

**СОСТАВ И СТРУКТУРА МАКРОБЕНТОСА
ОЗЕР ВАВАЙСКОЙ СИСТЕМЫ (ЮЖНЫЙ САХАЛИН)**

В.С. Лабай

*Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (СахНИРО), ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск,
693023, Россия. E-mail: labay@sakhniro.ru*

По результатам бентических съемок в 2004–2005 гг. на озерах Вавайской системы (Южный Сахалин) описаны состав, структура, количественные характеристики и основные сообщества макробентоса. Дано описание изменений в донной биоте с конца 50-х годов XX в.

**MACROBENTHOS COMPOSITION AND STRUCTURE
OF VAVAJSKAJA SYSTEM LAKES (SOUTHERN SAKHALIN)**

V.S. Labay

*Sakhalin Scientific Research Institute of Fisheries & Oceanography (SakhNIRO), Komsomol'skaya St., 196,
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia. E-mail: labay@sakhniro.ru*

By results of benthic researches in 2004–2005 on lakes of Vavayskaja system (Southern Sakhalin) the composition, structure, quantitative characteristics and the basic communities of macrobenthos are described. The description of changes in bottom biotose from the end of 50th years of the twentieth century is given.

Система Вавайских озер – одна из крупнейших систем пресноводных водоемов о-ва Сахалин. В ее состав входят озера: Малое и Большое Вавайские, Малое и Большое Чибисанское. Ряд исследователей (Озера Южного Сахалина..., 1964) относит к данной системе также солоноватое оз. Выселковое. Однако резкое отличие гидрологии и удаленность водоема от остальных водоемов системы, по нашему мнению, позволяет отделить его от данного комплекса.

По гидрологии и гидробиологии данной системы озер существует ряд работ российских авторов, сведенных в сборник «Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна» (1964). Некоторые данные по гидрологии и морфологии озер Вавайской системы можно найти в монографии «Природа Корсаковского района» (1993). Данные работы охватывают довольно широкий спектр вопросов, но не претендуют на полноту описания. Кроме того, с момента последних исследований системы прошло более 40 лет, за которые в озерах произошли сукцессионные изменения.

Проведенные нами в июле 2004 и 2005 гг. исследования позволили получить данные о современном состоянии водоемов, уточнить и расширить имеющиеся сведения по видовому составу и распределению гидробионтов.

Материалы и методики

Пробы отбирали на акватории Большого и Малого Вавайских (в 2004 г.), а также Большого и Малого Чибисанских (в 2005 г.) озер по запланированной сетке станций (рис. 1). Всего отобрано 278 проб бентоса на 106 станциях. На волновой литорали пробы отбирались бентометром Леванидова с площадью отбора 0,16 м² (Леванидов, 1976; Методические рекомендации..., 2003) по две пробы со станции. Глубже 1 м пробы отбирались малым дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,0225 м² (Элиот и др., 1981), не менее 3 проб со станции. Первичную обработку проб производила сотрудница СахНИРО Т.С. Шпилько. Видовое определение организмов бентоса проводили: сотрудники СахНИРО Н.В. Евсеева (макрофиты в лабораторных условиях), Т.С. Шпилько (брюхоногие моллюски), Е.В. Абрамова (малощетинковые черви), В.С. Лабай (макрофиты в полевых условиях, ракообразные, двустворчатые моллюски) и сотрудник БПИ ДВО РАН (г. Владивосток) Е.А. Макаренко (водные насекомые). На каждой станции послойно (через 1 м) с помощью электронного зонда YSI 63 измерялись pH и температура.

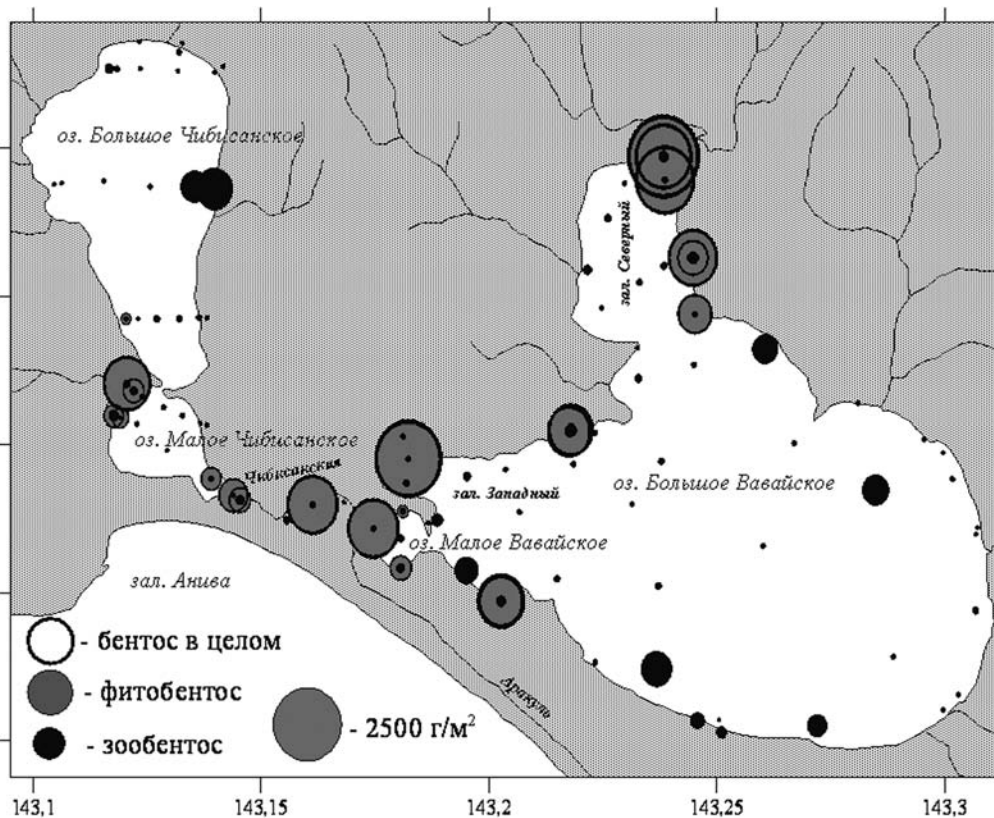


Рис. 1. Распределение биомассы бентоса (г/м²) по акватории Вавайской озерной системы

При сопоставлении сообществ на станциях x и y использовали выражаемый в % индекс ценотического сходства, впервые предложенный А.А. Шорыгиным (1939): $C_{xy} = \Sigma \min(p_x, p_y)$, где p – доля (%) данного вида в общей биомассе соответственно на станциях x и y . Пробы считались отобранными из одного сообщества при превышении значения индекса 40 %. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average) (Дюран, Одделл, 1977). Выделенные кластеры топографически совмещали и именовали сообществами

по видам, имеющим наибольшую среднюю биомассу и частоту встречаемости (Petersen, 1918; Воробьев, 1949). При описании количественных параметров применяли параметры: численность (N); биомасса (B); относительная биомасса. При вычислении коэффициента относительности (KO) использовали формулу $KO = B * ЧВ$, где B – средняя относительная биомасса (%); $ЧВ$ – частота встречаемости данной формы (%) (Палий, 1961). Форма считалась доминирующей, если значение KO попадало в предел 10000–1000; характерной 1-го порядка (субдоминирующей) – 1000–100; характерной 2-го порядка – 100–10; второстепенной 1-го порядка – 10–1; второстепенной 2-го порядка – менее 1. Для оценки степени зрелости сообществ в ряду сукцессионных изменений применялся АВС-метод в математическом выражении (Лебедева и др., 2002). Положительные значения этого индекса соответствуют сообществам на поздних стадиях сукцессии (стабильным); отрицательные – сообществам на ранних стадиях сукцессии; близкие к 0 – сообществам в состоянии неустойчивого равновесия. Для оценки видового разнообразия донных сообществ использовался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (Лебедева и др., 2002).

Условия обитания макробентоса

Морфологически Вавайская озерная система представлена озерами Большое Вавайское, соединенным с ним протокой оз. Малое Вавайское, Большим и Малым Чибисанскими озерами и протокой Чибисанская, соединяющей Малое Чибисанское и Малое Вавайское озера (рис. 1). Протокой Аракуль Вавайская озерная система через озеро Выселковое и лагуну Буссе соединена с зал. Анива Охотского моря. Котловины озер имеют тектоническое происхождение, но по своей эволюции озера являются лагунными образованиями, сформированными в результате отделения от зал. Анива намывной косой. Исходя из длины проток Чибисанская и Аракуль, Чибисанские озера примерно в два раза старше Вавайских озер.

Площадь водного зеркала озер Малое и Большое Вавайское составляет 0,59 км² и 45,3 км², общий объем водной массы – 0,00173 км³ и 0,188 км³ соответственно (Озера Южного Сахалина..., 1964). По нашим данным, максимальная глубина – 11 м – отмечена в протоке между Малым и Большим Вавайскими озерами. Котловина Большого Вавайского озера находится на глубине около 6 м при максимальной – 7 м. Наиболее сложен в распределении изобат зал. Западный (Лебединый). Здесь отмечены скальные выступы, расположенные на фоне окружающих больших глубин. В Чибисанских озерах максимальная глубина – 8 м – отмечена у восточного берега Большого Чибисанского озера. Центральная котловина Малого Чибисанского озера имеет глубину до 3 м.

Котловина Большого Вавайского озера заполнена серыми илами, которые иногда заменены мелкопесчанистыми или даже гравийно-каменистыми осадками. Ближе к берегу илы сменяются песчаными грунтами или, в отдельных местах, щебнем, гравием или галькой. Наиболее обычны жесткие грунты в юго-западной части озера, у выходов мысов в восточной части озера, в заливах Северный, Западный и близ северного берега Малого Вавайского озера. Песчаные грунты наиболее обычны в юго-восточной части озера. В Малом Вавайском озере прибрежная полоса сложена гравийными и галечными грунтами, часто со значительной примесью песка. Северный берег круто спускается к воде, вследствие чего деревья и кустарники нависают над водой и наблюдается большая закоряженность берега. Береговая полоса западной части Большого Вавайского озера, включая зал. Западный, также сложена жесткими гравийно-галечными и щебнистыми грунтами. Мыс между протокой к Малому Вавайскому озеру и зал. Сапужок обрывистый, скалистый, дно здесь выстлано грубообломочным материалом. В зал. Северный прибрежная полоса выстлана песком, перемежаемым на северо-западе и юго-востоке щебнистыми и гравийно-галечными грунтами. В северо-западной части залива имеются отдельные скалистые

выходы. В северо-восточной части собственно Большого Вавайского озера наблюдаются обширные выходы коренных пород. Вся восточная часть озера представляет собой огромный песчаный пляж. Песчаная составляющая преобладает в прибрежной полосе на юге озера, однако берег сложен здесь мощными (до 3 м) торфяниками, активно размываемыми волной. В результате значительная часть берега с сопутствующим лесом обрушена в воду, песчаное дно закоряжено, накопления детрита не наблюдается.

Котловина Большого и Малого Чибисанских озер заполнена серыми илами, в северо-западном углу Малого Чибисанского озера отмечены черные илы. Вдоль западного и восточного берегов Большого Чибисанского озера илы сменяются галечно-гравийными грунтами. С севера и к югу илы сменяются песками различной крупности. Протока, соединяющая озера, и мелководья в северной части Малого Вавайского озера выстланы песками. Далее к востоку наблюдаются галечно-гравийные грунты, перемежаемые песками. На прибрежном мелководье в юго-западной и южной частях преобладают щебнисто-гравийные грунты. Ближе к протоке Чибисанская в заросшей рдестами части озера преобладают песчано-илистые грунты и серые илы. В восточной части Большого Вавайского озера берег типично мелкосопочный. У выходов мысов отмечены скалы и глыбы, часто с гравийно-галечным и песчаным заполнителем. В кутах небольших бухточек берег сложен щебнем и гравийно-галечными грунтами. Северный берег низкий с обширным песчаным пляжем, переходящим к западу в обрывисто-глинистый берег с щебнистыми и галечно-гравийными грунтами, часто с глинистой подстилкой. Южный берег Большого Чибисанского и северный берег Малого Чибисанского озер сформирован намывными песчаными косами. Вдоль западного берега Малого Чибисанского озера прибрежная полоса выстлана гравийными и галечными грунтами, часто со значительной примесью песка. Вдоль южного берега раскинулся п. Озерск. Береговая полоса здесь также сложена гравийно-галечными и щебнистыми грунтами, к востоку сменяемыми болотистой равниной с осочной наплавиной. Северо-западный берег коренной, прибрежная полоса выстлана щебнистыми и гравийно-галечными грунтами, к востоку сменяемыми песками и далее к протоке Чибисанская – болотистой наплавиной. Протока Чибисанская, несмотря на подходящие с севера сопки со скальными обнажениями, имеет заболоченные наплавинные берега. Ее глубина не превышает 1 м. На фарватере (не всегда выраженном) дно выстлано мелким песком, по сторонам от него – илистое, сильно задетриченное.

В поверхностном слое озера Большое Вавайское в июле 2004 г. наблюдался градиент температуры воды с северо-запада на юго-восток – от 15,5 до 18 °С. В придонном слое воды наблюдается закономерное падение температуры от берегов к профундали. Наиболее холодным является придонный слой воды в зал. Северный и Малом Вавайском озере, минимальная температура – около 12 °С – зарегистрирована в зал. Сапожок. В распределении рН наблюдается иная картина. У поверхности максимальные величины показателя наблюдались на траверзе заливов Северный и Западный – более 7,5. Минимальные значения показателя связаны с южной и западной частями озера, где наблюдался сток из торфяников и болот. Низкие значения рН характеризовали также зал. Сапожок (кислые болотные воды). В придонном слое наиболее кислые (6,6–6,7) воды отмечены, как и в поверхностном слое, в южной части профундали Большого Вавайского озера, в котловине зал. Северный и западной части зал. Западный (заток из Малого Вавайского озера и зал. Сапожок). Максимально кислые воды (около 6,5) обнаружены в профундали Малого Вавайского озера и зал. Сапожок. Как видно, гидрологически в озерной системе выделяются несколько акваторий: зал. Северный, основной плес Большого Вавайского озера, Малое Вавайское озеро. Вертикальный градиент температуры воды в Чибисанских озерах выражен слабо. На поверхности температура воды в момент съемок составляла 19,1–19,2 °С, на глубине 8 м – 18,6 °С.

Результаты и обсуждение

Вавайские озера. Обнаружено 79 видов макробентоса. Из них 16 видов – макрофиты и макроформы обрастаний, прочие – беспозвоночные. В действительности количество видов бентоса Вавайских озер гораздо больше, что объясняется слабой идентификацией мелких моллюсков. Кроме того, возможна большая представленность амфибиотических насекомых, присутствие которых имеет сезонные закономерности. Именно насекомые были наиболее разнообразной группой – 25 видов с массовым присутствием хирономид. Распределение личинок комаров-звонцов неравномерно, *Glyptotendipes glaucus* обычен на волновой литорали, а *Procladius* gr. *choreus* – в sublиторали. Малощетинковые черви включают 12 видов; *Spirosperma apapillatus* характерна на волновой литорали, а виды рода *Limnodrilus* образуют массовые поселения на илисто-песчаной sublиторали. Ракообразные представлены 7 видами; по 2 вида относятся к бокоплавам, равноногим и десятиногим ракам. Бокоплав *Eogammarus kygi*, изопода *Gnorimosphaeroma kurilensis*, оба вида креветок приурочены к волновой литорали, а бокоплав *Kamaka kuthae* и водяные ослики индицируют профундаль. Большинство видов брюхоногих моллюсков (6 видов) отмечены на литорали: среди которых *Acroloxus klucharevae* встречены на прибойной гравийно-каменистой литорали, а *Cincinna klucharevae* – во всем диапазоне глубин.

В прибрежной полосе (волновая литораль) минимальная плотность (до 50 экз./м²) отмечена на песках; максимальная – в зал. Северный (406 экз./м²), где в зарослях тростника обильны мелкие шаровки и личинки хирономид, и в зал. Западный (1425 экз./м²) на скалистой литорали, где массовые поселения формировали *E. kygi*. Так как скопления макрофитов обнаружены практически вдоль всего побережья заливов Северный и Западный, а скалистые и каменисто-гравийные грунты вполне обычны для них, можно уверенно говорить о высокой численности бентоса на литорали северо-западной части оз. Большое Вавайское. В sublиторали распределение показателя пятнистое: на глубинах около 3 м максимальные значения отмечены в кутах заливов Северный и Западный, а на дне котловины – в центральной части основной акватории Большого Вавайского озера. Высокие значения плотности макробентоса в профундали связаны с массовым присутствием малощетинковых червей (преимущественно видов рода *Limnodrilus*) и личинками хирономид *P.* gr. *choreus*. Средневзвешенная плотность в sublиторали составляет 361 экз./м².

В распределении общей биомассы на волновой литорали наблюдаются те же закономерности (рис. 1). Максимальные значения (более 800 г/м²) отмечены в заливах Северный и Западный. Они связаны с макрофитами: камышом *Scirpus tabernaemontani* и тростником *Phragmites australis*. В sublиторали на глубинах до 1,5 м высокие значения биомассы обусловлены скоплениями рдестов. В зал. Северный близ восточного берега и в Малом Вавайском озере на входе в протоку Чибисанскую основу биомассы формирует *Potamogeton gramineus*, а в куту зал. Сапозок – *Sagittaria natans*. Глубже биомасса резко падает. Во всем диапазоне глубин наблюдается крупная двустворка *Kunashiria hakonensis* со средневзвешенной биомассой 56 г/м². Дночерпательный метод не позволяет репрезентативно охарактеризовать распределение рассредоточенных крупных беспозвоночных. Поэтому описание распределения биомассы бентоса по акватории в профундали мы производим без учета кунаширий. Минимальные значения (менее 1 г/м²) отмечены в основной акватории Большого Вавайского озера на склонах котловины; максимальные – более 3 г/м² – в центральной котловине, в заливах Северный и Западный, в Малом Вавайском озере и в зал. Сапозок.

Рассмотрим соотношение отдельных групп бентоса волновой литорали (табл. 1) и sublиторали (табл. 2). Основу численности в прибрежье формировал один вид бокоплавов – *E. kygi* (48 %). Еще две группы имели большие значения показателя: личинки двукрылых (16 %) и двустворчатые моллюски (10 %). Основу биомассы (97 %) создавали исключительно высшие растения. Среди зообентоса наибольшую значимость на мелко-

Таблица 1

Количественные характеристики отдельных групп макробентоса волновой литорали Вавайских озер

Группа	Количество видов	N, экз./м ²	N, %	B, г/м ²	B, %	B _{беспозвоночных} , %
Синезеленые	1	-	-	1,478	0,4	-
Trichoptera	3	2,0	1,3	0,012	0,0	0,1
Oligochaeta	11	13,5	8,9	0,051	0,0	0,4
Mysidacea	1	3,5	2,3	0,013	0,0	0,1
Magnoliophyta	7	-	-	408,679	97,0	-
Isopoda	1	3,2	2,1	0,007	0,0	0,1
Gastropoda	6	1,6	1,1	0,020	0,0	0,2
Ephemeroptera	2	2,7	1,8	0,065	0,0	0,6
Diptera	12	23,7	15,7	0,083	0,0	0,7
Decapoda	2	8,5	5,6	10,705	2,5	94,1
Coleoptera	1	4,1	2,7	0,118	0,0	1,0
Bivalvia	2	15,7	10,4	0,078	0,0	0,7
Amphipoda	1	72,3	48,0	0,222	0,1	2,0
Всего	50	150,8	100,0	$\frac{421,531^{\pm}}{11,374}$	100,0	100,0

* Здесь и далее в числителе – биомасса с учетом растений, в знаменателе – биомасса беспозвоночных.

водье имели креветки (94 % от общей биомассы зообентоса) с превалированием одного вида – *Palaemon paucidens* (93,8 %). В профундали соотношение превалирующих по численности групп меняется (см. табл. 2): наиболее многочисленны малощетинковые черви (55 %, причем 22 % формировал *Limnodrilus profundicola*), другими массовыми группами были двукрылые (24 %) и двустворчатые моллюски (11 %). Основу осредненной биомассы также формировали макрофиты (77 %), но эта группа встречалась только до глубины 1,5 м. Кодоминантной группой были двустворчатые моллюски (14 %), превалировавшие

Таблица 2

Количественные характеристики отдельных групп макробентоса sublиторали Вавайских озер

Группа	Количество видов	N, экз./м ²	N, %	B, г/м ²	B, %	B _{беспозвоночных} , %
Amphipoda	2	13	3,4	0,012	0,01	0,04
Bivalvia	3	42	10,7	29,202	13,9	93,01
Coleoptera	1	0,5	0,1	0,009	0,004	0,03
Diptera	14	93	24,0	0,274	0,1	0,87
Ephemeroptera	2	10	2,5	0,282	0,1	0,90
Gastropoda	1	10	2,5	0,103	0,05	0,33
Hirudinea	1	2	0,5	0,035	0,02	0,11
Isopoda	1	0,5	0,1	0,002	0,001	0,01
Magnoliophyta	4	-	-	162,901	77,4	-
Megaloptera	1	0,5	0,1	0,006	0,003	0,02
Mysidacea	1	3	0,7	0,010	0,005	0,03
Odonata	1	0,5	0,1	0,015	0,01	0,05
Oligochaeta	10	213	54,7	1,443	0,7	4,60
Trichoptera	1	2	0,6	0,005	0,002	0,02
Зеленые	1	-	-	12,167	5,8	-
Синезеленые	1	-	-	3,952	1,9	-
Всего	45	389	100,0	$\frac{210,419}{31,398}$	100,0	100,00

среди зообентоса (93 %). Почти всю биомассу двустворок (92,2 % биомассы зообентоса) создавал один вид – *K. hakonensis*.

Чибисанские озера. Всего обнаружено 54 вида. Из них 14 – макрофиты и макроформы обрастаний, прочие – беспозвоночные. Наиболее разнообразной группой были насекомые – 17 видов с массовым присутствием хирономид. Среди комаров-звонцов *Glyptotendipes* гр. *gripekoveni* более обычен на волновой литорали, а *Chironomus* гр. *plumosus* – в профундали. Среди олигохет (9 видов) *S. apapillatus* более обычна на волновой литорали, а *L. profundicola* – на илисто-песчаных грунтах как в профундали, так и на волновой литорали. Все виды ракообразных (5 видов) приурочены к волновой литорали. Среди двустворчатых моллюсков мелкие виды *Euglesa (Casertiana) subinflata*, *Pseudeupera alta* и *Pseudeupera subalata* индицируют волновую литораль, а крупные *K. hakonensis* – профундаль.

Основу плотности формировали олигохеты (76 %) (табл. 3). Еще две группы имели большие значения показателя: личинки двукрылых (16 %) и двустворчатые моллюски (4 %). Основу биомассы (63 %) создавали высшие растения, 33 % формировали двустворчатые моллюски. Среди зообентоса наибольшую значимость имели двустворчатые моллюски (94 %) с превалярованием *K. hakonensis*. Плотность поселения была наибольшей на прибрежном мелководье и на волновой литорали (до 1319 экз./м²). По всем станциям с высоким значением показателя его основу формировал один вид малощетинковых червей – *L. profundicola*. Другим массовым видом в Малом Чибисанском озере и в протоке Чибисанская были олигохеты *Rhyacodrilus coccineus*. Из прочих групп массово были встречены некоторые виды хирономид и мелкие двустворки *E. subinflata*.

Таблица 3

Количественные характеристики отдельных групп макробентоса Чибисанских озер в июле 2005 г.

Группа	Количество видов	N, экз./м ²	N, %	B, г/м ²	B, %	B _{беспозвоночных} , %
Trichoptera	2	1	0,2	0,002	0,0	0,01
Oligochaeta	9	209	75,9	0,236	0,3	0,79
Magnoliophyta	12	0	0,0	53,031	62,7	-
Isopoda	2	5	1,9	0,024	0,0	0,08
Hirudinea	1	0	0,1	0,006	0,0	0,02
Gastropoda	2	0	0,1	0,018	0,0	0,06
Ephemeroptera	2	0	0,1	0,007	0,0	0,02
Diptera	14	45	16,3	0,583	0,7	1,96
Decapoda	1	2	0,7	0,795	0,9	2,67
Coleoptera	1	0	0,2	0,002	0,0	0,01
Characea	1	0	0,0	1,737	2,1	-
Briophyta	1	0	0,0	0,003	0,0	-
Bivalvia	4	11	4,0	28,114	33,2	94,37
Amphipoda	2	2	0,6	0,004	0,0	0,01
Всего	54	276	100,0	84,563 29,792	100,0	100,00

Распределение общей биомассы в целом определяется двумя группами – высшей водной растительностью и крупными моллюсками *K. hakonensis*. Поэтому наибольшая биомасса отмечена в прибрежье озер в местах скопления водной растительности (рис. 1), особенно в Малом Чибисанском озере у выхода протоки Чибисанская, где наблюдаются обширные, на несколько гектар, поля *Sagittaria natans* с биомассой до 377 г/м². У западного берега на куртинах камышей биомасса была еще выше – до 1087 г/м². Вторая зона высокой биомассы приурочена к максимальным глубинам Большого Чибисанского озера

в скоплениях *K. hakonensis* – до 587 г/м². Зоны высокой биомассы без учета кунаширии совпадают с участками высокой плотности поселения. Ключевыми видами являются уже упомянутые олигохеты *L. profundicola*, хирономиды *C. gr. plumosus*, *G. gr. gripekoveni*, *Stictochironomus gr. histrio*, креветки *P. paucidens*.

Протока Чибисанская. Всего обнаружено 15 видов (часть видов макрофитов не была учтена дночерпательной съемкой и отсутствует в объединенной таблице, хотя и отмечена в общем списке бентоса по гербарным коллекциям). Около половины видового списка представлена насекомыми (преимущественно хирономидами). Малощетинковые черви объединяют 5 видов. Основу численности формировали олигохеты (84 %) и личинки двукрылых (13 %) (табл. 4). Но основу биомассы (99 %) создавали высшие растения. Среди зообентоса наибольшую значимость имели малощетинковые черви (48 %) и поденки (40 %), которые преобладали на песчаном фарватере с доминантой одного вида – *Ephemera sachalinensis*. В протоке плотность была гораздо выше, чем в озерах, и достигала 2148 экз./м². Биомасса также достигала больших величин – до 1260 г/м², ее основу создавали *Nuphar pumila*, *S. natans* и *Potamogeton natans*. На других участках наблюдались иные фондообразующие виды растительности, недостаточно полно учтенные при нашем обследовании.

Таблица 4

Количественные характеристики отдельных групп макробентоса протоки Чибисанская в июле 2005 г.

Группа	Количество видов	N, экз./м ²	N, %	B, г/м ²	B, %	B _{беспозвоночных} , %
Trichoptera	1	2	0,2	0,012	0,0	0,5
Oligochaeta	5	1059	84,4	1,179	0,3	48,0
Magnoliophyta	2	0	0,0	419,284	99,4	-
Ephemeroptera	1	22	1,8	0,980	0,2	39,9
Diptera	4	163	13,0	0,167	0,0	6,8
Coleoptera	1	2	0,2	0,030	0,0	1,2
Bivalvia	1	5	0,4	0,089	0,0	3,6
Всего	15	1254	100,0	<u>421,741</u> 2,457	100,0	100,0

Сравнение акваторий между собой. Сравнимые показатели обилия по акваториям являются цифрами одного порядка и довольно близки между собой (табл. 5). Наблюдается значительное превышение средней биомассы бентоса в Вавайских озерах над Чибисанскими за счет большей удельной фитомассы, но это различие обусловлено большим количеством проб в сообществах растительности для Вавайских озер. Сходство

Таблица 5

Сравнение Вавайских, Чибисанских озер и протоки Чибисанская по показателям обилия

Показатель	Вавайские озера	Чибисанские озера	Протока Чибисанская
Общее количество встреченных видов	65	56	29
Средняя численность, экз./м ²	321	276	1254
Средняя биомасса, г/м ²	289,0	84,6	421,7
Средняя биомасса зообентоса, г/м ²	25,8	29,8	2,457
Средняя биомасса зообентоса без кунаширий, г/м ²	5,518	1,942	2,457
ИВР по плотности	2,87	1,89	1,60
ИВР по биомассе	2,00	1,98	0,25
АВС показатель	27,37	29,4	29,0

средних не является результатом биологического сходства этих водоемов. Если для Вавайских и Чибисанских озер вероятность принадлежности к одной генеральной совокупности по критерию Стьюдента довольно высока для численности и составляет 0,73, то по биомассе вероятность гораздо ниже – 0,01. Чибисанская протока не принадлежит к генеральной совокупности Вавайских озер, а по биомассе вероятность ее отнесения к Чибисанским озерам довольно велика – 0,78, хотя и низка по численности. В создании сходных плотностей сравниваемых акваторий принимают участие разные по индивиду-

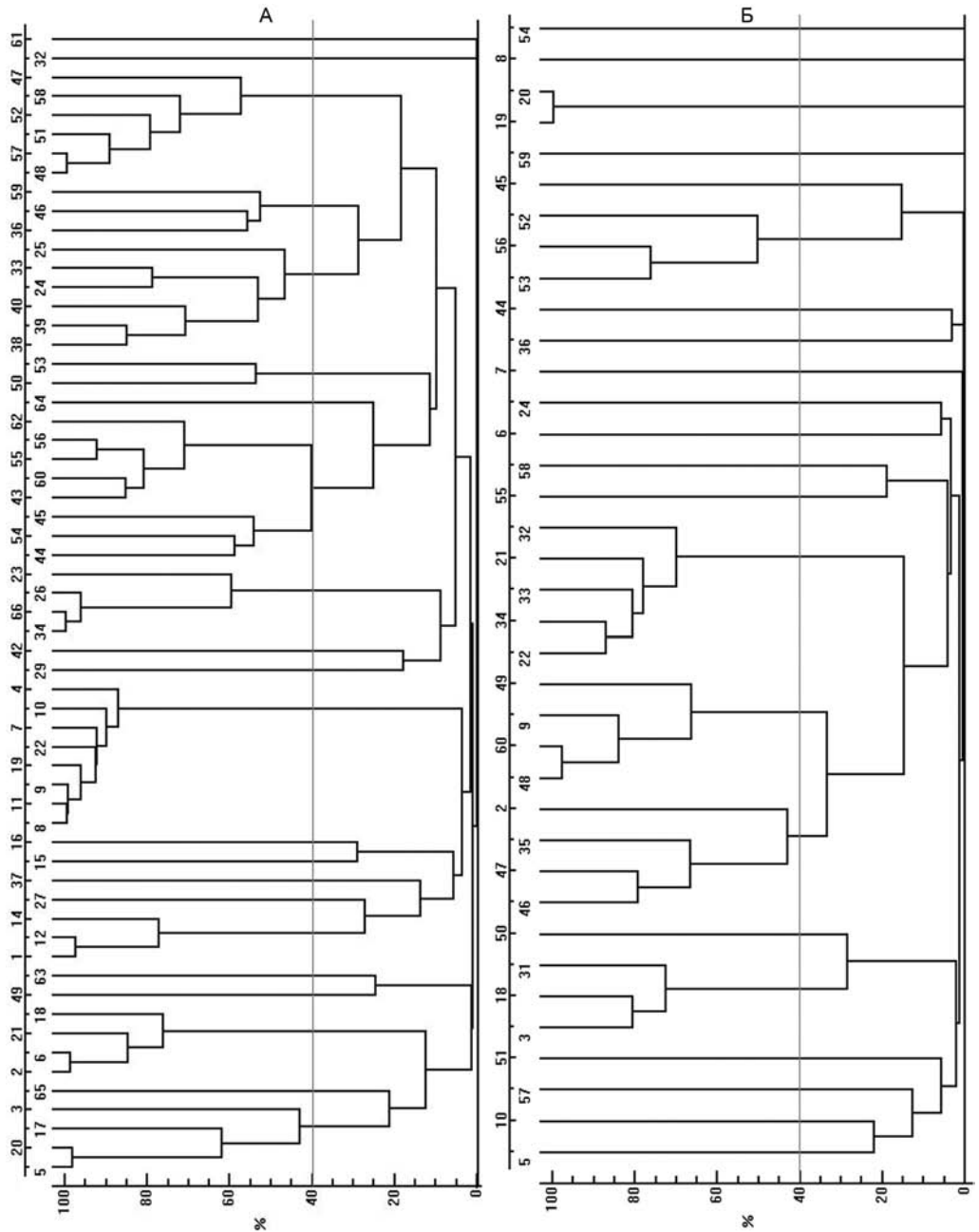


Рис. 2. Дендрограмма центического сходства бентосных станций. А – Вавайские озера, Б – Чибисанские озера

альной биомассе организмы, следовательно, сравниваемые акватории являются биологически несхожими водоемами.

Значительные различия между сравниваемыми акваториями наблюдаются по населяющим их сообществам и группировкам бентоса, выделенным по дендрограммам сходства (рис. 2, 3; табл. 6). Только в Вавайских озерах обнаружены сообщества *Eogammarus kygi*, *Cincinna klucharevae*, *Euglesa subinflata* + *Limnodrilus profundicola*, *Rhyacodrilus coccineus* + *Euglesa subinflata*, *Limnodrilus claparedeanus*. Индикаторами Чибисанских озер являются ценозы *Gnorimosphaeroma kurilensis*, *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni*, *Sagittaria natans*, *Chironomus* gr. *plumosus*. Отмечены парные сообщества, заменяющие друг друга в аналогичных условиях по сравниваемым акваториям: на скалисто-каменистой литорали *Eogammarus kygi* (Вавайские озера) – *Gnorimosphaeroma kurilensis* (Чибисанские озера), в профундали *Cincinna klucharevae* (Вавайские озера) – *Chironomus* gr. *plumosus* (Чибисанские озера).

Интересно сравнение одних и тех же сообществ по акваториям (табл. 6). Основная группировка зообентоса заросшей макрофитами прибрежной зоны – *Palaemon paucidens*. Показатели разнообразия видов и групп, характеристики численности и биомассы этой группировки в Вавайских озерах гораздо выше, чем в Чибисанских; индексы видового разнообразия и ABC-показатель также свидетельствуют о более устойчивом положении сообщества в Вавайских озерах. В Чибисанских озерах это сообщество находится в пере-

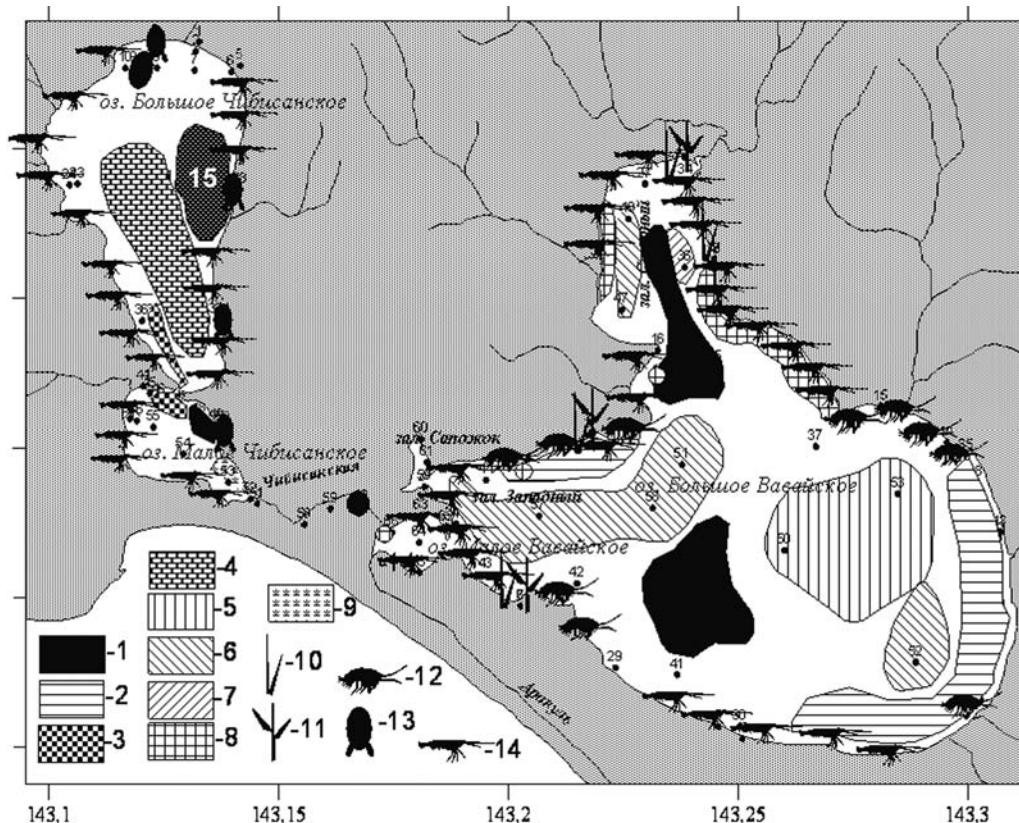


Рис. 3. Распределение основных сообществ и группировок бентоса по акватории Вавайской озерной системы. 1 – *Limnodrilus profundicola*, 2 – *Euglesa subinflata* + *Limnodrilus profundicola*, 3 – *Limnodrilus profundicola* + *Chironomus* gr. *plumosus*, 4 – *Chironomus* gr. *plumosus*, 5 – *Cincinna klucharevae*, 6 – *Limnodrilus claparedeanus*, 7 – *Rhyacodrilus coccineus* + *Euglesa subinflata*, 8 – *Potamogeton gramineus*, 9 – *Sagittaria natans*, 10 – *Scirpus tabernaemontani*, 11 – *Phragmites australis*, 12 – *Eogammarus kygi*, 13 – *Gnorimosphaeroma kurilensis*, 14 – *Palaemon paucidens*, 15 – *Kunashiria hakonensis*

Сравнение основных сообществ и зоогруппировок бентоса Вавайской системы озер

Сообщество	Диапазон глубин, м	Грунт, другие условия среды	Общее количество встречающихся видов	Количество встречающихся групп	Субдоминанты	Доля биомассы доминирующих видов, %	Средняя численность, экз./м ²	Средняя биомасса, г/м ²	Средняя биомасса зообентоса, г/м ²	ИВР по плотности	ИВР по биомассе	ABC показатель
<i>Scirpus tabernaemontani</i>	В 0–0,5	Песок + галька, гравий, щебень	33	13	Субдоминанты	82,9	143	1243,7	17,740	2,62	0,65	32,9
	Ч 0–0,5	Песок, песок + галька, гравий, щебень	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Phragmites australis</i>	В 0–0,5	Песок + галька, гравий, щебень	28	12	Субдоминанты	86,8	165	1148,2	12,285	2,33	0,55	31,5
	Ч 0–0,5	Песок, песок + галька, гравий, щебень	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Eogammarus kygi</i>	В 0–0,25	Скала, камни, гравий	4	4	Субдоминанты	89,0	88	0,325	0,325	0,37	0,45	-1,2
	Ч –	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–
<i>Gnortimosphæroma kurilensis</i>	В –	–	–	–	Субдоминанты	–	–	–	–	–	–	–
	Ч 0–0,25	Скала, камни, гравий, щебень	14	6		75,3	107	0,428	0,428	1,42	1,04	6,3
<i>Palaemon paucidens</i>	В 0–0,7	Коряги, макрофиты	21	11	Субдоминанты	95,9	238	18,912	18,897	0,79	0,21	8,1
	Ч 0–0,7	Коряги, макрофиты	19	9		91,2	192	8,368	8,368	2,21	0,49	25,3
<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i>	В –	–	–	–	Субдоминанты	–	–	–	–	–	–	–
	Ч 0,5–0,7	Песок + галька, гравий, макрофиты	8	2		14,7	459	0,45	0,45	1,83	1,69	5,9

<i>Rotamogeton gramineus</i>	В	1-2	Песок	18	9	-	99,6	344	744,3	3,216	2,27	0,03	28,1
	Ч	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sagittaria natans</i>	В	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ч	0,5-1	песок + галька	15	4	<i>Rotamogeton maackianus</i> , <i>Nitella</i> sp.	73,4	563	213,2	0,559	1,90	0,91	44,7
<i>Limnodrilus profundicola</i>	В	2,7-6,5	Песок, серый ил	17	8	<i>Rhyacodrilus coccineus</i> , <i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i> , <i>Tubifex lastockini</i>	54,8	628	3,701	3,701	1,87	1,52	7,0
	Ч	1-3	Мелкий песок, серый ил, черный ил	15	4	<i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i> , <i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i>	55,2	656	0,862	0,862	1,14	1,55	-2,0
<i>Cincinna klucharevae</i>	В	5,5-6,5	Серый ил + песок	7	4	<i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i> , <i>Limnodrilus claparèdeanus</i> , <i>Einfeldia carbonaria</i>	82,9	289	1,636	1,636	1,48	0,71	13,9
	Ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i>	В	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ч	4-5	Серый ил	15	5	-	84,8	125	1,751	1,751	1,79	0,71	11,1
<i>Euglesa subinflata</i> + <i>Limnodrilus profundicola</i>	В	1-3	Песок	21	8	<i>Tubifex lastockini</i>	76,7	270	1,255	1,255	2,18	1,55	12,7
	Ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> + <i>Euglesa subinflata</i>	В	3-5,2	Песок + гравий или щебень	9	5	<i>Ephemera sakhalinensis</i> , <i>Limnodrilus claparèdeanus</i> , <i>Monodiamesa</i> gr. <i>bathypila</i> , <i>Limnodrilus</i> <i>profundicola</i> , <i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i>	55,9	511	3,23	3,23	1,98	1,73	14,0
	Ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnodrilus claparèdeanus</i>	В	3-7	Серый ил	7	5	<i>Procladius</i> gr. <i>choreus</i>	90,9	326	2,091	2,07	0,77	0,44	3,8
	Ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. В – Вавайские озера, Ч – Чибисанские озера, минус – данное сообщество в озерах отсутствовало, плюс – сообщество в озерах присутствовало, но не было обследовано.

ходной фазе сукцессии. То же можно сказать и об основном переходном сообществе профундали – *Limnodrilus profundicola* – показатели разнообразия, обилия и устойчивости его в Вавайских озерах гораздо выше, чем в Чибисанских.

В 1959–1960 гг. МГУ проводил комплексные гидробиологические исследования на озерах Южного Сахалина, в том числе и на Вавайских озерах (Озера Южного Сахалина..., 1964), что позволяет сделать качественное сравнение с нашими данными. К сожалению, мы не можем провести сравнение по всему списку видов, так как комплекс мелких двустворок не был обработан нами в полной мере. Во-первых, для всей системы Вавайских озер ранее отсутствовал массовый и преобладающий по биомассе в профундали вид двустворчатых моллюсков *K. hakonensis*. Присутствие этого вида трудно не заметить, так как в нашей съемке он попадался даже в дночерпатели, был обычен в выбросах по всем берегам озера, в уловах мальковой волокушей и закидным неводом. Во-вторых, среди ракообразных отмечены два новых вида: креветки *Palaemonetes sinensis* и равноногие раки *Gnорimosphaeroma kurilensis*. В-третьих, значительные изменения коснулись видового состава насекомых: расширился список обитающих в озере поденок. Значительные изменения коснулись и комаров-звонцов. Расхождение в списках хирономид нельзя объяснить недостатком в количестве проб. В 1959–1960 гг. хирономиды встречены примерно в 100 пробах. В 2004 г. комары-звонцы были обнаружены в 101 пробе, а в 2005 г. – в 53. Таким образом, исходный объем проб был близок по сравниваемым съемкам. В целом по сравниваемым съемкам уровень видового сходства составил 60 % с Вавайскими озерами (2004 г.) и 51 % (2005 г.). Сходство бентофауны объединенной системы озер по исследованиям 2004–2005 гг. и данным МГУ 1959–1960 гг. не превышает 60 %. Вероятно, наблюдающиеся изменения в составе бентофауны вызваны изменениями абиотических факторов среды. Имеется еще одна возможная причина – часть новых видов могла проникнуть в систему Вавайских озер при акклиматизации карася и сазана, как это наблюдалось для некоторых видов рыб.

Изменения в видовом составе зообентоса повлияли на количественные характеристики макробентоса (табл. 7). К сожалению, в опубликованных ранее данных (Озера Южного Сахалина..., 1964) рассмотрены только общие показатели зообентоса по типам грунтов без учета данных отдельных групп и видов и распределения по глубинам и отдельным водоемам. Если не учитывать кунаширий, то наблюдается значительное уменьшение как численности зообентоса, так и его биомассы на илистых грунтах – примерно в 4 раза. Падение показателей обилия сопровождалось сменой преобладающих групп и наиболее значимых в них видов. В начале 60-х гг. прошлого века наиболее значимой группой в бентосе были хирономиды; в Вавайских озерах в 2004 г. – малощетинковые черви, а в Чибисанских озерах в 2005 г. – малощетинковые черви и хирономиды. Среди комаров-звонцов в 1959–1960 гг. основную часть биомассы формировали *C. plumosus* и *Einfeldia carbonaria*, а в Вавайских озерах 2004 г. – *Procladius* gr. *choreus*, только в Чибисанских озерах в 2005 г. среди хирономид превалировали *C. plumosus*. Среди олигохет также произошла смена руководящих видов, наиболее массовые в прошлом веке *R. coccineus* и *S. apapillatus* сменились видами рода *Limnodrilus*: *L. profundicola* и *L. claparedeanus*. Таким образом, сообщества бентоса по исследованиям 1959–1960 гг. частично сохранились в профундали Чибисанских озер и полностью исчезли из илистой профундали Вавайских озер. На песчаных грунтах уменьшение плотности почти не сопровождалось падением биомассы (даже без учета кунаширий). Смена массовых групп и видов бентоса была аналогична таковой для илов. Уменьшение численности без параллельного падения биомассы объясняется, скорее всего, превалированием более крупных, чем в 1959–1960 гг., видов. На каменисто-гравийных грунтах при близкой по сравниваемым съемкам плотности в Вавайских озерах в 2004 г. наблюдалась гораздо большая биомасса как с учетом кунаширий, так и без них. Объясняется такая разница как небольшим количеством проб на жестких грунтах, так и недоучетом нектобентических креветок в съемке 1959–1960 гг. (так как съемка была преимущественно дночерпательная). В Чибисанских озерах в 2005 г. биомасса была также

выше, чем в 1959–1960 гг., хотя и значительно ниже, чем в Вавайских озерах (здесь креветки предпочитали заросли макрофитов на песчаных и песчано-илистых грунтах). В целом для зообентоса наблюдалось значительное увеличение биомассы, связанное с развитием крупных двустворчатых моллюсков.

Таблица 7

Сравнительная характеристика осредненных показателей обилия макрозообентоса по данным съемок в 1959–1960 гг. и в 2004–2005 гг.

Показатель	1959–1960 гг.	Вавайские озера (2004 г.)	Чибисанские озера (2005 г.)
Илы			
Численность, экз./м ²	1193 (29)	257 (29)	638 (48)
Биомасса зообентоса, г/м ²	4,044	30,530	21,144
Биомасса зообентоса без кунаширий, г/м ²	4,044	1,412	1,699
Песок (с илом)			
Численность, экз./м ²	1041	269 (51)	325 (40)
Биомасса зообентоса, г/м ²	2,572	14,114	45,264
Биомасса зообентоса без кунаширий, г/м ²	2,572	2,785	1,264
Каменно-гравийно-галечные грунты			
Численность, экз./м ²	360 (2)	328 (58)	104 (16)
Биомасса зообентоса, г/м ²	0,690	305,853	3,163
Биомасса зообентоса без кунаширий, г/м ²	0,690	281,439	3,163

Примечание. В скобках указано количество проб.

На наш взгляд, главной причиной перемен является массовое развитие крупных двустворчатых моллюсков *K. hakonensis*. Ранее, при отсутствии в озерной системе фильтраторов, органический сестон оседал на дне, создавая условия для накопления илов и развития фауны грунтофагов, к которым относится значительная часть преобладающих в профундали червей, хирономид и мелких моллюсков. В настоящее время основу биомассы зообентоса профундали составляют *K. hakonensis*, которые являются сестонофагами-фильтраторами. Этим видом перехватывается значительная часть сестона, что влечет за собой уменьшение показателей обилия грунтофагов-детритофагов. Таким образом, бурное развитие кунаширий в Вавайской озерной системе значительно снижает процессы накопления органики и эвтрофикации.

Еще одной важной причиной уменьшения биомассы кормового бентоса на илах и исчезновения мелких форм на песках может являться выедание их акклиматизированными в озерах рыбами, преимущественным детритофагом – карасем и сазаном, который в наших водах потребляет в пищу преимущественно крупных хирономид. Именно эта причина могла вызвать падение биомассы хирономид и выедание крупных видов: *S. plumosus* и *E. carbonaria*. Аналогичные изменения в показателях обилия зообентоса озер Охотской группы были обнаружены Р.К. Сафроновой и С.Н. Сафроновым после вселения в них сазана (Сафронова, Сафронов, 1980).

Таким образом, при ряде сходных закономерностей – развитием поясе макрофитов, преобладании ракообразных на волновой литорали, а крупных двустворок, хирономид и олигохет в сублиторали – состав, структура и набор донных сообществ в Чибисанских и собственно Вавайских озерах достаточно различны. По характеристикам бентоса Чибисанские озера являются более эвтрофицированными.

Наибольшие изменения, по сравнению с данными съемки 1959–1960 гг., затронули Большое Вавайское озеро: преобладание в зообентосе крупных двустворок и смена массовых видов хирономид и олигохет.

Литература

- Воробьев В.П.* 1949. Бентос Азовского моря // Тр. Азовско-Черноморского НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии. Вып. 13. С. 1–193.
- Дюран Б., Оддел П.* 1977. Кластерный анализ. М.: Статистика. 128 с.
- Лебедева Н.В., Криволицкий Д. А. и др.* 2002. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Науч. и метод. центра. 432 с.
- Леванидов В.Я.* 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток. С. 104–122.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: методическое пособие. 2003. М.: ВНИРО. 95 с.
- Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. 1964. М.: Изд-во МГУ. 266 с.
- Палий В.Ф.* 1961. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. журн. Т. 40, вып. 1. С. 3–6.
- Природа Корсаковского района. 1993. / под ред. П.Ф. Бровко. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 96 с.
- Сафронова Р.К., Сафронов С.Н.* 1980. Зообентос и питание амурского сазана озер Охотской группы южного Сахалина // Распределение и рациональное использование водных ресурсов Сахалина и Курильских островов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 22–31.
- Шорыгин А.А.* 1939. Питание, избирательная способность и пищевые взаимоотношения некоторых Gobiidae Каспийского моря // Зоол. журн. Т. 18, вып. 1. С. 27–51.
- Элиот Дж.М., Дрейк С.М., Тулетт П.А.* 1981. Выбор пробоотборника для бентосных макробеспозвоночных в глубоких реках // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: Тр. II сов.-англ. семинара. Л.: Гидрометеиздат. С. 230–245.
- Petersen C.G.J.* 1918. The sea bottom and its production of fish-food: A survey of the work done in connection with the valuation of the Danish waters from 1883–1917 // Repts. Dan. Biol. Stat. N 25. P. 1–62.