остановиться на биологии небольших водоемов-ламбин, которые, как указывалось выше, широко распространены в данном ландшафте и отличаются большим разнообразием. Эти водоемы характеризуются бедным видовым составом водной растительности. Они могут быть совсем лишены зарослей или, наоборот, сплошь зарастают одним каким-нибудь видом (например, Nuphar pumila). Видовой состав водорослей здесь тоже ограничен. Для ламбин характерна крайне низкая биомасса водорослей – 0.01–0.05 г/м^3. Здесь в большом количестве развивались сине-зеленые, хотя по биомассе доминировали пирофитовые. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона была низкой и у поверхности изменялась в пределах от 0.05 до 0.28 мг0/л. Суточный баланс органического вещества был отрицательным.

Зоопланктон в ламбинах отличался большим разнообразием и имел характерный для каждой из них руководящий комплекс. В ламбинах с низкими значениями pH отмечалось выпадение из планктона ряда озерных форм (Daphnia longispina, Eudiaptomus gracilis и др.), а при крайних экологических условиях (ламбина Светлая: pH – 4.6, цветность – 0°, перманганатная окисляемость – 3.1 мг0/л) – господство лишь популяции Bosmina obtusirostris. Биомасса зоопланктона составляла 0.3–1.1 г/м^3.

Донная фауна ламбин не отличалась разнообразием видового состава, но отдельные виды иногда развивались в массе, чем определялась высокая биомасса бентоса в некоторых из них. Как правило, доминировали в составе донной фауны хирономиды. Биомасса бентоса изменялась в очень широких пределах – от 0.6 г/м^2 в ламбине Зеленой до 14.4 г/м^2 в ламбине Запятой.

Таким образом, северотаежный ландшафт, обладая своеобразными структурными чертами, отличается различным характером аккумуляции моренного материала. Толща рыхлых отложений, повсеместно распространенная в ландшафте, экранирует влияние местных кристаллических пород и является в основном средой гипергенной миграции химических элементов. Слаборасчлененный рельеф, способствующий дифференциации химических элементов в вертикальном профиле ландшафта, высокая водопроницаемость почв, развитие подзолов (преобладание растворимых форм органического вещества) обусловливают интенсивный вынос веществ с водосбора. Часть наиболее растворимого органического вещества, фильтруясь сквозь почвенную толщу, поступает в почвенно-грунтовые воды, а с ними выносится в ручьи и озера.

Сравнительно лучшая обеспеченность биогенными элементами и органоминеральными соединениями, более интенсивное поступление солнечной радиации и, следовательно, большее прогревание водных масс обеспечивают и более высокую продуктивность озер северотаежного ландшафта. Изолированность

водоемов друг от друга проявляется в разнообразии видового состава их гидробионтов. По сравнению с озерами лесотундрового ландшафта роль автохтонного органического вещества в этих водоемах возрастает, особенно в озерах Пасмозеро, Великое и Вялозеро. Последние относятся к мезотрофному типу водоемов, тогда как остальные – олиготрофные.

Ламбины представляют собой специфичные водоемы, которые характеризуются бедным видовым составом флоры и низкой первичной продукцией фитопланктона. Количественные показатели зоопланктона и бентоса в ламбинах изменяются в широких пределах в зависимости от экологических условий.

Ловозерский горный ландшафт. В этом ландшафте основное внимание было уделено Сейдозеру, занимающему впадину коренного рельефа в центральной части горного массива. Последний сложен интрузивным комплексом различных щелочных пород группы нефелиновых сиенитов. Для района характерно сложное расчленение рельефа. Абсолютные отметки водораздельных вершин платообразного характера достигают 700–800 м, относительное превышение над Сейдозером – 400–500 м. Верхние части склонов крутые, скалистые, прорезаны троговыми долинами. Присклоновые части озерной котловины и ее дно сложены рыхлыми четвертичными отложениями ледникового и озерно-ледникового генезиса.

В почвенно-растительном покрове водосбора наблюдается вертикальная поясность: арктические пустыни платообразных вершин и лишайниково-кустарничковая тундра от верхних частей к подножию склонов сменяется березово-еловым лесом. Почвы подзолистые, с ярко выраженным иллювиально-гумусовым процессом.

Водная масса озера подвержена значительному перемешиванию. Этому способствует удлиненная форма водоема, господство ветров, направленных вдоль его большой оси, и равномерное распределение по акватории притоков („кольцевой" тип приточности). Все это определяет хорошее насыщение кислородом водной толщи и состояние гомотермии в озере в течение открытого периода. Термический градиент может возникать, но лишь на короткий период. Максимальный теплозапас в 1969 г. отмечался в первой декаде августа при температуре воды 14°.

Вода Сейдозера мало минерализована (17–19 мг/л), гидрокарбонатного класса с резко выраженным натриевым типом. На формирование ионного состава наряду с водами снежников оказывают влияние подземные воды кристаллических пород. По величине минерализации оно занимает промежуточное положение между озерами лесотундры и северной тайги. Сейдозеро выделяется повышенным содержанием минерального фосфора, концентрация которого здесь на порядок выше, чем в других исследованных водоемах. Для озера характерна крайне низкая концентрация органического вещества. Отношение растворенного органического вещества к минеральному – 0.3 : 1, в то время как в озерах лесотундры и северотаежного ландшафта оно соответственно 0.6 : 1 и 1 : 1. Несмотря на большие размеры и горный характер водосборного бассейна, участие терригенного материала в формировании осадков в Сейдозере имеет явно подчиненное значение. Толща отложений мощностью до 5–6 м целиком сложена диатомовыми илами. Количество аутигенного кремния в поверхностном слое отложений изменяется в пределах 34–55% (на золу) при содержании органического вещества 20–26%.

Литораль озера представлена каменистыми грунтами, что определяет бедность высшей водной растительности в видовом и количественном отношении: в озере отмечено всего 5 видов макрофитов, доминирует полушник озерный.

Благодаря значительному поступлению в озеро биогенных элементов здесь отмечались более высокие по сравнению с озерами лесотундры продукционные показатели фитопланктона. Так, интенсивность фотосинтеза у поверхности была 0.10–0.20 мг О/л·сутки при средней биомассе 0.25 г/м^3.

Продукция фитопланктона, как правило, превышала деструкцию, что говорит о значительной роли в Сейдозере автохтонного органического вещества. Доминировали в фитопланктоне диатомовые.

Продукция бактериальной биомассы при численности бактерий 580 тыс. кл. в 1 мл составляла 30 мг $C/м^2$ в сутки и была меньше, чем в озерах северотаежного ландшафта. Бактериями ежесуточно минерализуется 0.12 г $C/м^2$ органического вещества, т. е. они вполне обеспечены органическим веществом, образованным за счет фотосинтеза фитопланктона (чистая первичная продукция составляет 0.15 г $C/м^2 \cdot$ сутки). Величина продукции бактерий была почти равна величине выедания бактерий, что говорит о напряженности пищевой связи бактерии–зоопланктон. Это в свою очередь согласуется с высокой продукцией зоопланктона в озере. Биомасса зоопланктона составляла 1.44 $г/м^3$. Эта величина намного превышает соответствующие показатели в озерах лесотундры и близка к таковым в озерах северной тайги. Высокую биомассу здесь обусловливает присутствие крупных рачков (Daphnia longispina, Cyclops strenuus, Bosmina obtusirostris и др.). Характерно преобладание в планктоне инфузории Ophrydium crassicaule, не встреченной в озерах других ландшафтов Кольского полуострова.

Величина потребления кислорода донными отложениями, которая характеризует наличие биохимически нестойких органических соединений, составляла в Сейдозере в среднем 0.31 г $O/м^2 \cdot$ сутки. В донных отложениях минерализуется до 40% общего количества окисленного в воде и илах органического вещества. Аналогичные показатели получены для озер северотаежного ландшафта. Общее количество бактерий в илах озера изменялось в пределах от 45 до 310 млн кл. в 1 г сырого ила. Количество сульфаторедуцирующих и денитрифицирующих бактерий было ничтожным.

Сравнительно высокое содержание органического вещества в донных отложениях определило довольно значительную численность и биомассу бентоса – *соответственно* 1200 экз./$м^2$ и 3.5 $г/м^2$. *Для бентоса характерно преобладание* пелофильных форм хирономид и обилие хищников в их составе.

Итак, особенности морфологической структуры Ловозерского горного ландшафта, обусловленные геологическим строением, большим диапазоном абсолютных и относительных высот, степенью расчленения поверхности, вертикальной дифференциацией почвенно–растительного покрова и т. д., определяют характер поступления веществ с водосбора в Сейдозеро. Преобладание *урочищ, развитых на лишенных почвенно–растительного покрова скальных* поверхностях, обусловливает более интенсивное вовлечение в миграцию продуктов разрушения щелочных кристаллических пород, что в конечном итоге отражается на химическом составе поверхностных вод. Особенности почвообразовательного процесса на ограниченных по площади четвертичных отложениях (слабая выщелоченность почв, застойный характер разложения органического вещества) не способствуют интенсивному выносу органо–минеральных соединений за пределы почвенного профиля. Отсюда крайне ничтожная роль аллохтонного органического вещества в продуктивности озера. Биогенные элементы представлены в основном минеральными формами, причем принос минерального фосфора и азота в озеро водами притоков значителен – соответственно до 0.0375 и 0.0750 мг/л. Все это способствует образованию органического вещества в самом озере за счет фотосинтеза. Для озера характерна высокая продукция зоопланктона, отсюда напряженность пищевых связей и интенсивное выедание бактерий. По всем показателям Сейдозеро можно считать олиготрофным водоемом, однако высокая продукция зоопланктона не позволяет в целом отнести его к этому типу.

Подводя итог *изложенному* выше, следует отметить, что различия ландшафтных условий нашли отражение в формировании химического состава вод, характере поступления органического вещества и уровне биологической жизни озер. Тем не менее все исследованные нами озера Кольского полуострова отличаются низкой биологической продуктивностью и являются олиготрофными водоемами. И только некоторые озера северотаежного ландшафта обладают чертами мезотрофии.

УДК 551.482.214+213 (471.21)

Гидрохимическая характеристика озер различных ландшафтов Кольского полуострова. Дегопик И. Я. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 4–62.

В статье дается сравнительная гидрохимическая характеристика озерных групп, расположенных в трех различных ландшафтах Кольского полуострова. Каждая группа характеризуется по минерализации и преобладающему иону, содержанию и природе органического вещества и соотношению его с суммой основного ионного состава. Выделяются особенности вертикальной стратификации компонентов химического состава воды. Рассматривается содержание биогенных элементов. Гидрохимические исследования позволяют наметить некоторые связи между ландшафтными условиями и составом воды озер. Наиболее отчетливо они выявляются при сравнении основного ионного состава и качественной характеристики органических веществ, содержащихся в их водах. Библ. – 12 назв., илл. – 4, табл. – 18.

УДК 581.526.32 (471.21)

Высшая водная растительность озер Кольского полуострова. Волкова Л. А. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 63–77.

В работе приводятся результаты исследования высшей водной растительности озер различных ландшафтов Кольского полуострова в 1966–1969 гг. Видовой состав растительности озер, расположенных в условиях северотаежного ландшафта, намного богаче и разнообразнее видового состава растительности лесотундровых озер. Приводится краткая характеристика наиболее распространенных формаций, а также формаций, являющихся редкими в растительном покрове исследованных озер. Для каждого озера дается общее описание растительности. В заключении статьи приводятся данные по фитомассе макрофитов, определявшейся преимущественно для фитоценозов, наиболее распространенных в обследованных водоемах, а также данные о росте тростника в условиях северотаежного ландшафта.

Библ. – 19 назв., илл. – 2.

УДК 581.526.325+577.475 (471.21)

Фитопланктон и первичная продукция озер Кольского полуострова. Летанская Г. И.- В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 78–119.

В статье представлены результаты исследований 21 водоема, расположенных в различных ландшафтах Кольского полуострова (лесотундра, северная тайга и Ловозерский горный массив). Приводится видовой состав водорослей (440 таксонов). Особенно многочисленны представители типа Chlorophyta. Отмечена разница в составе руководящего комплекса водорослей в водоемах лесотундры и северной тайги. Приводятся данные по численности, биомассе и первичной продукции водорослей. По продукционным показателям фитопланктона исследованные водоемы относятся к олиготрофным и мезотрофным. Различная продуктивность водоемов объясняется характером водосбора и физико-химическими условиями в самом водоеме.
Библ. – 27 назв., илл. – 8, табл. – 17.

УДК 576.801

Микрофлора воды и донных отложений некоторых озер Кольского полуострова. Драбкова В. Г. и Чеботарев Е. Н. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 120–142.

Микробиологические исследования проводились летом 1967–1969 гг. на озерах двух ландшафтов Кольского полуострова: северотаежного и Ловозерского горного. В воде озер определялось общее количество бактерий, учитываемых на мясо-пептонном агаре, время генерации, продукция и выедание бактерий, БПК; в донных отложениях – общая численность бактерий, количество бактерий, учитываемых на МПА, количество сульфаторедуцирующих, денитрифицирующих и тионовых бактерий, поглощение кислорода донными отложениями. Общее количество бактерий в воде всех озер изменялось в пределах от 160 до 1100 тыс. кл. в 1 мл, в илах – 70–220 млн кл. в 1 г сырого ила.

В озерах Ловозерского горного ландшафта по сравнению с озерами северотаежного величины продукции бактерий были ниже (соответственно 5–6 и 5–12 мг $C/м^3$ в сутки), выедание бактерий – интенсивнее и часто даже превышало продукцию бактерий, аллохтонное органическое вещество играло незначительную роль в продуктивности озер, процессы окисления органического вещества в илах шли слабее (соответственно 0.25–0.40 и 0.15–0.95 г $O/м^2$).
Библ. – 11 назв., табл. – 18.

УДК 591.524.12 (471.21)

Зоопланктон озер различных ландшафтов Кольского полуострова. Макарцева Е. С.- В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 143–179.

За период с 1966 по 1970 г. был собран зоопланктон с 20 озер и ламбин, расположенных в различных ландшафтах Кольского полуострова (лесотундровом, северотаежном и горном). Система проточных, с высокими показателями водообменности озер лесотундрового ландшафта характеризуется однородностью экологических условий и отличается бедностью зоопланктона качественно и количественно. Биомасса его не превышает 0.5 $г/м^3$. По составу и уровню развития зоопланктона эти озера близки олиготрофным озерам Крайнего Севера Советского Союза.

Разнообразие экологических условий в южной части Кольского полуострова (озерные водохранилища, лесные ламбины с различной степенью гумификации и др.) привело к большему видовому разнообразию зоопланктона в озерах северотаежного ландшафта, а значительная облесенность, более мощный почвенный покров и лучшая прогреваемость – к более высокому уровню продуцирования в них зоопланктона (до 2.2 $г/м^3$). Озера этого ландшафта близки к мезотрофным озерам Прибалтики и малым эвтрофным водоемам Карелии. Сейдозеро (Ловозерский горный ландшафт),

питающееся горными ручьями с Ловозерского горного массива, отличается специфическим составом зоопланктона (инфузория Ophrydium crassicaule), обеднением литорального комплекса в местах впадения холодных горных ручьев и значительным развитием видов холодноводного комплекса, обеспечивающих здесь значительную биомассу зоопланктона (до 1.5 г/м^3).
Библ. – 49 назв., илл. – 3, табл. – 18.

УДК 551.481.1; 577.472

Бентос озер различных ландшафтов Кольского полуострова. Стальмакова Г. А. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974, стр. 180–212.

В работе дается характеристика зообентоса 22 водоемов (16 озер и 6 ламбин), расположенных в трех различных ландшафтах Кольского полуострова – в лесотундровом, северотаежном и горном.

Приводится качественный состав (список более 225 названий) донной фауны и отмечается ее разнообразие, выделяются массовые виды и формы, относящиеся к эврибионтным хирономидам, характеризуется распределение бентоса по дну водоемов – концентрация его на иловых грунтах и обеднение фауны литорали, приводятся данные по летней численности и биомассе. Наибольшее разнообразие бентоса отмечено в озерах северотаежного ландшафта, в южной части полуострова и более ограниченный его состав – в озерах лесотундрового и горного ландшафтов. Изучаемые озера сравниваются по количественным показателям бентоса с другими озерами Кольского полуострова и озерами других северных регионов.
Библ. – 38 назв., илл. – 4, табл. – 13.

УДК 577.475

Продукционные процессы в озерах Кольского полуострова. Драбкова В. Г. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974. стр. 213–223.

В статье сделана попытка оценить биологическую продуктивность и установить особенности экосистем исследованных водоемов Кольского полуострова на основе представленных в сборнике материалов по гидробиологии озер. Сравнение озер Кольского полуострова с озерами других географических зон свидетельствует об их низкой биологической продуктивности и позволяет отнести их к олиготрофному типу. Только Вялозеро в северотаежном ландшафте можно считать мезотрофным озером, но и среди мезотрофных водоемов оно является наиболее слабопродуктивным.
Библ. – 12 назв., табл. – 5.

УДК 551.481.1+577.472 (471.21)

Комплексная характеристика озер трех ландшафтов Кольского полуострова. Великорецкая И. И., Дегопик И. Я., Драбкова В. Г., Летанская Г. И., Макарцева Е. С., Сергеева Л. В., Сорокин И. Н., Стальмакова Г. А., Форш Л.Ф., Яковлева Л. В. – В кн.: Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ч. II. Изд-во „Наука", Ленингр. отд., Л., 1974,стр. 224–231.

Статья обобщает материалы, собранные комплексной экспедицией Института озероведения АН СССР в 1966–1970 гг. Показано, что различия ландшафтных условий нашли отражение в формировании химического состава вод, характере поступления органического вещества и в общем уровне биологической жизни озер.
Табл. – 1.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение .....

Дегопик И.Я. Гидрохимическая характеристика озер различных ландшафтов Кольского полуострова 4

Волкова Л. А. Высшая водная растительность озер Кольского полуострова 63

Летанская Г. И. Фитопланктон и первичная продукция озер Кольского полуострова 78

Драбкова В. Г., Чеботарев Е.Н. Микрофлора воды и донных отложений некоторых озер Кольского полуострова 120

Макарцева Е. С. Зоопланктон озер различных ландшафтов Кольского полуострова 143

Стальмакова Г. А. Бентос озер различных ландшафтов Кольского полуострова 180

Драбкова В. Г. Продукционные процессы в озерах Кольского полуострова 213

Великорецкая И. И., Дегопик И. Я., Драбкова В. Г., Летанская Г. И., Макарцева Е. С., Сергеева Л. В., Сорокин И. Н., Стальмакова Г. А., Форш Л. Ф., Яковлева Л. В. Комплексная характеристика озер трех ландшафтов Кольского полуострова 224

ОЗЕРА РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА.
Часть II

ГИДРОХИМИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ

Утверждено к печати
Институтом озероведения АН СССР

Редактор издательства Г.Л. Кирикова
Технический редактор О.Н. Скобелева
Корректор Л.В. Субботина

Сдано в производство и подписано к печати 13/IX 1974 г.
Формат бумаги 70 x 108 1/16. Бумага № 1. Печ. п. 14 3/4 + 1 вкл.
(1/2 печ. л.). = 21.35 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 21.37. Изд. № 5519.
Тип. зак. №1562 . М-08516. Тираж 650 . Цена 2 р. 14 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука"
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1

1-я тип. издательства „Наука".
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

2 р. 14 к.

1463

2



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ