

**СОСТАВ, СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА
МАКРОБЕНТОСА ОЗЕРА ТУНАЙЧА
(ЮЖНЫЙ САХАЛИН)**

В.С. Лабай, М.Г. Роготнев

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

По результатам бентических съемок в 2001-2004 гг. на оз. Тунайча (южный Сахалин) описаны состав, структура и сезонная динамика количественных показателей сообществ макробентоса. Определены запас и продукция составляющих донного сообщества. Бентос обитает только в биотической зоне до глубины 15 м. В прибойной полосе доминируют нектобентические ракообразные, глубже – двустворчатые моллюски *Corbicula japonica*. Ядро сообщества *Corbicula japonica* находится на глубине 2–3 м. Второй центр обилия донного сообщества приходится на нижнюю границу распространения промывных песчаных грунтов. Дано описание изменений в донной биоте, связанное с уменьшением солености воды в озере.

**COMPOSITION, STRUCTURE AND SEASONAL DYNAMICS
OF MACROBENTHOS IN THE TUNAYCHA LAKE
(SOUTH SAKHALIN)**

V.S. Labay, M.G. Rogotnev

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

On the results of benthic surveys in 2001–2004 in the Tunaycha Lake, south Sakhalin composition, structure and seasonal dynamics of macrobenthos community quantitative parameters has been described. The resource and production of macrobenthos has been defined. The macrobenthos occupied the biotic zone up to 15 m. Nectobenthic crustacean dominated in littoral zone, bivalves *Corbicula japonica* – deeper down. *Corbicula japonica* community core was situated in the depth 2–3 m. The second abundance center was situated at the down boundary of sand distribution. Changes of bottom biota with salinity decreasing were described.

Оз. Тунайча является одним из крупнейших внутренних водоемов Сахалинской области и отнесено к памятникам природы. Оно расположено в юго-восточной части о-ва Сахалин и соединяется протокой Красноармейская с зал. Мордвинова Охотского моря. Максимальная длина оз. 28 км, ширина 10 км. Морфологически озеро делится на два плеса – Малую Тунайчу и Большую Тунайчу; воображаемая линия раздела проходит от мыса Меньшикова на востоке к острову Птичий и мыса Макарова на западе. Максимальная глубина оз. – 49 м – отмечена авторами в 500 м к западу от мыса Меньшикова. Строительство в середине 1970-х годов автодорожного моста и обмеление протоки привели к серьезным изменениям гидрологии оз. (Микишин и др., 1995). До строительства соленость поверхностного слоя воды в озере составляла около 6 ‰, в 1989 г. – 4,9 ‰, в 1991 г. – уже 4,4 ‰, в наших исследованиях 2001 г. – 2,2–2,6 ‰, однако в последующие годы (2002–2004) – не изменялась, что, возможно, говорит о стабилизации ситуации.

Российские исследования биоты оз. Тунайча начались еще в 70-х годах прошлого века. В 1977 г. С.Э. Сабитовым было проведено рекогносцировочное обследование оз. с целью определения степени его зарастания и разработки мелиоративных мероприятий. Гидробиологические изыскания той поры сводились к изучению планктонного сообщества. Позднее (в 1989–1991 гг.) экспедициями А.Н. Володарского, Л.Д. Демина и В.А. Клюканова в рамках подробных геоэкологических исследований оз. Тунайча были проведены сбор и обработка проб фито-, зоопланктона и бентоса (Микишин и др., 1995; Иванков и др., 1999).

С 2001 г. СахНИРО начал планомерные исследования гидробиологии оз., в том числе и такой важной составляющей, как макробентос, что нашло отражение в некоторых публикациях (Саматов и др., 2002; Макаренко, 2003; Labay, 2003; Лабай и др., 2003; Роготнев, 2003; Лабай и др., 2004).

Цель данной работы – описание состава, структуры, распределения и сезонной динамики макробентоса на оз. Тунайча по результатам исследований СахНИРО в 2001–2004 гг.

Исследования выполнены по тематическому плану НИР СахНИРО и по утвержденной губернатором Сахалинской области И.П. Фарахутдиновым комплексной программе изучения экологического состояния оз. Тунайча при финансовой поддержке администрации Сахалинской области.

Авторы выражают благодарность сотрудникам СахНИРО, принимавшим участие в сборе и обработке материалов, д.б.н. Е.А. Макаренко (БПИ ДВО РАН) за помощь в обработке проб водных насекомых, а также СахУГМС в лице Е.В. Золотухина за переданные СахНИРО данные о химических характеристиках вод оз. Тунайча (концентрация растворенного сероводорода и биогены).

Материалы и методики

Материалами для работы послужили пробы гидробиологических съемок СахНИРО на оз. Тунайча в 2001–2004 г. В 2001 г. исследования макробентоса проводились в августе и охватили всю акваторию оз. (рис. 1). Пробы отбирали в соответствии с существующими методиками (Руководство ..., 1983; Эллиотт и др., 1981). На литорали пробы отбирали бентометром Леванидова с площадью отбора $0,16 \text{ м}^2$ – по две пробы со станции (Леванидов, 1976, Богатов, 1994). На глубине более 1 м исследования проводили с лодки утяжеленным стандартным дночерпателем с площадью захвата $0,025 \text{ м}^2$ – по три пробы со станции.

Исследовали сезонную динамику макробентоса на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г. и на полигоне Малой Тунайчи в 2003 г. в мае, июле и ноябре (рис. 1). Периоды бентосной съемки соответствовали биологическим сезонам года в оз. Тунайча. Было признано целесообразным изучить сезонную динамику макробентоса на ограниченном реперном полигоне. Основанием этому послужило наличие сходных закономерностей в пространственном распределении макробентоса и однообразность вертикального распределения донных отложений и гидрологических характеристик (солености, температуры воды, рН, содержания растворенного кислорода и сероводорода) по акватории оз. (исключая протоку Красноармейская). В то же время видовой состав макробентоса и вертикальное распределение биомассы бентоса несколько различались по акваториям плесов Большой и Малой Тунайчи, что предопределило выбор полигонов. Выбранные полигоны имели стандартные гидрологические характеристики и полный набор биотопов, свойственных акваториям плесов.

Температура воды – главный фактор при определении биологических сезонов года в водоемах, однако единого критерия для выделения температурных границ биологических сезонов не существует (Николаев, 1971; Алабастер, Ллойд, 1984). В наших исследованиях приняты температурные границы, предложенные В.П. Солововым (1986) для

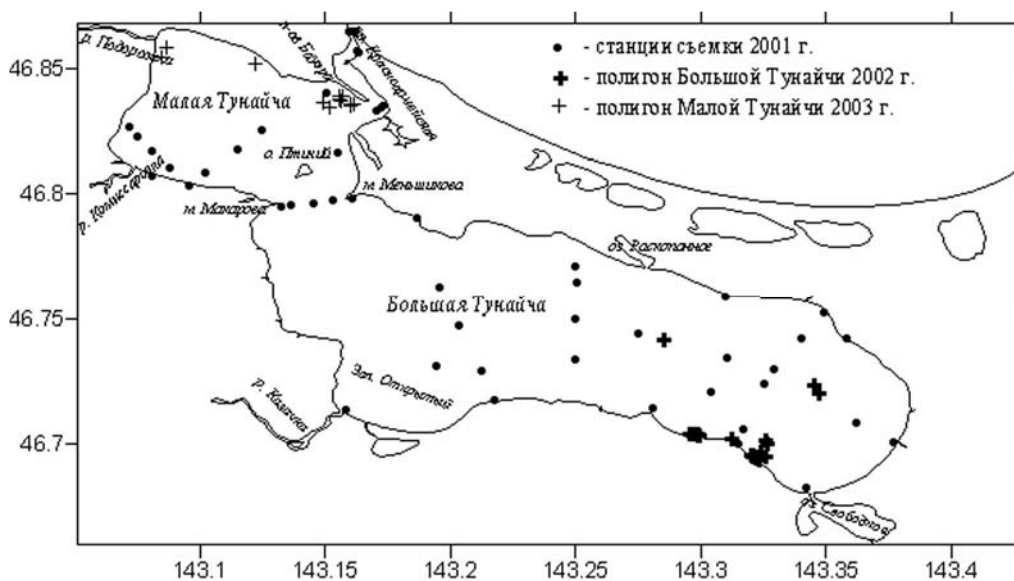


Рис. 1. Карта-схема гидробиологических съемок на оз. Тунайча в 2001–2003 гг.

озер умеренной зоны: весна – 0,2–15 °С, в том числе ранняя – 0,2–4,0 °С и поздняя – 4,0–15 °С; лето – 15–10 °С, в том числе раннее – 15–25 °С и позднее – 25–10 °С; осень – 10–4 °С. Для южно-сахалинского лета с небольшим количеством солнечных дней (повторяемость сплошной облачности достигает 70–80 % (Сахалинская область..., 1994)) в таком глубоком водоеме, как оз. Тунайча, активный слой не прогревается летом до 25 °С, поэтому за термограницу между ранним и поздним летом взяли максимальную среднесуточную температуру прогрева активного слоя, которая летом 2002 г. составила 18 °С, а летом 2003 г. – 19,3 °С. Таким образом, бентосная съемка проводилась в следующие биологические сезоны: в мае – поздняя весна, в июле – середина биологического лета, в ноябре – осень. Общая продолжительность биологической весны (от схода ледового покрова до 15 °С) на оз. Тунайча составляет 45 сут., биологического лета – 140 суток; осени – 45 суток.

Работы проводили на супралиторали, литорали и профундали оз. до глубины 17 м, охватывая все обнаруженные биотопы. На супралиторали пробы отбирали рамкой площадью 0,2 x 0,2 м² на глубину 0,4–0,5 м. На литорали – бентометром Леванидова с площадью отбора 0,16 м². На глубине более 1 м исследования проводили с лодки утяжеленным стандартным дночерпателем с площадью захвата 0,025 м² (2002 г.) или малым дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,225 м² (2003 г.). С каждого биотопа отбирали не менее 8 проб.

Дночерпательные пробы сопровождали отбором бентонектических гидробионтов пробоотборником собственной конструкции с площадью захвата 0,31 м² (Лабай, 2004). Прибор показал гораздо лучшую улавливаемость нектобентических ракообразных (например, мизид) по сравнению с сетными орудиями лова, применявшимися нами при гидробиологической съемке на оз. Тунайча (малая сеть Джеди, ИКС-50), что позволило учесть при описании эту часть макробентоса, совершенно не облавливаемую дночерпателями.

Всего на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г. весной отобрано 98, летом – 104 и осенью – 96 проб макробентоса; на полигоне Малой Тунайчи в 2003 г. – по 88 проб в каждом из сезонов.

В лабораторных условиях пробы промывали через набор сит, последнее с ячейей не более 1 мм. Малошетинковые черви, моллюски и ракообразные фиксировались 75 %-ным этиловым спиртом, остальные таксоны беспозвоночных – 4 %-ным раствором фор-

мальдегида. Извлеченные и определенные организмы пересчитывали, обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения влажного пятна и взвешивали на электронных весах ER-120A с точностью до миллиграмма. В последующем количественные данные пересчитывали на квадратный метр. Первичную обработку проб производили Т.С. Шпилько и Т.А. Малиняк (СахНИРО). Видовое определение организмов бентоса проводили: М.Г. Роготнев (СахНИРО) – ракообразные; Т.С. Шпилько (СахНИРО) – брюхоногие моллюски; Е.А. Макаренко (БПИ) – водные насекомые; В.С. Лабай (СахНИРО) – водные насекомые (часть), двустворчатые моллюски, прочие организмы, Е.В. Абрамова (СахНИРО) – малощетинковые черви.

Описание макрофитобентоса выполнено по результатам съемок выполненных в сентябре 2003–2004 гг. на акватории оз. Тунайча (рис. 2). Пробы отобраны на 47 разрезах, 296 станциях на акватории Большой Тунайчи в 2003 г. и на 25 разрезах, 112 станциях в 2004 г. на акватории Малой Тунайчи. На мелководье пробы отбирали бентометром Леванидова, на глубине – малым дночерпателем Ван-Вина ($0,0225 \text{ м}^2$), на каждой станции отбирали не менее 3 проб. На борту пробы упаковывали в пластиковые пакеты и этикетировали. Если позволяла прозрачность воды, оценивали проективное покрытие дна макрофитами. Данные о пробах заносили в полевой журнал. На береговой базе пробы разбирали по видам, обсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали на электронных весах ER-120 с точностью до 1 г (для больших биомасс) или до 0,1 г (для видов с небольшой фитомассой).

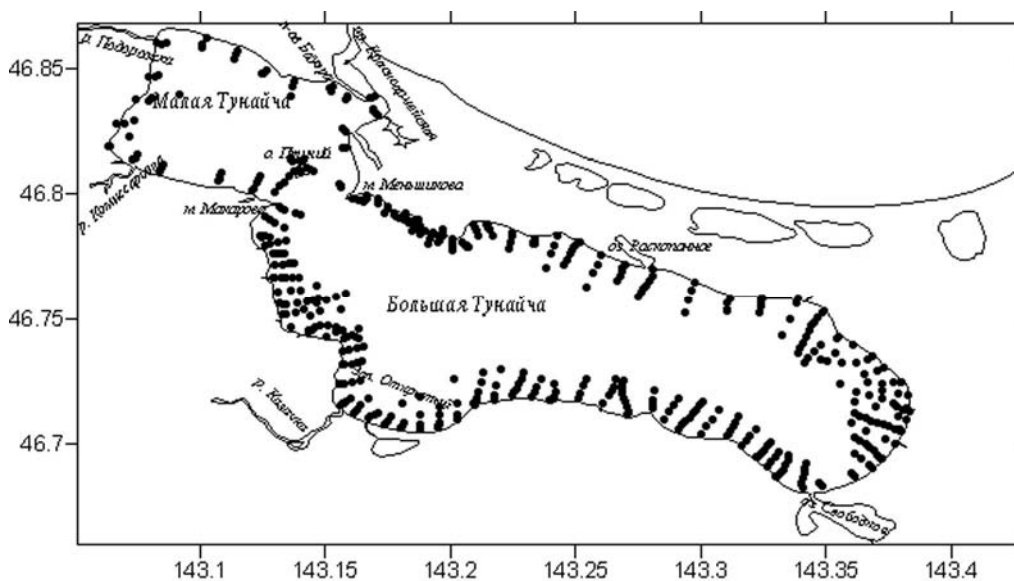


Рис. 2. Карта-схема отбора проб макрофитобентоса в 2003–2004 гг.

Для определения продукции кладофоры 19–21 сентября 2004 г. в полевых условиях был поставлен эксперимент по определению прироста кладофоры за сутки. В прозрачных открытых сверху полторалитровых емкостях осуществлялся застой пучков водоросли в профильтрованной озерной воде на открытом воздухе. Навески водорослей перед застоем и после него осторожно отжимались на фильтровальной бумаге и взвешивались на электронных весах с точностью до 0,01 г. Суточный прирост биомассы определялся по разнице сырых весов навесок в начале и конце эксперимента. Всего было сделано 60 застоев.

При сопоставлении сообществ на станциях x и y использовали выражаемый в % индекс ценотического сходства:

$$C_{xy} = 100 - 0,5\sum(|p_x - p_y|), \quad (1)$$

где p – доля (%) данного вида в общей биомассе соответственно на станциях x и y . Данный индекс общности впервые предложен Шорьгиным (1939) и в последующем под разными названиями использовался многими российскими и зарубежными авторами (Песенко, 1982). Этот показатель мало чувствителен к различиям по редким видам, что позволяет нивелировать влияние «хвоста» редких форм. 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, Оделл, 1977).

Выделенные кластеры топографически совмещали и именовали сообществами макробентоса по видам, имеющим наибольшую среднюю биомассу и частоту встречаемости (Petersen, 1918, Воробьев, 1949).

При описании количественных характеристик биоты применяли параметры: численность (N); биомасса (B); относительная биомасса. При вычислении коэффициента относительности (KO) использовали формулу:

$$KO = B * ЧВ, \quad (2)$$

где B – средняя относительная биомасса (%); $ЧВ$ – частота встречаемости данной формы (%) (Палий, 1961). При вычислении значимости отдельной формы и для более полной количественной характеристики учитывали вклад каждой формы в создание средней общей биомассы, $ЧВ$ и KO при превалировании KO . Форма считалась доминирующей, если значение KO попадало в предел 10000–1000; характерной I порядка (субдоминирующей) – 1000–100; характерной II порядка – 100–10; второстепенной I порядка – 10–1; второстепенной II порядка – менее 1.

Для оценки степени зрелости сообществ в ряду сукцессионных изменений применялся ABC-метод в математическом выражении (Лебедева и др., 2002). Положительные значения этого индекса соответствуют сообществам на поздних стадиях сукцессии (стабильным); отрицательные – на ранних стадиях сукцессии; близкие к 0 – в состоянии неустойчивого равновесия. Применение данного индекса позволит сравнивать сообщества и участки акватории по численным значениям.

Для оценки видового разнообразия донных сообществ использовался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (Лебедева и др., 2002).

В работе применялись программы Microsoft Office.

Условия обитания макрозообентоса

Водная масса оз. Тунайча четко разделена на два слоя: верхний с активной динамикой и нижний застойный, что оказывает значительное влияние на ход всех процессов в озере.

Температура на поверхности воды за весь период наблюдений колебалась от точки замерзания 0,0 °С (февраль) до 19,3 °С в период наибольшего прогрева (сентябрь 2003 г.). В марте температура воды подо льдом от поверхности до глубины 10–12 м увеличивается с глубиной от 0,2 до 1,0 °С. Глубже вертикальный градиент более значителен и в придонном слое температура достигает 2,5–2,9 °С. В апреле после таяния льда и радиационного прогрева верхний 10-метровый слой прогревается до 4 °С, нижний слой имеет температуру 3,5–2,5 °С, но его большая плотность, за счет высокой солености, препятствует конвективному перемешиванию. В первой половине мая период осенне-зимней конвекции заканчивается и температурная стратификация приобретает классический характер с практически однородной водной массой (температура составляет около 8 °С в 2002 г. и 5–7 °С в 2003 г.) до глубины 10–12 м и устойчиво стратифицированной в более глубоких слоях (вертикальный градиент порядка 0,5 °С/м). На глубине более 15 м температура воды составляет 4 °С, что является температурой наибольшей плотности.

Распределение температуры в июне 2002 г. характеризовалось стабильностью до изобаты 15 м, во всем активном слое она составляла 12,7 °С. Далее до глубины 20 м температура понижалась до 5,4 °С, термоклин наблюдался на глубине 15–16 м. В 2003 г. температурная стратификация только к концу июня приобрела классический характер с практически однородной водной массой (температура около 16 °С) до 10–12 м и устойчиво стратифицированной в более глубоководных слоях с температурой у дна порядка 10–11 °С. При этом обнаруживается вполне объяснимое понижение температуры воды в районе протоки, связанное с притоком более холодных морских вод. Прогрев в Малой Тунайче происходит быстрее из-за малых глубин и большего поступления пресных вод из впадающих рек.

В августе 2002 г. отмечена устойчивая стратификация до глубины 17 м, где температура понижалась от 18 до 15 °С, далее до изобаты 20 м температура понижалась до 11,2 °С. Отмечено вполне объяснимое повышение температуры воды (порядка 1 °С на 25 км) от протоки к восточной части озера, связанное с косвенным влиянием более холодных морских вод через протоку Красноармейская. Аналогичная картина наблюдалась с июля по сентябрь 2003 г., когда температура верхнего 15-метрового слоя повышалась до 18–19 °С.

Осенью имеет место противоположная картина, когда в уже охладившуюся до 8–9 °С от поверхности до дна водную массу озерной воды вливаются теплые воды из протоки с температурой около 10 °С. Адвекция тепла от притока морских вод происходит на расстоянии до 3 км от протоки. В октябре идет процесс осенне-зимней конвекции, при которой поверхностные воды охлаждаются до 12 °С и «проваливаются» до глубинных соленых слоев с большей плотностью. При этом температура от поверхности до дна практически не меняется, составляя 10–12 °С (2003 г.). В ноябре температура поверхностного слоя продолжает понижаться (9 ноября 2003 г. – 7,3–8,3 °С), оставаясь на глубине свыше 17 м по-прежнему в пределах 10–11 °С.

Соленость верхнего слоя за все время исследований составляла 2,2–2,6 ‰, нижнего слоя – 10–12 ‰. Горизонтальное распределение солености подтверждает тезис о том, что адвекция тепла происходит без адвекции соли.

Минимальные значения рН (до 6,7) наблюдаются глубже 17 м. В верхнем слое значения рН изменяются от 8,15 весной (апрель) до 6,89 осенью; вертикальный ход значений рН сильно зависит от процессов, связанных с жизнедеятельностью растений, поэтому не имеет такой явной структуризации, как по температуре и солености. Скачок рН отмечается на глубине 16–17 м, что говорит о плохой вентиляции придонных вод. Летом наибольшие концентрации растворенного кислорода – 5–6 мг/л – характеризуют восточную часть оз. (на глубинах менее 15 м), наименьшие – менее 1 мг/л – глубоководную зону на изобатах более 15 м.

Двуслойная структура вод отчетливо проявляется в распределении растворенного кислорода, сероводорода и биогенов. Минимальная концентрация растворенного кислорода, при максимальных концентрациях сероводорода и биогенов свойственна нижнему слою, что позволяет охарактеризовать его как абиотический. По данным СахУГМС, летом 2002 г. отмечено резкое возрастание содержания H_2S на глубинах более 15 м, что совпадает с нашими данными по вертикальному распределению кислорода. Верхняя граница сероводородного слоя поднималась до глубин 10–12 м, однако концентрации его здесь были незначительны (не более 2–10 мкг/л); на изобате 20 м, а в глубоководной части и на 15 м происходило резкое увеличение содержания H_2S до 300–320 мкг/л. Подобная картина связана с застойными явлениями в невентилируемом придонном слое, она отмечалась практически всеми исследователями (Микишин и др., 1995).

Для биогенов (фосфаты, нитритный азот, аммонийный азот) характерна аналогичная картина вертикального распределения – увеличение концентрации глубже 15–17 м. Повышенные концентрации некоторых биогенов (фосфатов и аммонийного азота) в верхнем слое Малой Тунайчи, видимо, связаны со стоком основных бассейновых рек озера – Комиссаровка и Подорожка.

Результаты и обсуждения

Макрофитобентос

Описание макрофитобентоса приводится по позднему лету, принимая, что по окончании зимы общая биомасса макрофитобентоса (исключая кладофору) теоретически близка к нулю, это позволяет принять полученную величину биомассы равной продукции макрофитов.

В соответствии с классификацией А.Г. Поползина (1967), оз. Тунайча по степени и характеру зарастания макрофитами относится к **бордюрному** типу, характерному для большинства озер, имеющих развитую литораль и глубоководную зону.

Видовой список макрофитобентоса включает 25 видов водорослей различных отделов и цветковых растений (Прил.). Заросли с высокой фитомассой образуют 8 видов: *Cladophora* spp., *Polysiphonia japonica*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. berchtoldii*, *P. richardsonii* и *P. perfoliatus*.

Вертикальное распространение макрофитов ограничено изобатой 6–9 м, поэтому заросли макрофитов узкой полосой оконтуривают побережье озера (рис. 3). Низкая биомасса макрофитов отмечена на песчаной сублиторали: у северного берега Малой Тунайчи между устьем р. Подорожка и п-ом Бауэра, к востоку от устья р. Комиссаровка, в заливе Открытый, в юго-восточном углу оз. у протоки оз. Свободное и на участке побережья к востоку от оз. Раскопанное. Участки высокой биомассы формируются различными видами макрофитов. В среднем по акватории на глубине до 1 м средняя биомасса макрофитов составляла 96 г/м²; в диапазоне глубин 1–3 м – 243 г/м²; 3–5 м – 66 г/м²; 5–9 м – 5 г/м². В целом, в оз. Тунайча среди макрофитов доминировала кладофора, ее доля от средней фитомассы (102 г/м²) составляла 41%. Доля субдоминантных видов *Potamogeton pectinatus* и *P. richardsonii* составляла, соответственно, 20 и 32%. Соотношение осредненных биомасс отдельных видов представлено на рис. 4. Доля доминирующей во всем диапазоне глубин кладофору увеличивалась от 31,4% на глубине менее 1 м до 99,6% на глубине более 5 м. *Potamogeton pectinatus* формировал наибольшую долю от общей фитомассы на глубине менее 1 м (38,8%), затем доля плавно уменьшалась до 7,7% на глубине 3–5 м, на больших глубинах данный вид отсутствовал. *P. richardsonii* создавал максимальную биомассу на глубинах 1–3 м и 3–5 м (36,5 и 29,4% соответственно).

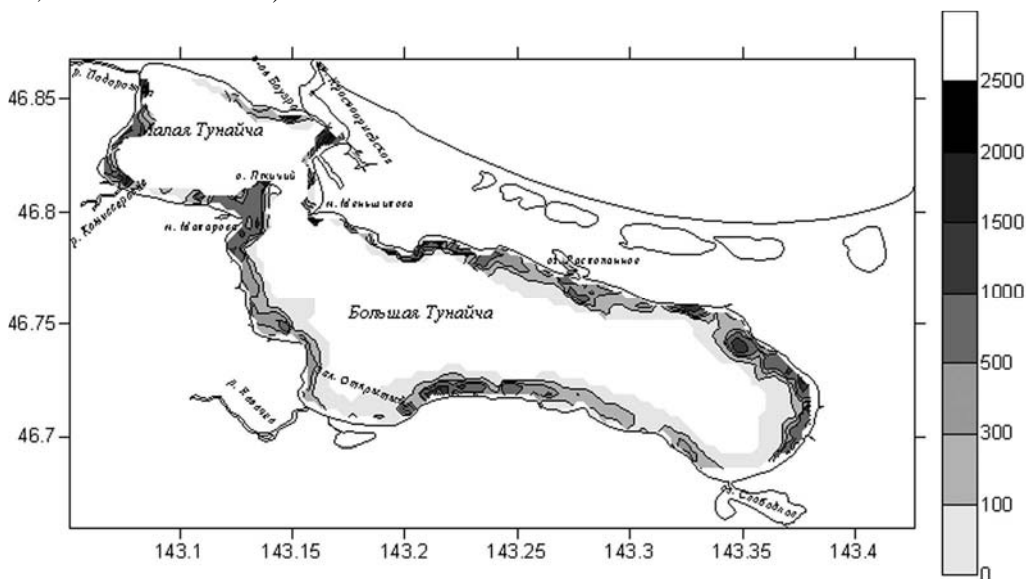


Рис. 3. Распределение суммарной биомассы макрофитов (г/м²) по акватории оз. Тунайча

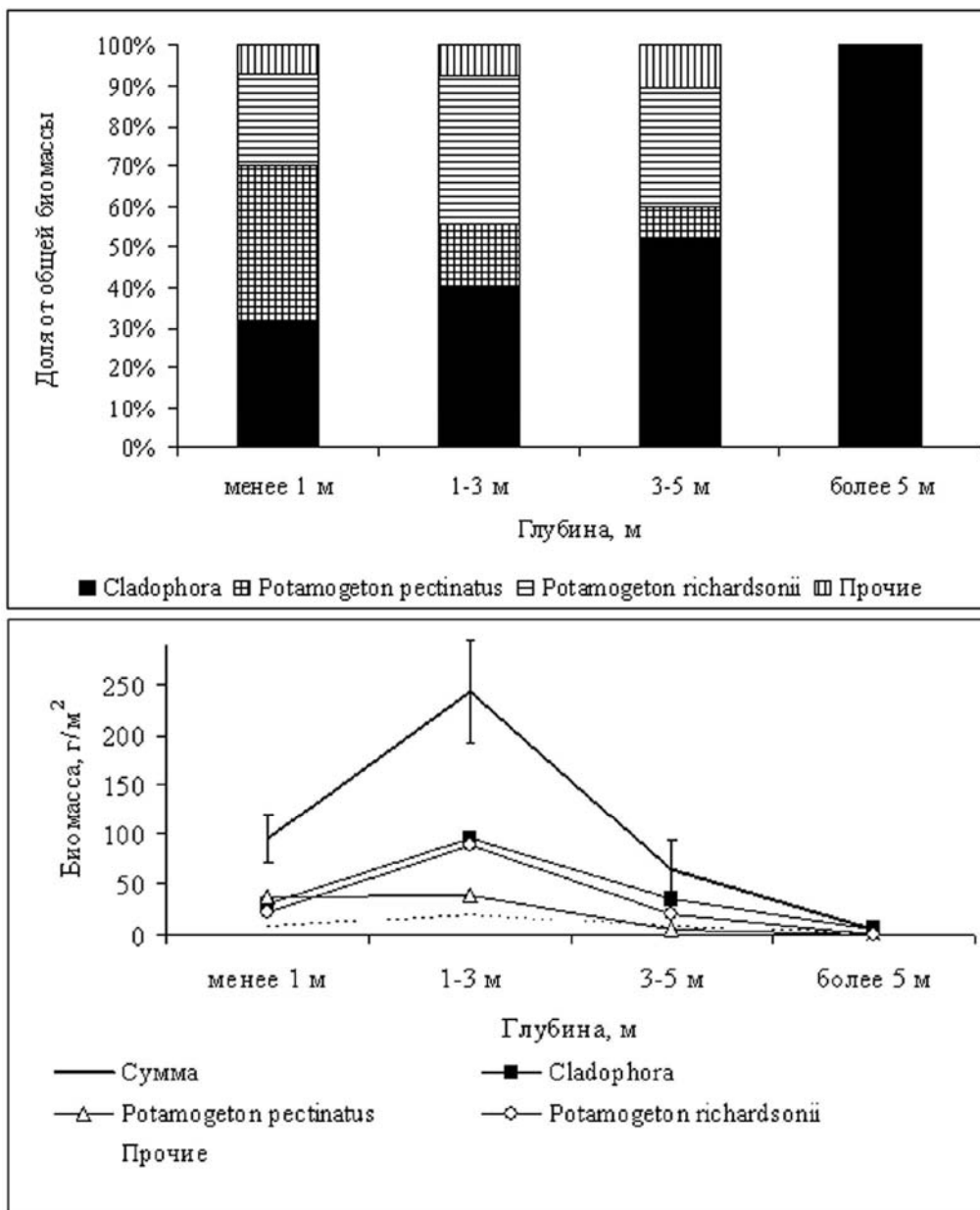


Рис. 4. Распределение осредненной биомассы основных видов макрофитов по глубине

Кладофора – наиболее обычный, массовый и фоновый вид макрофитов в озере от нижней границы прибойной литорали до нижней границы фотической зоны, являясь единственным видом макрофитов на глубинах более 6 м, отмеченный на максимальной для макрофитов глубине – 9 м. Обладая высокой скоростью роста, кладофора заселяла все подходящие естественные и искусственные субстраты (сети, затонувшие предметы) и вне зарослей рдестов формировала маты с биомассой до 2,9 кг/м². На глубинах более 6 м была представлена в основном генеративной стадией разреженными кустиками. На максимальных глубинах находилась в угнетенном состоянии и имела биомассу менее 1 г/м². В оз. Тунайча кладофора распространена вдоль всего побережья, где формировала четыре участка повышенной биомассы: на обширной отмели между мысом Макарова и

о-вом Птичий (до 2000 г/м²), между мысом Меньшикова и оз. Раскопанное (до 1500 г/м²), у восточного берега озера (1000–1500 г/м²) и близ южного берега озера к востоку от зал. Открытый (до 1500 г/м²). На акватории Малой Тунайчи значимых скоплений не формировала. Наибольшая ее биомасса отмечена в матах на глубинах от 0,3 до 4,5 м.

Для минерализованных озер равнинной территории России массовое развитие нитчатых зеленых водорослей рода *Cladophora* свойственно при концентрации солей в воде более 10‰ (Водоемы Алтайского края..., 1999). В оз. Тунайча преобладание кладофору отмечено при средней солености 2,2–2,4 ‰. Кладофора, объединив черты макрофитов и фитопланктона (так как хорошо вегетирует, будучи оторванной от субстрата в плавающем состоянии) и ограничив условия питания последних, получила возможность наращивать фитомассу в течение всего вегетационного периода.

Запас кладофору в озере, учитывая распределение биомассы по вертикали и площади дна в соответствующих интервалах глубин, составляет 2286,350 т при средневзвешенной биомассе в фотическом диапазоне изобат 35 г/м².

Суточный прирост кладофору в опытах 19–21 сентября варьировал от 3,9 до 14,9 %, при средней величине $8,97 \pm 0,26$ %. В пересчете на световой час это составляет 0,73 %. Понятно, что вегетация кладофору происходит в основном в безледный период (230 дней, 3096 световых часов), что позволяет определить годовой прирост (= продукция) в приповерхностных водах в 2263 %, при P/B = 22,6. Нижней границей фотического слоя для кладофору, как это было описано выше, является изобата 9 м (P/B = 0). Проведя несложные расчеты, получаем годовую продукцию кладофору в оз. Тунайча равную 37162,153 т, при средневзвешенном P/B равном 16,3. Заметим, что данная величина ниже действительной, так как в условиях эксперимента прирост биомассы обычно ниже имеющегося в природе (Алимов, 1989), кроме того, нами недоучтены биомасса кладофору и ее запас, так как достаточно значительная ее часть, оторванная волнением, продолжает вегетировать, хотя и не учитывается стандартными гидробиологическими методами. Конечно, вся продуцируемая биомасса кладофору (как и других макрофитов) не входит в трофическую цепь озерной биоты, так как огромные ее количества выбрасываются волнением на берег, где формируют значительные валы, выносятся через протоку в море (озеро характеризуется положительным водным балансом) или оседает на дно в абиотической зоне.

Potamogeton pectinatus – самый распространенный вид рдестов в оз. Тунайча как и кладофору, являлся фоновым видом макрофитов. Его распространение по вертикали было ограничено изобатой 5 м, а основные скопления приурочены к диапазону глубин от литорали до 3 м. Предпочитал смешанные песчано-гравийные грунты, но был встречен как на каменистом грунте, так и на чистом песке. Участки с высокой биомассой вида отмечены вдоль северного побережья Большой Тунайчи, к югу от мыса Макарова и на отмели между мысом Макарова и о-вом Птичий, близ впадения в Малую Тунайчу протоки Красноармейская. Максимальная биомасса – более 1000 г/м² – зафиксирована близ южного берега Малой Тунайчи и у о-ва Птичий на глубинах менее 1 м.

Potamogeton richardsonii также вполне обычный вид, однако, его вертикальное распространение ограничивалось изобатой 5 м. Встречаясь от литорали, данный вид наибольшие скопления (до 3511 г/м²) формировал в пределах изобат 1–3 м. Отмечен вдоль всего побережья озера с разрывом в северо-западном углу Малой Тунайчи. Высокую биомассу на акватории Большой Тунайчи создавал только в нескольких локальных участках вдоль северного берега, с восточной стороны, на мелководье между мысом Макарова и о-вом Птичий. Вдоль южного берега значительных скоплений не обнаружено, там его биомасса не достигала 100 г/м². В Малой Тунайче участки высокой биомассы данного вида более обширны: у мыса Макарова, между устьями рек Комиссаровка и Подорожка, у п-ова Бауэра и вдоль восточного берега.

Potamogeton perfoliatus приурочен к защищенным от ветрового волнения бухточкам у выходов устьев рек и ручьев, где наблюдался на небольших глубинах – до 1 м.

Максимальная биомасса данного вида (424 г/м^2) отмечена в западной части южного побережья Большой Тунайчи.

Myriophyllum spicatum встречался отдельными кустиками почти вдоль всего побережья Большой Тунайчи на глубине до 2 м; формировал скопления с биомассой до 900 г/м^2 у мысов, отграничивающих протоку Красноармейскую от Малой Тунайчи и Малую Тунайчу от Большой Тунайчи.

Ceratophyllum demersum являлся индикатором Малой Тунайчи, где создавал значительные по биомассе и протяженности заросли близ устья р. Комиссаровка (до 2000 г/м^2) и у протоки Красноармейская (до 1200 г/м^2), на акватории Большой Тунайчи обнаружен только у мыса Меньшикова на глубине 1 м.

Polysiphonia japonica – вполне обычный вид в прибрежье оз. Тунайча, где встречалась в диапазоне глубин 0,2–4 м. На большей части акватории ее биомасса не достигала 50 г/м^2 . Значительные скопления – до 409 г/м^2 – обнаружены в северо-восточной части озера на глубине 2 м.

Scirpus tabernaemontani образует заросли от литорали до глубины 0,5–0,7 м. В целом заросли камыша занимали около 2 % от общей протяженности береговой линии озера. Плотность зарослей и их проективное покрытие различны по участкам. В пределах полигона Большой Тунайчи обследовано 3 отрезка побережья. На первом участке на протяжении 100 м берега на глубине 0,35–0,5 м встречено 2 участка зарослей камышей длиной по 5 м и шириной 3 м с проективным покрытием 2–5 %. На втором участке на протяжении 50 м побережья на глубине 0,3–0,5 м обнаружено 2 участка зарослей камышей длиной по 10 м и шириной 4 м с проективным покрытием 50 %. Третий отрезок расположен на мысу. На удалении в 30 м от берега на глубине 0,35–0,5 м встречено 3 участка зарослей камышей и эleoхариса длиной по 5, 15, 15 м и шириной 3–4 м с проективным покрытием 80–100 %. Дальнейшее описание выстроено на осредненных количественных характеристиках с учетом проективного покрытия. Весной (май) живая фитомасса камыша (корневища с побегами) варьировала по участкам от 27 до 4585 г/м^2 при среднем значении 2408 г/м^2 . Масса вегетирующих побегов составляла от 0,5 до 2 %, в среднем 0,9 %. Масса отмерших (прошлогодних) побегов находилась в пределах от 12 до 10700 г/м^2 при среднем значении 2145 г/м^2 . Летом (июль) значения живой фитомассы камыша изменялись от 38 до 17155 г/м^2 , в среднем 5063 г/м^2 . От мая к июлю живая фитомасса увеличилась в 2,1 раза. Прирост биомассы объясняется преимущественным приростом вегетирующих побегов, биомасса которых составляла от 15 до 13375 г/м^2 , в среднем 2685 г/м^2 . Доля вегетирующих побегов от общей биомассы варьировала от 19 до 78 % при средней 40 %. В ноябре вегетирующие побеги полностью отмирали.

Eleocharis intersita отмечена только на одном из обследованных участков среди зарослей *Scirpus tabernaemontani*, в июле биомасса пушицы составляла 660 г/м^2 .

Годовой продукцией водных макрофитов принято считать их максимальную биомассу (Алимов, 1989), что позволяет, зная распределение макрофитов по вертикали и площади акватории над различными глубинами, рассчитать средневзвешенную продукцию на 1 м^2 . Годовой Р/В-коэффициент для макрофитов, кроме кладофоры, составляет 1,2 (Руководство по методам..., 1983). Средневзвешенная биомасса погруженных макрофитов $63,8 \text{ г/м}^2$, или $1206,413 \text{ т}$ на всю акваторию озера, продукция $1447,696 \text{ т}$.

Расчет тотальной биомассы макрофитов с надводными побегами (*Scirpus* и *Eleocharis*) проводился, исходя из длины береговой линии занятой зарослями (2 %, или 2000 м), средней ширины зарослей (3,5 м), средней суммарной биомассы побегов в июле (2768 г/м^2). Общая биомасса (= годовая продукция) макрофитов с надводными побегами по всей акватории озера составляет $19,378 \text{ т}$.

Тотальный запас макрофитов в озере (включая кладофору, погруженные формы и формы с надводными побегами) равен 3512 т , годовая продукция – 38629 т .

Макрозообентос

В составе макрозообентоса оз. Тунайча обнаружен 61 вид водных беспозвоночных (см. приложение). Наибольшим количеством видов представлены насекомые (29 видов), ракообразные (11 видов), малощетинковые черви (7 видов) и моллюски (6 видов).

Среди насекомых наибольшей длиной видового списка обладают двукрылые (20 видов) с доминантой хирономид (15 видов). Ручейники представлены 4 видами, жуки – 2 видами, ногохвостки – 2. Ряд видов, представители семейств Dixidae, Limoniidae, Muscidae, Psychodidae, Sepsidae, личинки ручейников *Ecnomus* sp. и *Ecclisomyia kamtshatica*, были обнаружены только в Малой Тунайче близ устьев основных бассейновых водотоков озера – рек Комиссаровка и Подорожка. Видимо, они были снесены из рек в озеро либо их существование в солоноватых водах обеспечивается пресноводным стоком этих рек.

Самым многочисленным по количеству обнаруженных видов отрядом ракообразных являются разноногие раки (5 видов из 11). Только один вид – *Eogammarus barbatulus* – встречен исключительно в протоке Красноармейская, хотя обнаружен в желудках звездчатой камбалы выловленной как в Малой Тунайче, так и в Большой Тунайче у о-ва Птичий. Остальные виды распространены по акватории озера. Среди десятиногих раков только пресноводная креветка *Palaemon paucidens* обнаружена по всей Тунайче. Песчаный шримс *Crangon septemspinosa* наблюдается только в протоке Красноармейская, в зоне проникновения приливных морских вод. Японский мохнаторукий краб *Eriocheir japonica* является нагульным мигрантом, проходящим через протоку Красноармейская и Малую Тунайчу на нагул в реки Подорожка и Красноармейская. Прочие отряды – кумовые, мизиды и равноногие раки – представлены по одному виду, распространенному по всей акватории озера.

Среди моллюсков брюхоногие и двустворчатые имели равную представленность – по 3 вида. Все виды брюхоногих моллюсков обычны по всей акватории озера, среди двустворчатых – только японская корбикула *Corbicula japonica* и амурская потамокорбула *Potamocorbula amurensis*. Балтийская макома *Macoma balthica* не встречена в Малой Тунайче ни в 2001, ни в 2003 г.

Полихеты *Hediste japonica* наблюдались лишь в протоке Красноармейская и на акватории Малой Тунайчи.

Основные сообщества макрозообентоса

По результатам кластерного анализа (рис. 5) в оз. Тунайча выделяется 4 сообщества макрозообентоса. Основное из них – с превалярованием двустворчатого моллюска *C. japonica* – оккупирует площади дна по всей сублиторали озера в пределах биотической зоны. Остальные три, в которых основная роль принадлежит бентонектическим ракообразным, локализованы на малых глубинах (менее 0,5 м).

С о о б щ е с т в о *Corbicula japonica*

Сообщество отличается четкой монодоминантой японской корбикулы. Оно отмечалось во все периоды съемок на глубинах свыше 0,5 м до максимальной глубины биотической зоны – 15 м – на всех представленных в озере типах грунтов.

Доминирующий вид характеризуется значительными количественными характеристиками: 1900 экз./м², 392,196 г/м², 99,68 % от общей биомассы макрозообентоса. Вместе с тремя второстепенными видами первого порядка – мизидами *Neomysis awatschensis*, олигохетами *Spirosperma velitinus* и изоподами *Gnorimosphaeroma ovatum* – формирует ядро данного сообщества: 4 вида, 1986 экз./м², 392,826 г/м², 99,84 %. Прочие 49 видов значительного вклада в общую биомассу не вносили. Интегральные характеристики сообщества составляют 53 вида (формы), 2584 экз./м², 393,459 г/м² (табл. 1).

С о о б щ е с т в о *Eogammarus kygi* + *Corbicula japonica*

Данное сообщество наблюдалось от уреза воды до глубины 0,3 м на гравийных и песчаных грунтах Большой и Малой Тунайчи весной и летом. Доминантами сообщества

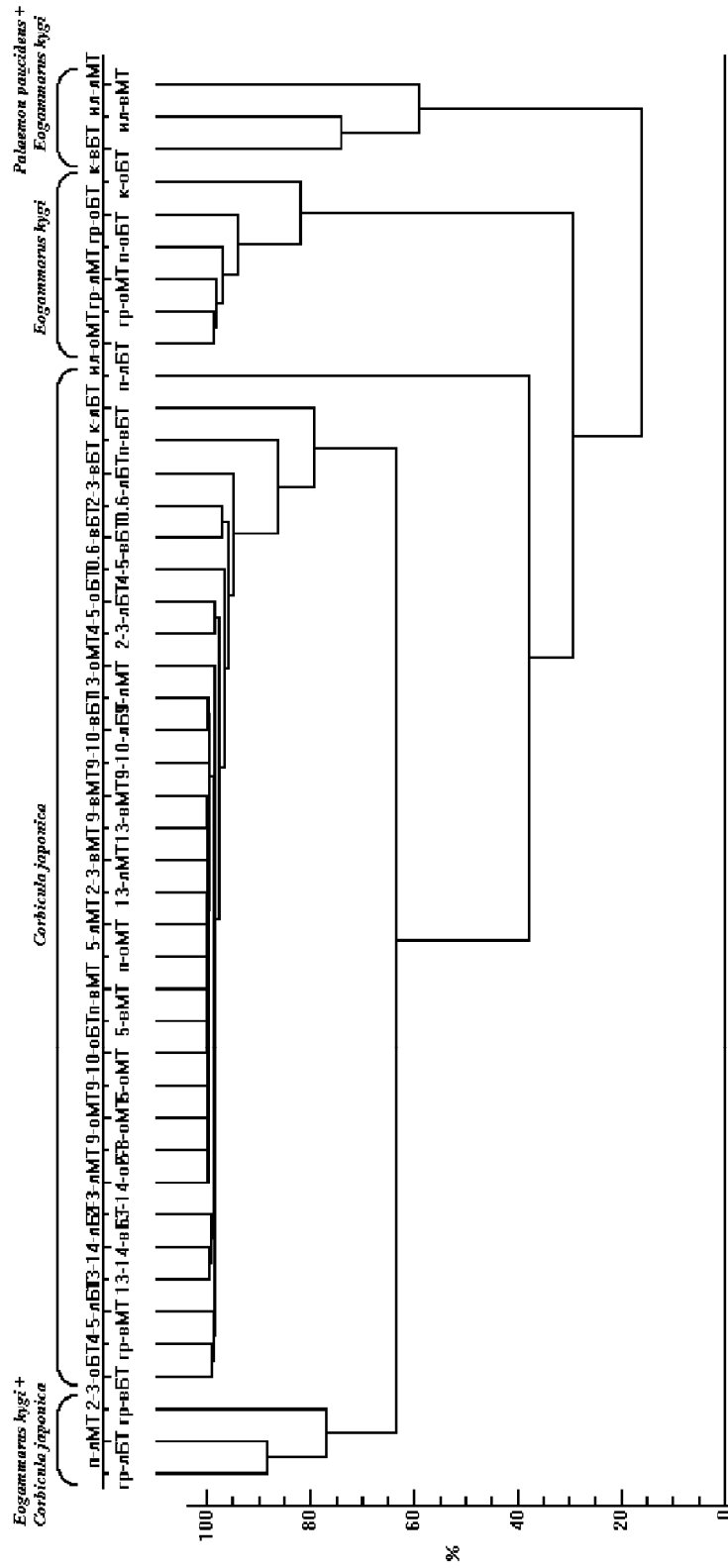


Рис. 5. Дендрограмма сходства станций макрозообентоса съемок 2002–2003 гг.: п – песок, гр – гравий, ил – ил, к – камыши, в – весна, л – лето, о – осень, цифрами обозначена глубина, МТ – Малая Тунайча, БТ – Большая Тунайча

Структура сообщества *Corbicula japonica*

Статус	Вид	Группа	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %	ЧВ, %	КО
д	<i>Corbicula japonica</i>	Bivalvia	1899,55±163	392,196±117,9	99,68	88,8	8856
в 1	<i>Neomysis awatschensis</i>	Mysidacea	30,00±6,97	0,262±0,44	0,07	52,1	3,46
в 1	<i>Spirosperma velitinus</i>	Oligochaeta	0,08±0,13	0,212±0,07	0,05	41,3	2,23
в 1	<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Isopoda	56,10±15,75	0,156±0,07	0,04	28,1	1,11
	Всего	3	86,18	0,629	0,16		6,80
в 2	<i>Eogammarus kygi</i>	Amphipoda	72,80	0,085	0,02	36,0	0,78
в 2	<i>Polypedilum ? pedestre</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	1,37	0,428	0,11	3,3	0,36
в 2	<i>Assimineea lutea</i>	Gastropoda	48,22	0,044	0,01	28,1	0,32
в 2	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	43,96	0,020	0,01	20,2	0,11
в 2	<i>Melita nitidaformis</i>	Amphipoda	57,24	0,013	0,00	32,6	0,10
в 2	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	0,17	0,013	0,00	21,5	0,07
в 2	<i>Paranais litoralis</i>	Oligochaeta	0,05	0,004	0,00	12,8	0,01
в 2	<i>Cryptochironomus gr. defectus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	14,37	0,003	0,00	16,1	0,01
в 2	<i>Dicrotendipes gr. modestus</i> лич.	Diptera-Chironomidae	14,52	0,002	0,00	11,6	0,00
в 2	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	0,01	0,001	0,00	14,0	0,00
в 2	<i>Lamprops korroensis</i>	Cumacea	26,66	0,001	0,00	21,9	0,00
в 2	Hirudinea	Hirudinea indet.	1,28	0,005	0,00	2,5	0,00
в 2	Oligochaeta	Oligochaeta	1,47	0,003	0,00	4,1	0,00
в 2	<i>Cricotopus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	2,54	0,001	0,00	3,3	0,00
в 2	<i>Cricotopus gr. tremulus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	3,30	0,001	0,00	3,7	0,00
в 2	<i>Kamaka kuthae</i>	Amphipoda	1,45	0,002	0,00	1,7	0,00
в 2	<i>Potamocorbula amurensis</i>	Bivalvia	1,69	0,000	0,00	6,2	0,00
в 2	<i>Hediste japonica</i>	Polychaeta	0,18	0,003	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Tanytarsus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	0,05	0,003	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Stictochironomus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	210,17	0,001	0,00	0,8	0,00
в 2	<i>Cryptochironomus gr. defectus</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	0,84	0,000	0,00	1,7	0,00
в 2	<i>Fluviocingula golikovi</i>	Gastropoda	1,34	0,000	0,00	2,9	0,00
в 2	<i>Ecnomus</i> sp., лич.	Trichoptera	0,01	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Ablabesmyia gr. lentigenosa</i> лич	Diptera-Chironomidae	0,03	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Tanytarsus</i> sp. кук.	Diptera-Chironomidae	0,00	0,000	0,00	0,8	0,00
в 2	Chironomidae sp,	Diptera-Chironomidae	10,79	0,000	0,00	4,5	0,00
в 2	<i>Chrysops (Chrysops) suavis</i>	Insecta-Diptera	0,15	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Clembola</i> indet.	Insecta	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00
в 2	<i>Cryptochironomus gr. viridulus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00
в 2	Diptera indet, лич.	Diptera	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00
в 2	<i>Enchytraeus abbidus</i>	Oligochaeta	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00

Окончание табл. 1

Статус	Вид	Группа	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %	ЧВ, %	КО
в 2	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	0,19	0,000	0,00	0,8	0,00
в 2	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , лич. juv.	Diptera-Chironomidae	2,84	0,000	0,00	2,1	0,00
в 2	<i>Hydra</i> indet.	Cnidaria	0,21	0,000	0,00	1,2	0,00
в 2	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>tipica</i>	Oligochaeta	8,09	0,000	0,00	12,4	0,00
в 2	<i>Lymnaea</i> sp.	Gastropoda	0,07	0,000	0,00	1,2	0,00
в 2	<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	2,31	0,000	0,00	5,0	0,00
в 2	<i>Nais barbata</i>	Oligochaeta	0,20	0,000	0,00	1,2	0,00
в 2	Nematoda indet.	Nematoda	0,83	0,000	0,00	1,2	0,00
в 2	Oligochaeta indet.	Oligochaeta	4,73	0,000	0,00	0,0	0,00
в 2	Orthoclaadiinae indet. juv. лич.	Diptera-Chironomidae	0,00	0,000	0,00	1,7	0,00
в 2	<i>Palaemon paucidens</i>	Decapoda	0,14	0,000	0,00	1,2	0,00
в 2	<i>Paratanytarsus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	12,83	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Plateumaris discolor</i>	Insecta-Coleoptera	0,03	0,000	0,00	0,8	0,00
в 2	<i>Procladius</i> sp.	Diptera-Chironomidae	7,01	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	11,31	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Rhiacodrilus</i> sp.	Oligochaeta	0,17	0,000	0,00	0,4	0,00
в 2	<i>Tallorchestia crassicomis</i>	Amphipoda	0,03	0,000	0,00	0,0	0,00
в 2	Trichoptera indet, кук.	Trichoptera	0,18	0,000	0,00	0,4	0,00
	Всего	49	598,03	0,633	0,16		1,78
	Итого	53	2583,76	393,459	100,00		8864

Примечание – Здесь и далее: д – доминирующий, х 1 – характерный I порядка, х 2 – характерный II порядка, в 1 – второстепенный I порядка, в 2 – второстепенный II порядка.

являются бокоплав *E. kygi* (516 экз./м², 10,353 г/м², 39,58 % от общей биомассы) и двустворчатые моллюски *C. japonica* (21 экз./м², 14,126 г/м², 54,00 %). Субдоминантой сообщества стали личинки хирономид *Glyptotendipes gripekoveni* (4,77 %). Вместе с двумя характерными видами второго порядка – гастроподами *Assiminea lutea* и равноногими раками *G. ovatum* – они формируют ядро данного сообщества: 5 видов, 836 экз./м², 26,133 г/м², 99,90 %. Интегральные характеристики сообщества составляют 26 видов (форм), 860 экз./м², 26,159 г/м² (табл. 2).

Сообщество *Eogammarus kygi*

Сообщество с превалированием бокоплавов *E. kygi* сменяет предыдущее на всех типах грунтов близ уреза воды как в Большой, так и в Малой Тунайче осенью и частично проявляется летом. Количественные характеристики доминирующего вида: 224 экз./м², 13,146 г/м², 89,82 % от общей биомассы макрозообентоса. Другим массовым видом являются мизиды *N. awatschensis* (4,04 %). Доля преобладавшей весной корбикулы снизилась до 5,80 %. В ядро сообщества входят также хирономиды *G. gripekoveni*. Все перечисленные виды имеют интегральные характеристики: 292 экз./м², 14,599 г/м², 99,75 %. Количественные показатели сообщества: 19 видов (форм), 306 экз./м², 14,636 г/м² (табл. 3).

Сообщество *Palaemon paucidens* + *Eogammarus kygi*

Данное сообщество имеет четкую биотопическую привязанность – оно обнаружено в зарослях камышей преимущественно в весенний период. Наиболее значительным от-

Структура сообщества *Eogammarus kygi* + *Corbicula japonica*

Статус	Вид	Группа	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %	ЧВ, %	КО
д	<i>Eogammarus kygi</i>	Amphipoda	516±166	10,353±2,3	39,577	96	3793
д	<i>Corbicula japonica</i>	Bivalvia	21±7	14,126±5,1	54,000	46	2475
	Всего	2	537	24,479	93,578		6268
х 1	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	255±104	1,249±0,48	4,773	79	378
х 2	<i>Assiminea lutea</i>	Gastropoda	14±6	0,294±0,13	1,124	29	33
х 2	<i>Gnорimosphaeroma ovatum</i>	Isopoda	30±15	0,111±0,05	0,424	50	21
	Всего	2	44	0,405	1,549		54
в 2	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	5	0,003	0,010	33	0,3
в 2	<i>Paratanytarsus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	8	0,004	0,016	21	0,3
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	2	0,004	0,015	21	0,3
в 2	<i>Melita nitidaformis</i>	Amphipoda	1	0,003	0,012	8	0,1
в 2	Diptera indet., лич.	Diptera	0	0,006	0,022	4	0,09
в 2	<i>Enchytraeus abbidus</i>	Oligochaeta	1	0,001	0,004	8	0,03
в 2	<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>modestus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	2	0,002	0,006	4	0,02
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	0	0,001	0,004	4	0,02
в 2	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	1	0,001	0,002	8	0,02
в 2	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	1	0,000	0,001	8	0,01
в 2	<i>Neomysis awatschensis</i>	Mysidacea	0	0,001	0,002	4	0,010
в 2	Chironominae, кук. indet.	Diptera-Chironomidae	0	0,000	0,002	4	0,007
в 2	Oligochaeta indet.	Oligochaeta	0	0,000	0,002	4	0,007
в 2	<i>Lamprops korroensis</i>	Cumacea	0	0,000	0,001	4	0,005
в 2	<i>Procladius</i> sp.	Diptera-Chironomidae	0	0,000	0,001	4	0,004
в 2	<i>Cricotopus</i> gr. <i>tremulus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	1	0,000	0,000	8	0,002
в 2	<i>Cricotopus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	0	0,000	0,000	4	0,002
в 2	Turbellaria indet.	Turbellaria	0	0,000	0,000	4	0,002
в 2	<i>Tanytarsus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	1	0,000	0,000	8	0,001
в 2	Orthoclaadiinae indet., juv. лич.	Diptera-Chironomidae	2	0,000	0,000	4	0,0004
в 2	<i>Tanytarsus</i> sp., кук.	Diptera-Chironomidae	1	0,000	0,000	4	0,0004
	Всего	21	25	0,026	0,101		1
	Итого	26	860	26,159	100,000		6701

личием данного сообщества от двух предыдущих является превалирование в нем креветок *Palaemon paucidens* (15 экз./м², 15,709 г/м², 53,31 % от общей биомассы макрозообентоса) при кодоминанте наиболее массового в элиторали элемента – бокоплавов *E. kygi* (376 экз./м², 7,554 г/м², 25,63 %). Другие значимые в сообществе виды – изоподы *G. ovatum*, мизиды *N. awatschensis*, хирономиды *G. gripekoveni*, *Psectrocladius zelentzovi* и *Paratanytarsus* sp. – формируют 20,84 % от общей биомассы. В ядро сообщества входят

Таблица 3

Структура сообщества *Eogammarus kygi*

Статус	Вид	Группа	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %	ЧВ, %	КО
д	<i>Eogammarus kygi</i>	Amphipoda	224,48±35,1	13,146±3,407	89,82	81,3	7298
х 1	<i>Neomysis awatschensis</i>	Mysidacea	51,95±27,56	0,591±0,336	4,04	37,5	151,5
х 2	<i>Corbicula japonica</i>	Bivalvia	3,13±2,25	0,849±0,538	5,80	10,4	60,4
в 1	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	12,11±3,78	0,013±0,004	0,09	29,2	2,5
в 2	<i>Assiminea lutea</i>	Gastropoda	0,78	0,015	0,10	8,3	0,8
в 2	<i>Stictochironomus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	2,08	0,003	0,02	12,5	0,3
в 2	Diptera indet., лич.	Diptera	0,39	0,006	0,04	6,3	0,3
в 2	<i>Gnoringosphaeroma ovatum</i>	Isopoda	0,78	0,005	0,04	6,3	0,2
в 2	<i>Paratanytarsus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	1,43	0,001	0,01	12,5	0,1
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	3,13	0,001	0,01	10,4	0,1
в 2	<i>Psectrocladius zelentzovi</i>	Diptera-Chironomidae	2,60	0,001	0,01	14,6	0,1
в 2	<i>Lamprops korroensis</i>	Cumacea	0,65	0,002	0,01	4,2	0,1
в 2	<i>Cricotopus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	1,30	0,000	0,00	8,3	0,0
в 2	Chironomidae indet., лич.	Diptera-Chironomidae	0,13	0,001	0,00	2,1	0,0
в 2	<i>Kamaka kuthae</i>	Amphipoda	0,26	0,000	0,00	4,2	0,0
в 2	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>typica</i>	Oligochaeta	0,26	0,000	0,00	2,1	0,0
в 2	<i>Melita nitidaformis</i>	Amphipoda	0,13	0,000	0,00	2,1	0,0
в 2	<i>Tanytarsus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	0,65	0,000	0,00	2,1	0,0
в 2	Oligochaeta	Oligochaeta	0,13	0,000	0,00	2,1	0,0
	Всего	15	14,71	0,036	0,25		2,0
	Итого	19	306,38	14,636	100,00		7514

8 видов: 2403 экз./м², 29,404 г/м², 99,78 %. В целом показатели обилия сообщества составляют 19 видов (форм), 2424 экз./м², 29,470 г/м² (табл. 4).

Как мы видим, все описанные сообщества делятся на два типа – сублиторальный (сообщество *Corbicula japonica*) и элиторальный (сообщества с превалированием бентонектических ракообразных). Из всех известных факторов среды ни соленость, ни температура придонного слоя воды, ни тип донных осадков не могут определять такое распределение. Только волнение, оказывающее эрозионное воздействие на сообщество относительно малоподвижных корбикул, видимо, является лимитирующим фактором среды.

Вертикальное распределение макрозообентоса

Распределение макрозообентоса по вертикали было ограничено глубиной 15 м (граница раздела слоев воды в озере). В пробах, отобранных на глубине 17 м (полигон Большой Тунайчи), организмы макробентоса не обнаружены.

П о л и г о н Большой Тунайчи (2002 г.)

Основной особенностью является смена доминирующих групп и видов при переходе от элиторали к сублиторали. Если близ уреза воды основу биомассы составляют бокоплавы *E. kygi* и креветки *Palaemon paucidens*, то уже с глубины 0,5 м и далее до максимальной глубины распространения биотической зоны преобладают двустворчатые моллюски *Corbicula japonica*. Среди бокоплавов доминирующий на малых глубинах

Структура сообщества *Palaemon paucidens* + *Eogammarus kygi*

Статус	Вид	Группа	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %	ЧВ, %	КО
д	<i>Palaemon paucidens</i>	Decapoda	15,1±6,1	15,709±8,4	53,31	58,3	3109
д	<i>Eogammarus kygi</i>	Amphipoda	375,8±135,1	7,554±2,2	25,63	70,8	1816
	Всего	2	390,9	23,263	78,94		4925
х 1	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , i лич.	Diptera-Chironomidae	1477,6±638,8	4,989±2,05	16,93	50,0	846
х 1	<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Isopoda	134,6±55,6	0,819±0,3	2,78	37,5	104
	Всего	2	1612,2	5,808	19,71		950
х 2	<i>Neomysis awatschensis</i>	Mysidacea	19,3±8,8	0,094±0,05	0,32	37,5	11,9
х 2	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> , i лич. juv.	Diptera-Chironomidae	208,3±140,7	0,153±0,11	0,52	20,8	10,8
	Всего	2	227,6	0,247	0,84		22,7
в 1	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	98,2±46,8	0,057±0,02	0,19	33,3	6,5
в 1	<i>Paratanytarsus</i> sp., лич.	Diptera-Chironomidae	74,5±41,5	0,028±0,02	0,10	33,3	3,2
	Всего	2	172,7	0,086	0,29		9,7
в 2	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>tupica</i>	Oligochaeta	0,0	0,030	0,10	4,2	0,4
в 2	<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>modestus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	15,1	0,011	0,04	8,3	0,3
в 2	<i>Assimineea lutea</i>	Gastropoda	0,8	0,021	0,07	4,2	0,3
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , лич.	Diptera-Chironomidae	1,8	0,002	0,01	12,5	0,1
в 2	<i>Melita nitidaformis</i>	Amphipoda	1,0	0,001	0,00	8,3	0,0
в 2	Oligochaeta indet.	Oligochaeta	1,0	0,001	0,00	4,2	0,0
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> , кук.	Diptera-Chironomidae	0,3	0,000	0,00	4,2	0,0
в 2	<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	0,0	0,000	0,00	4,2	0,0
в 2	<i>Kamaka kuthae</i>	Amphipoda	0,5	0,000	0,00	8,3	0,0
в 2	<i>Stictochironomus</i> sp.	Diptera-Chironomidae	0,3	0,000	0,00	4,2	0,0
в 2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>viridulus</i> лич.	Diptera-Chironomidae	0,3	0,000	0,00	4,2	0,0
	Всего	11	21,1	0,066	0,22		1,2
	Итого	19	2424,5	29,470	100,00		5909

E. kygi уже на изобате 4–5 м сменяется эндемичным для Тунайчи *Melita nitidafotmis*, который приурочен исключительно к зарослям макрофитов. Нижняя граница распространения бокоплавов совпадает с нижней границей распространения донной растительности. Массовый в прибрежье вид хирономид *G. gripekoveni* начиная с изобаты 1 м сменяется *Stictochironomus* sp. На больших глубинах также возрастает роль кумовых раков *Lamprops korroensis*. С глубины 9–10 м появляются также солоноватоводные моллюски *Macoma balthica* и *Potamocorbula amurensis*.

В изменении показателей обилия макрозообентоса и его составляющих с глубиной наблюдаются закономерности как общего плана, так и обусловленные сезонной изменчивостью. К первым можно отнести уменьшение разнообразия видов водных насекомых и ракообразных с глубиной (от 6–12 до 2–5 и от 6–7 до 2–5, соответственно). По распределению удельной численности и биомассы можно выделить несколько центров обилия. Два из них – на глубинах 2–3 и 9–10 м – характерны как для эволюты численности, так и для эволюты биомассы, один – на элиторали – характерен только для кривой численности (рис. 6, 7). Существование пика численности близ уреза воды связано с высокой плотно-

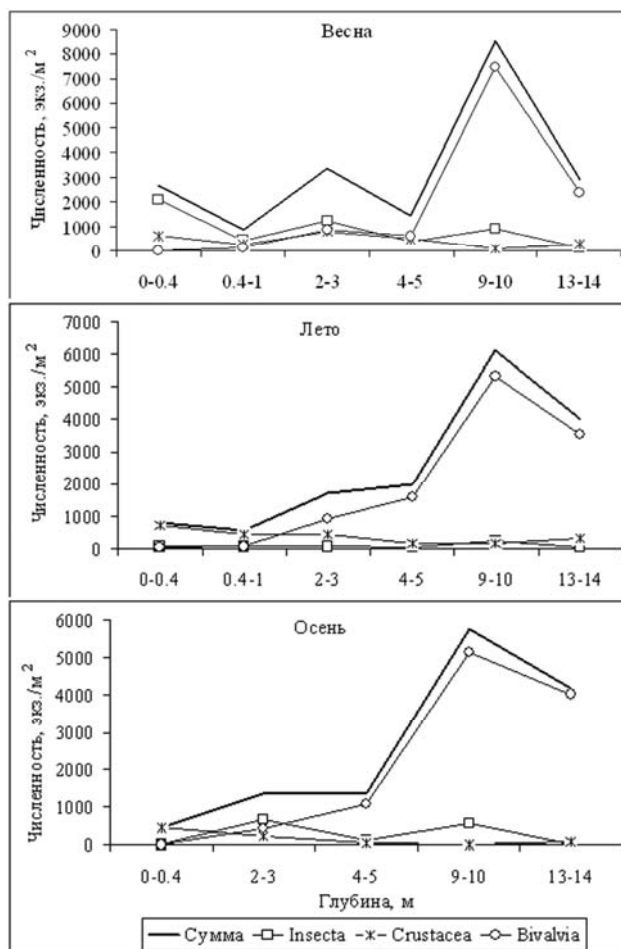


Рис. 6. Изменчивость численности макрозообентоса по глубинам и сезонам на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г.

стью прибрежных видов ракообразных. Два других пика формируются сообществом корбикулы. Первый – на глубине 2–3 м – соответствует поясу макрофитов, второй – на изобате 9–10 м – максимальной глубине распространения промывных песчаных грунтов.

В сезонной динамике показателей наблюдается две основные закономерности. Первая характеризует ситуацию смены зимней и летней формации сообществ: весной и осенью происходит концентрация численности и биомассы в центрах обилия; летом – некоторое рассредоточение показателей обилия, а следовательно, и самих гидробионтов по смежным изобатам. Кроме того, на мелководье и больших глубинах число видов донных гидробионтов минимально весной (19 и 16 видов соответственно) и осенью (12 и 9), а в диапазоне глубин 2–3 м – летом (12). Еще одной частной закономерностью того же плана является уменьшение численности водных насекомых, представленных преимущественно хирономидами. Вторая закономерность характеризует ситуацию теплого периода 2002 г. с экстремально холодным летом (по данным синоптика СахУГМС Г.П. Галкиной в Корсаковском районе в 2002 г. средняя температура воздуха в июле была на 1°C ниже среднестатистической, а в августе – на 3 °C). Преобладающие ветры юго-восточного и северо-западных направлений создавали благоприятные условия для максимального разгона волны вдоль озера, и интенсивного перемешивания всего верхнего слоя и активной придонной гидродинамики, что также ухудшало условия существования макробентоса. Происходил вынос малоподвижных форм на берег при слабом

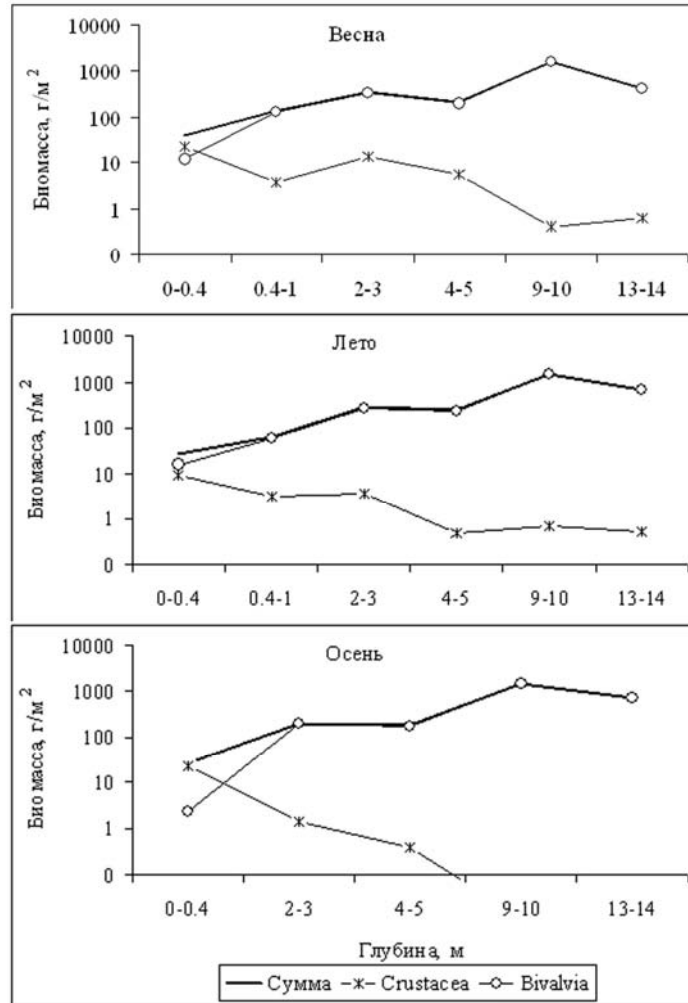


Рис. 7. Изменчивость биомассы макрозообентоса по глубинам и сезонам на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г.

восполнении за счет размножения. Летом 2002 г. из-за низкой температуры воды вымета личинок корбикулы в воду не наблюдалось (личинки корбикулы в планктоне не зарегистрированы), поэтому осеннего увеличения численности за счет оседания спата наиболее массового вида гидробионтов не отмечено. В динамике общей численности гидробионтов (осредненной по горизонтам) прослеживается закономерность снижения показателя от весны к осени ($3470 > 2330 > 1730$ экз./м²): более резкое в первой половине теплого периода и менее выраженное во второй. В динамике биомассы по всем глубинам выявлена закономерность ее уменьшения от мая к ноябрю (в среднем по глубинам: $384 > 392 > 270$ г/м²). Если в прибрежье разница биомассы макрозообентоса в мае и ноябре составляла около 16 г, то на больших глубинах – 135–154 г.

Анализ изменчивости АВС-показателя подтвердил и дополнил обнаруженные закономерности (рис. 8, А). Максимальные значения показателя характеризуют диапазон глубин 2–3 м, следовательно, на данной изобате находится центр сообщества макрозообентоса Большой Тунайчи и здесь оно наиболее устойчиво. В то же время на глубине 9–10 м, где отмечен второй центр обилия сублиторального сообщества, весной и осенью значения индекса минимальны. Летом ситуация обратная: уменьшение показателя на глубине 2–3 м и увеличение на глубине 9–10 м. Таким образом, на глубине 2–3 м на-

блюдается центр устойчивости зимней формации сообщества, а на изобатах 9–10 м – летней. Изменчивость индекса видового обилия Шеннона (по биомассе) (рис. 8, Б) выявила закономерность другого порядка: максимальные значения индекса характеризуют элитораль в летний период, что вполне объяснимо – именно в это время происходит массовое размножение прибрежных форм ракообразных и хирономид при массовом отмирании (или вылете) генерации прошлого года, в результате чего биомасса оказалась «распылена» достаточно равномерно по нескольким видам гидробионтов.

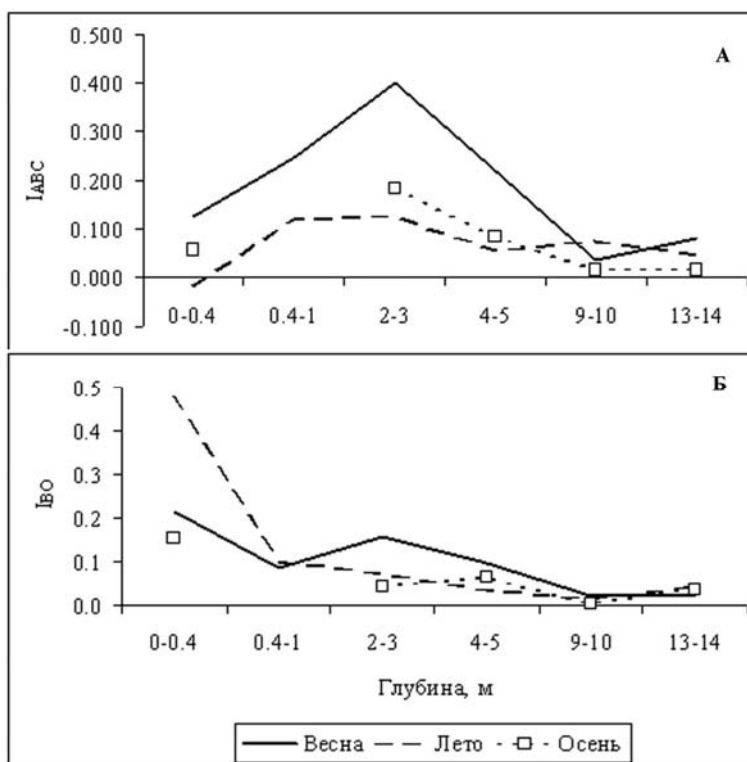


Рис. 8. Изменчивость ABC-показателя (А) и индекса видового обилия Шеннона (Б) по глубинам и по сезонам на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г.

Наиболее устойчивое состояние сообщества и его максимальные количественные показатели характеризовали весенний период.

П о л и г о н Малой Тунайчи (2003 г.)

Здесь наблюдались те же закономерности в смене видового состава и типов сообществ макрозообентоса, что и в Большой Тунайче. Но в распределении показателей обилия наблюдаются значительные различия, связанные, в первую очередь, с распределением типов донных осадков. Если в Большой Тунайче промывные пески простирались вглубь до 10 м, то в Малой Тунайче на 9–10 м были уже илисто-песчаные грунты. Максимальное разнообразие видов в Малой Тунайче, как и в Большой, приходится на глубину 2–3 м (весна и осень – 13–17) или элитораль (лето – 23), что подтверждает существование на этой глубине центра обилия. Однако по вертикальному распределению численности и биомассы он проявляется слабо (рис. 9, 10), так как маскируется вторым центром обилия – на изобатах 4–5 м. Формально он эквивалентен центру обилия Большой Тунайчи (на глубине 9–10 м), так как локализован на максимальной глубине распространения промывных песчаных грунтов. Существование этого центра определяется необыкновенно высокими количественными характеристиками макрозообентоса (2760–8094 экз./м²; 1936–4065 г/м²) за счет массового развития корбикулы. Глубже, на илисто-

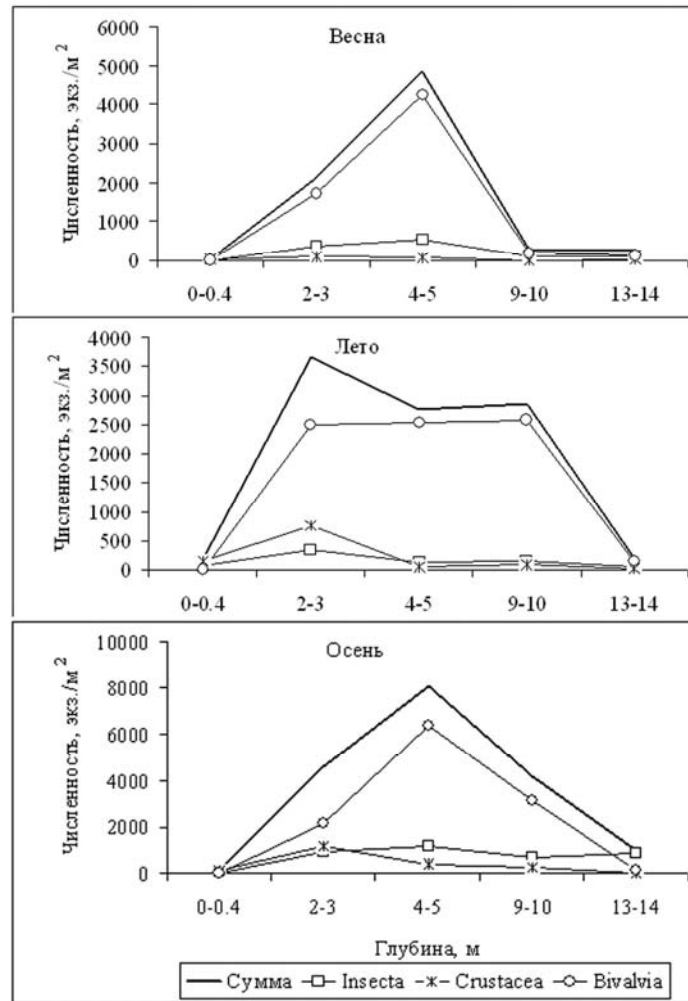


Рис. 9. Изменчивость численности макрозообентоса по глубинам и сезонам на полигоне Малой Тунайчи в 2003 г.

песчаных грунтах, где корбикула обитает в неблагоприятных условиях, ее количественные характеристики гораздо ниже (204–4159 экз./м², 80–1949 г/м²).

Сезонная динамика определяется как причинами внешнего характера (температура), так и сменой зимней и летней формаций донного сообщества. Минимальное число обнаруженных видов характеризует май и ноябрь; максимальное – июль–август. Это связано как с увеличением количественных показателей макробентоса летом за счет активного размножения, что увеличивает вероятность встречаемости «редких» видов, так и с обнаружением сугубо летних форм – личинок некоторых амфибиотических насекомых.

В динамике общей численности гидробионтов прослеживается несколько любопытных закономерностей: на изобате 4–5 м общая численность снижается от мая к середине лета, а затем резко возрастает к ноябрю, в остальной сублиторали показатель возрастает от весны к осени; на открытой литорали резко возрастает плотность поселения от мая к середине лета, к ноябрю следует не менее значительное ее падение. Частичное объяснение полученным закономерностям дано выше. Динамика показателя свидетельствует о становлении двух структур донного сообщества – летней и зимней. Для зимы характерно запустение литорали из-за крайне низких температур воды и последующего

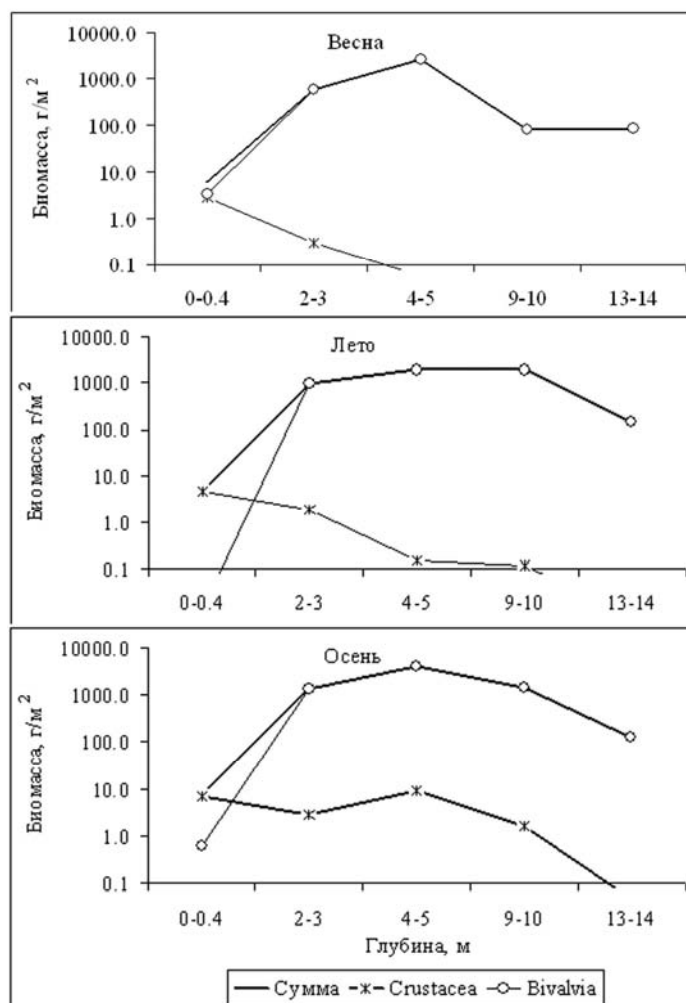


Рис. 10. Изменчивость биомассы макрозообентоса по глубинам и сезонам на полигоне Малой Тунайчи в 2003 г.

становления ледового покрова; в сублиторали наблюдается концентрация организмов бентоса на глубине 4–5 м.

В динамике биомассы на литорали трудно выделить какие-либо закономерности, так как во многом она зависит от волнового выноса в литораль корбикулы с больших глубин; наиболее показательна илистая литораль, где значение волновой миграции не так велико – интегральная биомасса гидробионтов повышается от мая к ноябрю. В сублиторали кривые изменения биомассы также неравнозначны. В поясе макрофитов (2–3 м) биомасса макрозообентоса увеличивается от мая к ноябрю. На изобате 4–5 м показатель снижается от мая к середине лета и увеличивается к ноябрю. Еще глубже (9–10 и 13–14 м) максимальная биомасса отмечена в июле–августе, хотя во всем диапазоне глубин сублиторали наблюдалась тенденция увеличения тотальной биомассы от мая к ноябрю. Объяснение обнаруженным тенденциям уже было дано выше и кроется в перестройке донного сообщества на летнюю и зимнюю структуру и вертикальное распределение. Динамика количественных показателей «среднего» сообщества макрозообентоса полигона Малой Тунайчи определяется таковой для сублиторали и имеет уже отмеченные закономерности: максимум видов макрозообентоса летом; общее увеличение плотности поселения и биомассы от весны к лету и далее к осени.

Значения АВС-показателя на глубинах 2–3 м и 13–14 м максимальные, а в центре обилия на глубине 4–5 м – минимальные (рис. 11, А). Таким образом, центр обилия на глубине 4–5 м в Малой Тунайче идентичен таковому на 9–10 м в Большой Тунайче и характеризует летнюю формацию сообщества. Изменчивость индекса видового обилия Шеннона (по биомассе) (рис. 11, Б) также аналогична таковой для большой Тунайчи: максимальные значения характеризуют элитораль в летний период.

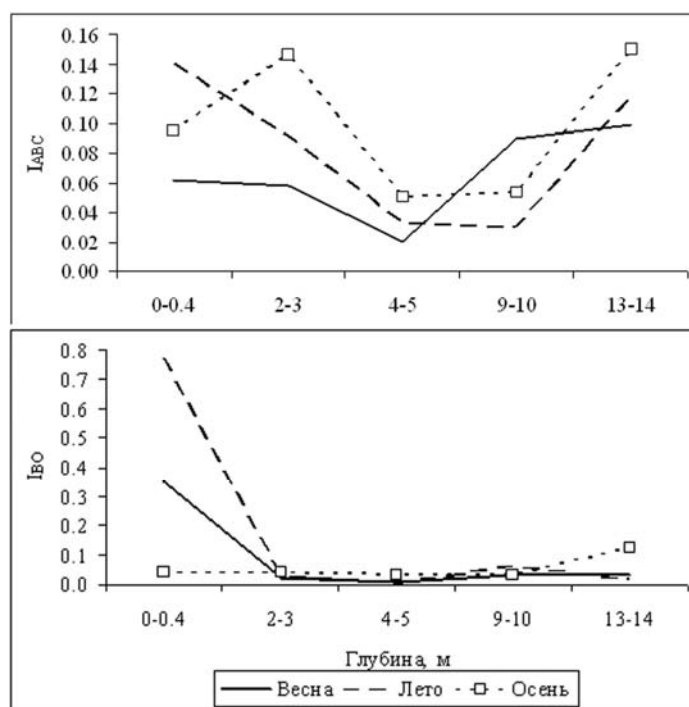


Рис. 11. Изменчивость АВС-показателя (А) и индекса видового обилия Шеннона (Б) по глубинам и сезонам на полигоне Малой Тунайчи в 2003 г.

Сравнивая изменчивость АВС-показателя осредненного сообщества, отметим ноябрь как период наибольшей устойчивости донного сообщества. Объясняется это переходом сообщества от «депрессивного» состояния после холодного лета 2002 г. к восстановленному после теплого лета 2003 г. (см. ниже).

Таким образом, наиболее устойчивое состояние сообщества макрозообентоса Малой Тунайчи и его максимальные количественные показатели характеризуют осенний период.

При общем сходстве структуры макрозообентоса полигонов Большой и Малой Тунайчи наблюдаются различия в количественных показателях. Для полигона Большой Тунайчи в 2002 г. колебания численности осредненного сообщества по сезонам составляли 1730–3470 экз./м² при средней 2509 экз./м²; биомасса – 270–392 г/м². На полигоне Малой Тунайчи в 2003 г. численность осредненного сообщества варьировала в пределах 1090–2600 экз./м² при средней 1704 экз./м²; биомасса 489–989 г/м² при средней 731 г/м². Кроме того, наблюдались различия в распределении количественных показателей по изобатам: максимальная биомасса макробентоса в Большой Тунайче – на глубине около 9 м, в Малой Тунайче – на глубине около 5 м.

Для того чтобы объяснить различия в цифрах, рассмотрим подробнее распределение и количественные характеристики доминирующего как по численности, так и по биомассе вида – японской корбикулы. Различия в количественных показателях макробентоса на полигонах, в первую очередь, определяются различиями в количественных

показателях этого вида. Гораздо большие количественные характеристики корбикулы в Малой Тунайче трудно объяснить гидрологическими факторами, так как распределение таких показателей, как соленость и температура воды, одинаково по сравнимым акваториям. Скорее всего, значительную роль здесь играет кормовой фактор. В толще воды на акватории Малой Тунайчи гораздо большая концентрация биогенов, чем на акватории Большой Тунайчи, что определяется их выносом наиболее крупными бассейновыми водотоками – реками Комиссаровка и Подорожка и поставками вещества антропогенного происхождения поселком Охотское и теми же бассейновыми водотоками. В свою очередь, избыток биогенов определяет бурное развитие фитопланктона, являющегося кормом для корбикулы: средняя численность микроводорослей за летний период 2003 г. в Малой Тунайче составила 1406 тыс. кл./л, в Большой Тунайче – 828 тыс. кл./л.

В 2002 г. на полигоне Большой Тунайчи корбикула распространена повсеместно; максимальные ее количественные показатели приурочены к глубине 9–10 м (1600 г/м²). В вегетационный период 2002 г. корбикула вступила после теплого 2001 г., что, принимая во внимание теплопроводный характер вида, определило ее прекрасные показатели на стартовом этапе: большое количество годовиков (21 %), высокая биомасса и численность (Лабай и др., 2003). Однако вегетационный период 2002 г. оказался экстремально холодным (по сообщениям сахалинского областного Управления по гидрометеорологии, наиболее холодное лето за последние 5 лет). Максимальная температура активного слоя оз. Тунайча в этом году не превышала 15,2 °С, средняя с июня по сентябрь включительно составила 14,9 °С. Низкая температура воды стала причиной слабого роста корбикулы, повышенной элиминации и отсутствия нереста в 2002 г. (факт определен по отсутствию в планктоне озера велигеров корбикулы). Все это привело к снижению в течение периода наблюдений численности и биомассы корбикулы (осреднение по всему сообществу) от 1610 экз./м² и 366 г/м² в мае до 1280 экз./м² и 261 г/м² в ноябре.

В вегетационный период 2003 г. корбикула вступила в депрессивном состоянии: отсутствовали особи предыдущего года рождения, что определило низкую численность по сравнению с предыдущим годом. Распределение корбикулы по глубинам совпадало с распределением количественных показателей макрозообентоса в целом: максимальные количественные показатели отмечены на изобате 4–5 м. Разница в вертикальном распределении корбикулы в Большой и Малой Тунайче, на наш взгляд, объясняется максимальной глубиной обнаружения рыхлых песчаных грунтов, которые являются наиболее комфортными для этого вида (Явнов, Раков, 2002). На меньших глубинах, при сходстве донных отложений, лимитирующими факторами выступают волновая эрозия и значительные колебания температуры воды. Лето 2003 г. было гораздо более теплым, чем лето 2002 г. Максимальная температура активного слоя оз. Тунайча в этом году достигла 19,3 °С, средняя с июня по сентябрь включительно составила 16,2 °С. Разница между теплым сезоном 2002 г. и 2003 г. (90 сут.) составила 157 градусо-дней. Более высокие температуры воды летом 2003 г. определили рост количественных показателей корбикулы на полигоне Малой Тунайчи (осреднение по всему сообществу) от 896 экз./м² и 487 г/м² в мае до 1686 экз./м² и 983 г/м² в ноябре.

Основываясь на данных распределения количественных показателей корбикулы по глубинам на акватории Малой Тунайчи, по аналогии с произведенными ранее вычислениями (Лабай, 2003), произвели расчет численности и биомассы корбикулы в озере. Биомасса вида составила 133890 т (при осреднении с данными по Большой Тунайче – 103042 т); годовая продукция в пределах озера – 82434 т.

Немаловажным элементом фауны озера являются ракообразные. На акватории озера обнаружено 8 видов высших раков. Ниже приведены количественные и продукционные характеристики для наиболее обычных четырех видов.

Gnorimosphaeroma ovatum (Gurjanova, 1933) – западнотихоокеанский субтропическо-низкобореальный вид. По результатам сборов 2002–2003 гг. в оз. Тунайча *Gnorimosphaeroma ovatum* также обитают на различных типах грунтов в интервале глубин от 0 до 15 м. В Малой Тунайче в 2003 г. максимальные значения численности насе-

ления и биомассы наблюдались в летний период (июль, август) на глубине от 2 до 5 м ($807,407 \text{ экз./м}^2$, $1,747 \text{ г/м}^2$). В мае и ноябре эти значения были меньше, по распределению максимальные значения количественных показателей приходились на интервал глубин от 2 до 5 м. Подобное распределение рачков по глубинам связано с характером грунтов. На глубинах от 2 до 5 м субстрат наиболее благоприятен для жизнедеятельности *G. ovatum* (крупная галька, щебень и крупный песок), другие горизонты характеризуются более мелкодисперсными грунтами (от 0 до 2 м – песок, от 5 до 15 м – ил). Сходные закономерности наблюдались нами и в 2002 г. на полигоне Большой Тунайчи (Роготнев, 2003). Размеры особей не превышали 9 мм. Образование новых генераций и отмирание крупных рачков происходили во все три рассматриваемых периода. Максимальные значения численности и биомассы в 2003 г. были в размерной группе 5–7 мм весной и осенью, летом наибольшая численность отмечена для рачков размером 1–3 мм. Можно сделать вывод об одногодичной структуре популяции. За весенне-осенний период появляется три поколения изопод (холодным летом 2002 г. формировалось только два поколения (Роготнев, 2003)). К осени одна генерация (весенняя) достигает максимального размера и отмирает, другая (летняя) достигает размера 5–7 мм, зимует и дает начало весенней генерации, после чего отмирает. Осенняя генерация также зимует и дает начало летней генерации.

Neomysis awatschensis (Brandt, 1851) – тихоокеанский приазиатский бореальный вид. В оз. Тунайча мизиды обитают на глубинах от 0 до 15 м. В 2003 г. максимальные значения плотности и биомассы отмечены в ноябре на горизонте 2–5 м ($117,115 \text{ экз./м}^2$, $3,856 \text{ г/м}^2$). В мае наибольшие показатели плотности и биомассы были приурочены к горизонту 2–5 м ($7,097 \text{ экз./м}^2$, $0,032 \text{ г/м}^2$). В июле–августе наибольшие величины показателей отмечены на горизонте 0–2 м ($50,694 \text{ экз./м}^2$, $0,236 \text{ г/м}^2$). На полигоне Большой Тунайчи холодным летом 2002 г. была обнаружена обратная закономерность – весной и осенью рачки концентрировались в прибрежье, летом образовывали скопления над большими глубинами (Роготнев, 2003). Возможно, это связано со значительной штормовой активностью летом 2002 г. Размеры особей *Neomysis awatschensis* в 2003 г. были максимальными в ноябре – 19 мм. За летний период отрождаются две генерации мизид, которые перезимовывают. Старшая генерация, достигнув весной размеров 11–13 мм, отмирает, а другая дает начало летним генерациям. Подобная тенденция обнаружена как в 2002, так и в 2003 г. Так же, как и у изопод, жизненный цикл *Neomysis awatschensis* в оз. Тунайча одногодичный.

Eogammarus kygi (Derzhavin, 1923) – широко распространенный тихоокеанский бореальный приазиатский вид. По результатам сборов 2003 г. в оз. Тунайча *E. kygi* обитает на различных типах грунтов на глубинах от 0 до 15 м. Максимальные значения плотности поселения и биомассы наблюдались в ноябре (265 экз./м^2 , $16,897 \text{ г/м}^2$) на глубине от 0 до 2 м. Такие высокие показатели получены в основном за счет проб, отобранных на илистых с детритом грунтах (глубина 0,25 м), прочие типы грунтов на горизонте от 0 до 2 м (крупный песок, крупная галька со щебнем) характеризовались гораздо меньшими значениями плотности и биомассы. Сезонное изменение плотности поселения характеризуется пиком после размножения в летний период. Распределение этого вида по биотопам и глубинам и динамика его количественных показателей достаточно устойчивы по всей акватории озера, что объясняет сходство полученных в 2003 г. показателей с таковыми в 2002 г. (Роготнев, 2003). Максимальных размеров (29 мм) рачки достигают к весне. Образование новых генераций и отмирание крупных рачков происходили во все три рассматриваемых периода. Максимальные значения количественных показателей приходились на размерные группы 11–13 мм и 19–21 мм весной; летом отмечено три пика численности: для рачков размером 3–5 мм, 19–13 мм и 15–19 мм; осенью – два пика: 1–3 мм и 11–15 мм. Можно сделать вывод об одногодичной структуре популяции. Основное отличие данных 2003 г. от полученных на полигоне Большой Тунайчи в 2002 г. заключается в большем количестве отмеченных генераций (3–4 генерации в 2003 г. против 2–3 генераций в 2002 г.) и лучших показателей роста. Как уже от-

мечалось для других видов, главной причиной снижения репродуктивной активности бокоплавов в 2002 г. является холодная температура воды в течении всего вегетационного периода.

Lamprops korroensis Derzhavin, 1923 – широко распространенный тихоокеанский бореальный приазиатский пресноводно-соленоводный вид. На акватории Малой Тунайчи в 2003 г. *L. korroensis* обнаружен на различных типах грунтов на глубинах от 0 до 15 м. Максимальные значения плотности населения наблюдались в ноябре (44,44 экз./м²) на глубине от 2 до 5 м, а биомассы – в июле (0,094 г/м²) на горизонте от 0 до 2 м. В 2003 г. размеры особей были максимальными в июле. За летний период отрождается генерация рачков которая перезимовывает и, достигнув весной размеров 5–7 мм, отмирает. Жизненный цикл *Lamprops korroensis* в оз. Тунайча одногодичный.

В целом по ракообразным в 2002 г. наблюдалось снижение численности группы от 470–460 экз./м² в мае–июле до 210 экз./м² в ноябре; в динамике биомассы прослеживались падение от мая (12,9 г/м²) к июлю (4,8 г/м²) и дальнейшее увеличение к ноябрю (8,4 г/м²). Такая динамика показателей достаточно показательна для популяций с одногодичным циклом, когда к лету отмирают крупные особи прошлогодней генерации, а генерации этого года малочисленны из-за воздействия неблагоприятных условий среды. В теплом 2003 г., наоборот, в течение всего вегетационного периода отмечался рост численности и биомассы; перегиб в динамике биомассы, как и в 2002 г. объясняется элиминацией к июлю генераций предыдущего года и появлением генераций текущего года с незначительной индивидуальной биомассой.

Таким образом, для ракообразных, как и для двусторчатых моллюсков, основным фактором, регулирующим показатели обилия и генеративную структуру популяций, в оз. Тунайча выступает температура воды.

Исходя из вышесказанного можно предположить, что температура воды будет выступать регулирующим фактором в продукционных процессах для ракообразных. По данным В.И. Дулепова с соавторами (1981), на о-ве Кунашир наиболее высокой скоростью продукции обладают виды, обитающие в прогреваемых озерах, что связано с более теплым температурным режимом, чем на литорали моря или в горных и предгорных водотоках.

Опираясь на приведенные выше описания, получаем для *N. awatschensis* за период весна–осень 2003 г. продукцию 60451,71 кг, биомассу 34615,31 кг. Р/В было равно 1,75. В 2002 г. Р/В для *N. awatschensis* составило 0,98 (Роготнев, 2003). С осени 2002 г. по осень 2003 г. продукция исчислялась 76970,12, кг или 76,970 т. Продукция *G. ovatum* составила за год 206266,1 кг (206,266 т), за период весна–осень 2003 г. – 186738,4 кг и биомасса за тот же период – 49703,86 кг. Р/В для *G. ovatum* оз. Тунайча было равно 3,76. За аналогичный период 2002 г. Р/В – составило 0,23 (Роготнев, 2003). Для *E. kygi* за весну–осень 2003 г. продукция составила 213179,2 кг (213,179 т), а биомасса – 75644,54 кг. Р/В равно 2,82. В 2002 г. Р/В для *E. kygi* составило 1,41 (Роготнев, 2003). С осени 2002 г. по осень 2003 г. продукция составила 309734,8 кг (309,734 т). Продукция *Lamprops korroensis* составила за год 5017,277 кг (5,017 т), за вегетационный период 2003 г. – 2171,201 кг и биомасса – 1745,58 кг. Р/В было равно 3,76. Осредненный годовой Р/В-коэффициент для перечисленных видов составил 3,3. По этому показателю рассчитана годовая продукция ракообразных, которая составила 713,889 т при запасе 214,06 т.

Таким образом, увеличение температуры воды в оз. Тунайча в 2003 г. по сравнению с 2002 г. привело к возрастанию Р/В – коэффициента для холодноводных бореальных видов (*N. awatschensis*, *E. kygi*) в 1,8–2 раза, а для тепловодного субтропического низкоборельного вида *G. ovatum* – в 16 раз!

Тотальная биомасса всех остальных донных беспозвоночных была несколько меньше, чем для ракообразных, – 194,745 т. Не имея возможности достаточно точно рассчитать продукцию для этого комплекса видов, мы приняли ее равной биомассе (Р/В равно 1), тем более что значимость этих видов в осредненном сообществе невелика.

Суммарная биомасса макрозообентоса в оз. Тунайча равна 103450,877 т (средневзвешенная – 959,916 г/м²), а создаваемая им продукция немного больше таковой для корбикулы – 83342,292 т. Общая биомасса макробентоса (включая фитобентос и зообентос) по озери составляет 106963 т, а его годовая продукция, как минимум, – 121971 т.

Изменения в составе и структуре макрозообентоса, связанные с уменьшением солености воды

В литературе и архивных данных отсутствуют сведения о составе и структуре макробентоса оз. Тунайча до строительства моста, когда соленость его верхнего слоя составляла 6,1–6,2 ‰. Однако данные о переходном периоде (Иванков и др., 1999) позволяют уверенно судить о направленности изменений в составе и структуре донной биоты. В полной мере оценить изменения видового состава нельзя, что связано с недостаточной полнотой обработки материала, собранного в конце 80–х годов прошлого века. Например, описанные по сборам СахНИРО новые для науки виды *Psectrocladius zelentzovi* и *Melita nitidaformis* (Макарченко, 2003, Labay, 2003) вряд ли появились в озере после понижения солености, их отсутствие в списке видов связано именно с недостаточной полнотой обработки материалов. Тем не менее некоторые закономерности можно обнаружить. Достаточно обычный в сборах конца 80–х годов прошлого века вид бокоплавов *Eogammarus barbatus* в наших исследованиях достоверно был обнаружен лишь в протоке Красноармейская, где велико влияние приливных морских вод.

Таблица 5

Биомасса основных видов и групп макрозообентоса в 1989–1990 гг. и 2002–2003 гг.

Группа, вид	1989–1990 гг. (Иванков и др., 1999) (4,9–4,5 ‰)	2002–2003 гг., средневзвешенная (2,4–2,6 ‰)
Oligochaeta	0,8	0,049
Isopoda	0,03	0,294
Amphipoda	0,2	1,023
Mysidae	+	0,542
Chironomidae	0,2	0,72
Gastropoda	+	0,991
<i>Corbicula japonica</i>	241	953,726
<i>Potamocorbula amurensis</i>	19	2,02
<i>Macoma baltica</i>	31	0,376
Прочие	+	0,174
Всего	292,23	959,916

Более значимы изменения в структуре и количественных показателях макрозообентоса. В качестве сопровождающего материала представляем табл. 5. За прошедшее десятилетие при уменьшении солености произошла перестройка структуры макрозообентоса. Прежде всего отметим значительное увеличение общей биомассы донных беспозвоночных (более чем в 3 раза), связанное со значительным возрастанием биомассы доминирующего вида – корбикулы. Параллельно также росла биомасса видов и групп, связанных с олигогалинными и пресными

водами: ракообразных, хирономид и брюхоногих моллюсков (в 3–10 раз). В то же время типично солоноватоводные виды – *Potamocorbula amurensis* и *Macoma baltica* – характеризуются значительным падением биомассы (в 9–80 раз) и находятся на грани исчезновения из состава донной биоты.

Анализируя изменение солености воды в озере, отметим, что быстрое падение солености, имевшее место еще в конце 80–х годов. прошлого столетия (0,5 ‰ за год), прекратилось, и за время исследований СахНИРО с 2001 по 2004 г. соленость поверхностного активного слоя не менялась, составляя 2,2–2,6 ‰. Следовательно, описанная нами структура донных сообществ является устоявшейся и, видимо, будет таковой и в ближайшем будущем. Из прогнозируемых изменений возможно полное исчезновение солоноватоводных видов *Potamocorbula amurensis* и *Macoma baltica* на акватории основной части озера, хотя в протоке в зоне смешения морских и пресных вод какая-то часть их популяции сохранится.

Заключение

Среди 20 видов макрофитобентоса, обнаруженных на акватории оз. Тунайча, наибольшее значение имели *Cladophora* spp., *Polysiphonia japonica*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. berchtoldii*, *P. richardsonii* и *P. perfoliatus*. Вертикальное и пространственное распространение макрофитов ограничено изобатой 6–9 м. В среднем по акватории средняя биомасса макрофитов составляет 102 г/м², осредненный максимум отмечен на глубине 1–3 м – 243 г/м². В озере среди макрофитов доминирует кладофора, ее доля от средней фитомассы 41 %. Кладофора же является фоновым видом макрофитов озера, встречаясь во всем диапазоне глубин фотического слоя. Запас биомассы макрофитов составляет 3512 т, а годовая продукция – 38629 т.

Основным фактором, влияющим на смену сообществ макрозообентоса, является волновая динамика: господствующее во всем диапазоне глубин сообщество *Corbicula japonica* в прибойном мелководье сменяется сообществами с преобладанием бентонектических ракообразных. Нижней границей сообщества *Corbicula japonica* является слой скачка (около 15 м), где, помимо резкого возрастания солености и изменения температуры воды, наблюдаются значительное падение концентрации растворенного кислорода и уменьшение рН соответствующие повышению концентрации растворенного сероводорода.

Характер изменчивости количественных показателей и показателей сукцессии (АВС-метод) и видового разнообразия (индекс Шеннона-Уивера) позволяют выделить три центра обилия – прибойная полоса глубины 2–3 м (полоса макрофитов) и интервал изобат, приходящийся на максимальную глубину распространения промывных песчаных грунтов.

Количественные показатели осредненного сообщества макрозообентоса и его устойчивости наиболее велики в весенний и осенний периоды, когда сообщество наиболее близко к зимней формации. Летняя формация сообщества также характеризуется расщеплением гидробионтов (преимущественно корбикулы) из центров обилия на сопредельные глубины.

Различия в количественных показателях макрозообентоса на полигонах Большой и Малой Тунайчи определяются следующими факторами:

- 1) кормовой фактор (определяет различия в величине биомассы по акваториям для корбикулы);
- 2) максимальная глубина залегания промывных песчаных грунтов (определяет различия в вертикальном распределении показателей обилия корбикулы и, следовательно, всего макробентоса в целом);
- 3) температурный режим озера (определяет различия в динамике количественных показателей, генеративной структуре популяций и продукционных показателях основных компонентов макрозообентоса по годам).

Суммарная биомасса макрозообентоса в оз. Тунайча равна 103450,877 т, а создаваемая им продукция – 83342,292 т. Основу биомассы и продукции макрозообентоса озера создает корбикула.

Общая биомасса макробентоса (включая фитобентос и зообентос) по озеру составляет 106963 т, а его годовая продукция – 121971 т.

Уменьшение солености воды в озере привело к общему увеличению биомассы, связанному, в первую очередь, с ростом биомассы корбикулы, при параллельном снижении показателей обилия солоноватоводных видов.

Литература

- Алабастр Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. 344 с.
- Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 151 с.

- Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
- Водоёмы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука: Сиб. предприятие РАН, 1999. 285 с.
- Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Труды Азовско-Черноморского НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии. 1949. Вып. 13. С. 1–193.
- Дулепов В.И., Дулепова Е. П., Пойс В.О. Биология и продукция ракообразных Курильских островов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 70–76.
- Дюран Б., Одел П. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
- Иванков В.Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В. и др. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. 260 с.
- Лабай В.С., Заварзин Д.С., Мотылькова И.В., Коновалова Н.В. Корбикула *Corbicula japonica* (Bivalvia) озера Тунайча: условия обитания, некоторые аспекты морфологии и биологии вида // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 143–152.
- Лабай В.С., Рогознев М.Г., Шпилько Т.С. Вертикальное распределение и сезонная динамика макрозообентоса на полигоне озера Тунайча (южный Сахалин) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2004. Вып. 7. С. 111–121.
- Лебедева Н.В., Криволицкий Д.А. и др. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и методического центра, 2002. 432 с.
- Леванидов В.Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток, 1976. С. 104–122.
- Макарченко Е.А. Новый вид *Psectrocladius* Kieffer (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae) с юга российского Дальнего Востока // Евразийский энтомологический журнал. 2003. Т. 2, № 1. С. 61–66.
- Микишин Ю.А., Рыбаков В.Ф., Бровко П.Ф. Южный Сахалин. Озеро Тунайча // История озер Севера Азии (Серия: История озер). СПб.: Наука, 1995. С. 112–120.
- Николаев И.И. Очерк структуры и формирования лимнологического цикла водоемов умеренной зоны // Озера Карельского перешейка. Л.: Наука, 1971. С. 5–33.
- Палий В.Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. журнал. 1961. Т. 40, вып. 1. С. 3–6.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
- Рогознев М.Г. Сезонная динамика биомассы и численности массовых видов высших раков (Crustacea: Malacostraca) озера Тунайча и их продукция // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. Сахалин. научн.-иссл. инст. рыбн. хоз-ва и океанографии. Ю.-Сахалинск: СахНИРО, 2003. Т. 6. С. 280–292.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
- Саматов, А.Д., Лабай В.С., Мотылькова И.В., Могильникова Т.А. и др. Краткая характеристика водной биоты оз. Тунайча (Южный Сахалин) в летний период // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов Сахалино-Курильского региона и сопредельных акваторий: Тр. Сахалин. научн.-иссл. инст. рыбн. хоз-ва и океанографии. Ю.-Сахалинск.: СахНИРО, 2002. Т. 4. С. 258–269.
- Сахалинская область: географический очерк. Приложение к «Атласу Сахалинской области. Ресурсы и экономика». Ю.-Сахалинск, 1994. 234 с.
- Соловов В.П. Принципы выделения биологических сезонов года в водоемах умеренной зоны // V съезд гидробиол. о-ва: Тез. докл. Тольятти, 1986. Т. 2. С. 152–153.
- Шорыгин А.А. Питание, избирательная способность и пищевые взаимоотношения некоторых Gobiidae Каспийского моря // Зоологический журнал. 1939. Т. 18, вып. 1. С. 27–51.
- Эллиотт Дж.М., Дрейк С.М., Тулетт П.А. Выбор пробоотборника для бентосных макробеспозвоночных в глубоких реках // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Труды II советско-английского семинара. Л.: Гидрометиздат, 1981. С. 230–245.
- Явнов С.В., Раков П.В. Корбикула. Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. 145 с.
- Labay V.S. A new species of *Melita* Leach (Amphipoda: Melitidae) from oligosaline waters of Russian Far East / Zootaxa. 2003. 356. P. 1–8.
- Petersen C.G.J. 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. 1918. N 25. P. 1–62.

Приложение

Список видов растений и животных макробентоса оз. Тунайча

№ п/п	Таксон	Большая Тунайча	Малая Тунайча	Протока Красноармейская
	PROKARYOTA			
	Domynion EUBACTERIA			
	Kingdom CYANOBIONTES			
	Phylum NOSTOCOPHYLES (= Cyanophyta)			
	Classis CHROOCOCCOPHYCEAE			
	Ordo Chroococcales			
	Fam. Microcystidae			
1	<i>Aphanothece stagnina</i> (Spreng.) em. B.-Peters et Geitl	+		
	Classis HORMOGONIOPHYCEAE			
	Ordo Nostocales			
	Fam. Rivulariaceae			
2	<i>Gloeotrichia pisum</i> (Ag.) Thur	+		
3	<i>Gloeotrichia intermedia</i> (Lemm.) Geitl.	+		
	EUKARYOTA			
	Kingdom RHODOBIONTA			
	Phylum RHODOPHYCOTA			
	Classis FLORIDEOPHYCEAE			
	Ordo Ceramiales			
	Fam. Rhodomelaceae			
4	<i>Polysiphonia japonica</i> Harv., 1856	+	+	+
	Kingdom CHLOROBIONTA			
	Phylum CHLOROPHYCOTA			
	Classis SIPHONOPHYCEAE			
	Ordo Siphonocladales			
	Fam. Cladophoraceae			
5	<i>Cladophora glomerata</i> (L.)	+	+	+
6	<i>Cladophora speciosa</i> Sakai, 1964	+	+	+
7	<i>Chaetomorpha linum</i> (Muell.) Kuetz., 1845	+		
	Classis CHLOROPHYCEAE			
	Ordo Ulotrichales			
	Fam. Ulotrichaceae			
8	<i>Ulotrix implexa</i> (Kuetz.) Kuetz., 1849	+	+	
	Ordo Ulvales			
	Fam. Ulvaceae			
9	<i>Enteromorpha ahlnieriana</i> Blid., 1944			+
10	<i>Enteromorpha linza</i> (L.) J. Ag., 1882–1883			+
11	<i>Enteromorpha prolifera</i> (O. F. Muller) J. Ag., 1882–1883		+	+
12	<i>Enteromorpha prolifera f. prolifera</i> (O. F. Muller) J. Ag., 1882–1883		+	+
	Classis CONJUGATAE			
	Ordo Zygnematales			
	Fam. Zygnemataceae			
13	<i>Spirogyra</i> sp.		+	
	Classis MONOCOTYLEDONES			
	Ordo Najadales			
	Fam. Ruppiaceae			
14	<i>Ruppia spiralis</i> L.	+	+	
	Fam. Araceae			
15	<i>Calla palustris</i> L.		+	
	Fam. Ceratophylaceae			
16	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+
	Fam. Cyperaceae			
17	<i>Eleocharis intersita</i> Zinserl	+	+	+

Продолжение приложения

№ п/п	Таксон	Большая Тунайча	Малая Тунайча	Протока Красноармейская
18	<i>Eleocharis kamschatica</i> C. A. Mey. = <i>E. sachalinensis</i> (Meinsh)			+
19	<i>Scirpus tabernoemontani</i> c.c. Gmel. Fam. Haloragaceae	+	+	+
20	<i>Myriophyllum spicatum</i> L., 1753 Fam. Potamogetonaceae	+	+	+
21	<i>Potamogeton bercholdii</i> Fieb. L	+	+	+
22	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	+	+	+
23	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L	+	+	+
24	<i>Potamogeton richardsonii</i> (A. Ben) Rydl. Fam. Zosteraceae	+	+	+
25	<i>Zostera nana</i> Roth (<i>Z. japonica</i> Aschers et Graebn)	+	+	+
	Kingdom METAZOA			
	Phylum CNIDARIA			
	Classis HYDROZOA			
	Ordo Hydrida			
	Fam. Hydridae			
26	<i>Hydra</i> indet.	+	+	+
	Phylum PLATHELMINTES			
	Classis TURBELLARIA			
27	Turbellaria indet.	+	+	+
	Phylum NEMATHELMINTES			
	Classis NEMATODA			
28	Nematoda indet.	+		
	Phylum ANNELIDA			
	Classis POLYCHAETA			
	Ordo Phyllococida			
	Fam. Nereidae			
29	<i>Hediste japonica</i> (Izuka, 1908)		+	+
	Classis OLIGOCHAETA			
30	Oligochaeta indet. Ordo Naidomorpha Fam. Naididae	+	+	+
31	<i>Paranais litoralis</i> (Muller, 1784)	+		
32	<i>Nais barbata</i> O. F. Muller, 1773 Fam. Tubificidae	+	+	
33	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> f. <i>typica</i> (Claparede, 1862)	+	+	
34	<i>Rhiacodrilus</i> sp.	+	+	
35	<i>Tubifex tubifex</i> (O. F. Muller, 1773)	+	+	
36	<i>Spirosperma velitinus</i> (Grube, 1879) Fam. Enchytraeidae	+	+	
37	<i>Enchytraeus abbidus</i> Henle, 1837 Classis HIRUDINEA Fam. Piscicolidae	+		
38	<i>Piscicola geometra</i> (L., 1761) Phylum MOLLUSCA Classis GASTROPODA Ordo Littoriniformes Fam. Assimeneidae	+	+	+
39	<i>Assiminea lutea</i> (A. Adams, 1861) Ordo Rissoiformes Fam. Iravadiidae	+	+	+
40	<i>Fluviocingula golicovi</i> Starobogatov, Sitnikova et Zatravkin, 1989 Ordo Limnaeiformes Fam. Lymnaeidae	+	+	+

Продолжение приложения

№ п/п	Таксон	Большая Тунайча	Малая Тунайча	Протока Красноармейская
41	<i>Limnaea</i> sp. Classis BIVALVIA Ordo Cardiida Fam. Corbiculidae	+	+	+
42	<i>Corbicula japonica</i> Prime, 1864 Fam. Tellinidae	+	+	+
43	<i>Macoma balthica</i> (Linnaeus, 1758) Fam. Aloididae	+		+
44	<i>Potamocorbula amurensis</i> (Schrenck, 1867) Phylum ARTHROPODA Subphylum CRUSTACEA Classis MALACOSTRACA Ordo Mysidacea Fam. Mysidae	+	+	
45	<i>Neomysis awatschensis</i> (Brandt, 1851) Ordo Cumacea Fam. Lampropidae	+	+	+
46	<i>Lamprops korroensis</i> Derzhavin, 1923 Ordo Amphipoda Subordo Gammaridea Fam. Corophiidae – Ischyroceridae	+	+	+
47	<i>Kamaka kuthae</i> Derzhavin, 1923 Fam. Anisogammaridae	+	+	+
48	<i>Eogammarus kygi</i> (Derzhavin, 1923)	+	+	+
49	<i>Eogammarus barbatus</i> (Tzvetkova, 1965) Fam. Melitidae	?	?	+
50	<i>Melita nitidaformis</i> Labay, 2003 Fam. Talitridae	+	+	+
51	<i>Traskorchestia ochotensis</i> (Brandt, 1851) Ordo Isopoda Subordo Flabellifera Fam. Spaeromatidae	+	+	+
52	<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i> (Gurjanova, 1933) Ordo Decapoda Fam. Palaemonidae	+	+	+
53	<i>Palaemon paucidens</i> (de Haan, 1841) Fam. Crangonidae	+	+	+
54	<i>Crangon septemspinosa</i> Say, 1818 Fam. Grapsidae			+
55	<i>Eriocheir japonica</i> de Haan, 1850 Subphylum CHELICERATA Ordo Acariformes		+	+
56	Oribatida indet. Subphylum INSECTA Classis ENTOGNATHA Ordo Collembola	+	+	+
57	Collembola indet. Fam. Poduridae	+		
58	<i>Podura aguatica</i> L., 1758 Classis ECTOGNATHA Ordo Coleoptera		+	
59	Coleoptera indet. (личинка) Fam. Chrysomalidae	+		
60	<i>Plateumaris discolor</i> (Panzer, 1795) (личинка)	+		

Окончание приложения

№ п/п	Таксон	Большая Тунайча	Малая Тунайча	Протока Красноармейская
	Ordo Trichoptera			
	Fam. Ecnomidae			
61	<i>Ecnomus</i> sp. (личинка)		+	
	Fam. Molannidae			
62	<i>Molanna submarginalis</i> MacLachlan, 1872 (личинка)	+		
	Fam. Limnephilidae			
63	<i>Ecclisomyia kamtshatica</i> Martynov, 1914 (личинка)		+	
	Fam. Hydroptilidae			
64	<i>Hydroptila ito</i> (личинка)	+	+	+
	<i>Hydroptila ito</i> (куколка)	+	+	+
	Ordo Diptera			
	Fam. Tabanidae			
65	<i>Chrysops (Chrysops) suavis</i> Loew, 1858 (личинка)	+		
	Fam. Chironomidae			
66	<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>lentigenosa</i> (личинка)		+	
67	<i>Corynoneura</i> gr. <i>scutellata</i> (личинка)	+	+	
68	<i>Cricotopus</i> gr. <i>tremulus</i> (личинка)	+	+	+
	<i>Cricotopus</i> gr. <i>tremulus</i> (куколка)	+	+	+
69	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> (личинка)	+	+	+
	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> (куколка)	+	+	+
70	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>viridulus</i> (личинка)		+	
71	<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>modestus</i> (личинка)	+		
72	<i>Endochironomus</i> sp. (личинка)	+	+	+
73	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> (Kieffer, 1913) (личинка)	+	+	+
	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> (Kieffer, 1913) (куколка)	+	+	+
74	<i>Paratanytarsus</i> sp. (личинка)	+		
75	<i>Polypedilum ? pedestre</i> (личинка)	+	+	+
	<i>Polypedilum ? pedestre</i> (куколка)	+	+	+
76	<i>Procladius</i> sp. (личинка)	+		
77	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> (Makarchenko, 2003) (личинка)	+	+	+
	<i>Psectrocladius zelentzovi</i> (Makarchenko, 2003) (куколка)	+	+	+
78	<i>Stictochironomus</i> sp. (личинка)	+		
79	<i>Tanytarsini</i> (личинка)	+		
80	<i>Tanytarsus</i> sp. (личинка)	+	+	+
	<i>Tanytarsus</i> sp. (куколка)	+	+	+
	Fam. Dixidae			
81	<i>Dixa</i> sp. (личинка)		+	
	Fam. Limoniidae			
82	Limoniidae indet. (личинка)		+	
	Fam. Muscidae			
83	Muscidae indet. (личинка)		+	
	Fam. Psychodidae			
84	Psychodidae indet. (личинка)		+	
	Psychodidae indet. (куколка)		+	
	Fam. Sepsidae			
85	Sepsidae indet. (личинка)		+	
	Sepsidae indet. (куколка)		+	
	Phylum TENTACULATA			
	Classis FLUSTRATA			
	Ordo PALUDICELLIFORMES			
	Fam. Plumatellidae			
86	<i>Plumatella</i> sp. (на <i>Potamogeton pectinatus</i>)	+	+	