

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА ПОЙМЕННОГО ОЗЕРА
Р. ЛЮТОГА (ЮЖНЫЙ САХАЛИН)**

В.С. Лабай

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

По результатам бентосной съемки в пойменном озере р. Лютога (южный Сахалин) в 2011–2012 гг. описаны состав, структура и сезонная динамика количественных показателей макрозообентоса.

**SEASONAL DYNAMICS OF MACROZOOBENTHIC OF LJUTOGA FLOODPLAIN
LAKE (SOUTHERN SAKHALIN)**

V.S. Labay

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

Using benthic survey data collected in the Ljutoga River floodplain lake (southern Sakhalin) in 2011–2012, composition, structure and seasonal dynamics of macrozoobenthos quantitative parameters have been described.

ВВЕДЕНИЕ

На территории о. Сахалин насчитывается 16120 озер общей площадью 1004 км². Подавляющее их большинство имеет площадь зеркала менее 0,4 км². К таковым относятся почти все пойменные озера. Пойменные озера (старицы) приурочены к аллювиальным равнинам, постоянно или временно проточны. Например, в бассейне р. Тьма – 406 озер, в бассейне р. Поронай – 1395 озер. Пойменные озера пресны, богаты водной растительностью, быстро заиливаются и превращаются в болота (Онищенко, 1987; Сахалинская область, 1994). Важной особенностью внутренних водоемов о. Сахалин является выраженная сезонность гидрологических и биологических процессов.

Пойменные водоемы о. Сахалин в настоящее время изучены еще слабо.

Цель данной работы – описание состава, структуры, распределения и сезонной динамики макрозообентоса пойменного озера р. Лютога по результатам исследований СахНИРО в 2011–2012 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Исследования проводились на пойменном озере р. Лютога близ с. Воскресеновка (Анивский район) с апреля 2011 г. по март 2012 г. (рис. 1). Пробы отбирались один раз в месяц на протяжении всего периода мониторинга.

Пробы бентоса в профундали отбирались малой моделью дночерпателя Ван-Вина (0,025 м²) с борта лодки (в теплый период года) или с поверхности льда (зимой). За одну съемку случайным порядком отбиралось 8 проб бентоса в профундали. На литорали про-

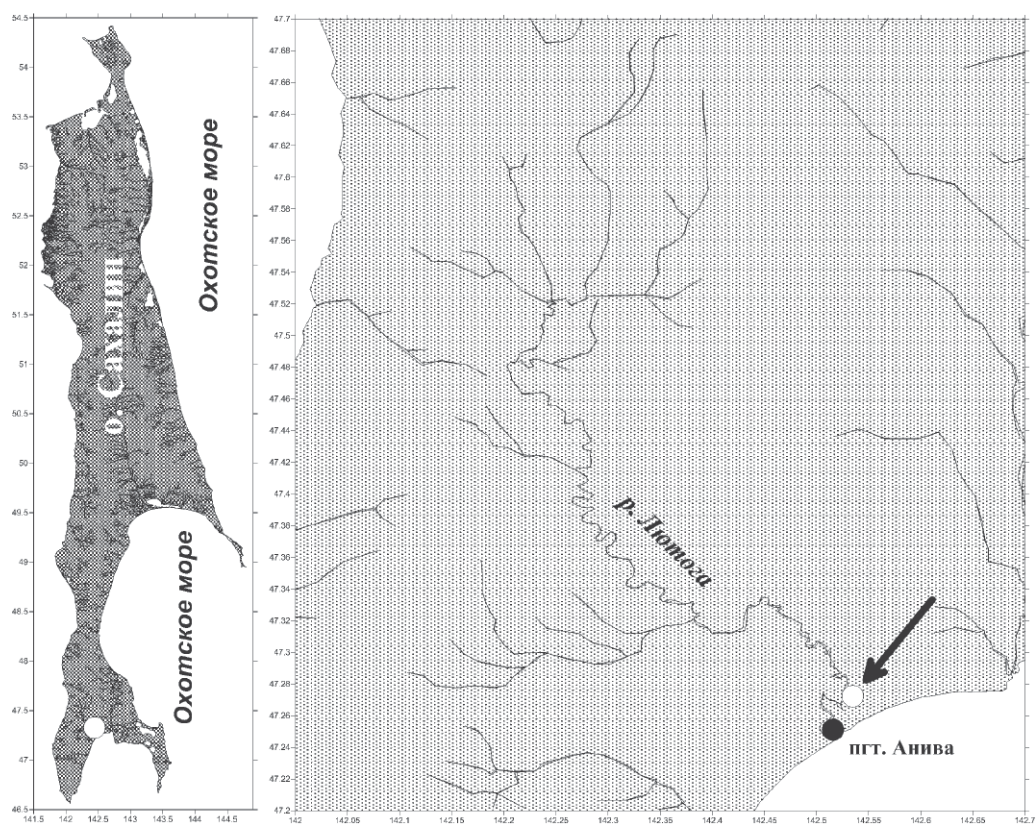


Рис. 1. Карта-схема района исследований в 2011–2012 гг.

бы бентоса отбирались бентометром Леванидова ($0,16 \text{ м}^2$) – 8 проб за однократную съемку. На литорали пробы отбирались только в безледный период – с апреля по ноябрь. Всего было отобрано и обработано 160 проб бентоса.

Извлеченные и определенные организмы пересчитывали, затем обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения влажного пятна и взвешивали на электронных весах ER – 120A с точностью до десятых долей миллиграмма. В последующем количественные данные пересчитывали на кубический метр.

Для оценки структурных изменений в донных сообществах применён АВС-метод в математическом выражении (Лебедева и др., 2002). Для оценки видового разнообразия донных сообществ использовался индекс видового разнообразия Шеннона–Уивера (Лебедева и др., 2002).

Применяемые сокращения: S – количество видов, N – плотность, B – биомасса, частота встречаемости – ЧВ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Река Лютюга в административном отношении протекает по Холмскому и Анивскому районам Сахалинской области. Берёт начало от слияния нескольких мелких рек на западном склоне Мицульского хребта в системе Западно-Сахалинских гор. Общее направление течения – с севера на юг. Протекает по широкой равнине. Впадает в зал. Анива Охотского моря. В устье находится г. Анива (районный центр, население – около 8,1 тыс. жителей), который до 1905 г. носил название реки.

Длина реки – 130 км, площадь бассейна – 1530 км^2 . Питание смешанное, с преобладанием снегового. Средний уклон – 0,37 %. Среднегодовой расход воды (в районе

с. Огоньки) – 31,7 м³/с, средний годовой объём стока – 1,0 км³. Ширина в устье достигает 145 м. Самый высокий уровень наблюдается в третьей декаде апреля, низший – во второй декаде сентября. Лёд устанавливается обычно в первой декаде декабря; весенний ледоход начинается во второй декаде апреля (Ресурсы..., 1963).

Безымянное пойменное озеро расположено в нижней равнинной части реки на окраине с. Воскресеновка, имеет подковообразную форму и соединено с основным руслом узкой мелкой протокой. У полого берега на глубине до 0,5 м выражен пояс ригидной растительности, представленный хвощом, который в период летней межени расположен выше уровня воды, грунт дна представлен дерновинной. На открытой акватории озера на изобате до 2,5 м макрофиты отсутствуют, дно выстлано серым илом.

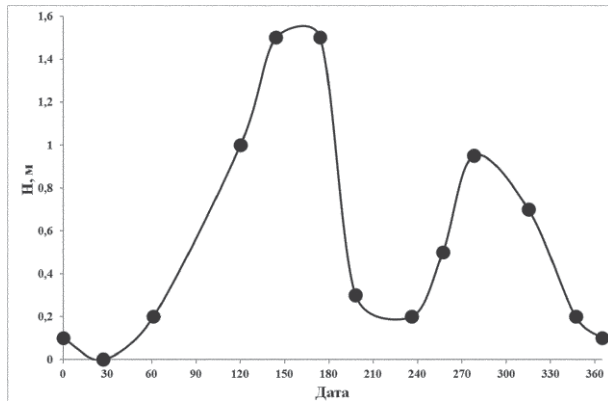


Рис. 2. Годовая динамика уровня воды (H, м) в пойменном озере р. Лютога в 2011–2012 гг.

в первой половине августа). Весенний максимум, связанный с половодьем, наблюдается в мае и июне (1,5 м), а осенний (0,95 м) – в октябре.

Становление льда начинается в ноябре. Толщина льда в зимний период изменяется от 30–35 см в декабре до 50–60 см в январе и до 80–100 см в начале марта.

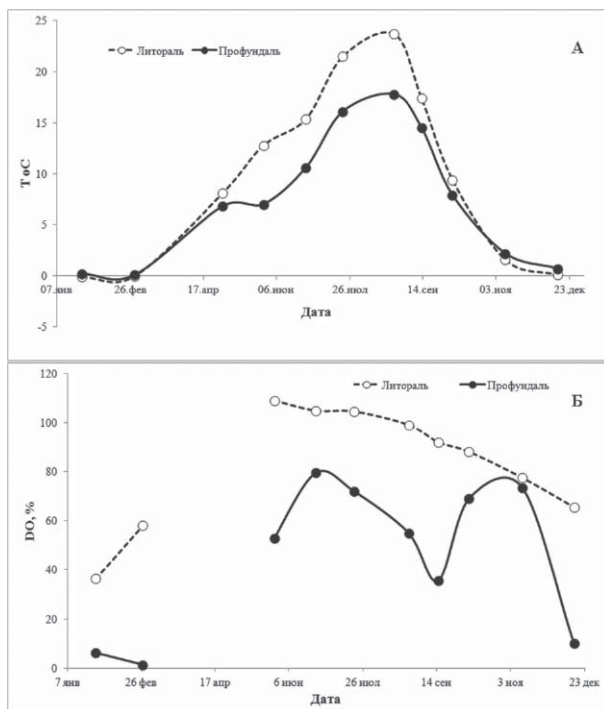


Рис. 3. Годовая динамика температуры воды (А: T °С) и концентрации растворенного кислорода (Б: DO, %) в пойменном озере р. Лютога в 2011–2012 гг.

Озеро характеризуется значительными (до 1,6 м) сезонными изменениями уровня (рис. 2). Межень отмечается зимой (минимум в январе) и (наименьшее значение

в январе) и (наименьшее значение

в январе) и (наименьшее значение

Озеро отличается градиентом температуры воды и концентрации растворенного кислорода от поверхности к дну (рис. 3). В теплый период года поверхностный слой воды прогреет более нижнего; в холодный – наоборот. Нижний слой в течение всего периода наблюдений характеризовался дефицитом кислорода, более выраженным в холодный период года.

Пойменное озеро р. Лютога характеризуется одномодальной кривой динамики численности и биомассы ихтиофауны в течение вегетативного сезона. Период высокой численности ихтиофауны начинается в апреле, когда после схода льда в озеро устремляются рыбы из основного русла р. Лютога. В этом месяце основу плотности рыб формирует колюшка *Pungitius sinensis*. В мае численность рыб в озере продолжает возрастать за счет миграции в озеро сахалин-

ской красноперки и дальневосточного бычка. Пик численности в июне обусловлен массовым появлением японской малоротой корюшки при снижении обилия прочих видов рыб. В июле, когда японская малоротая корюшка скатывается из озера, численность резко снижается и ее основу формирует сахалинская красноперка. Аналогичная ситуация прослеживается и в августе. С началом осени численность рыб в старице резко снижается и остается низкой на протяжении всей осени (Видовой..., 2013).

Несмотря на высокую численность ихтиофауны в весенние месяцы, биомасса рыб в озере в этот период невысока, что связано с первоначальным заселением водоема мелкими рыбами. Летом в озеро заходят крупные представители ихтиофауны, в первую очередь сахалинская красноперка и карась, которые формируют летний пик показателя с максимумом в июле. В августе значимую роль в формировании общей биомассы играет также крупночешуйная красноперка. С началом осени биомасса рыб в старице резко снижается и остается низкой на протяжении всей осени (Видовой..., 2013).

В пробах бентоса было встречено 26 видов и форм донных организмов. Основу видового состава формировали водные стадии развития двукрылых насекомых (18 видов и форм). Прочие группы были представлены небольшим (1–2) количеством видов. Вероятно, общее разнообразие видов макробентоса в пойменном озере было выше, что связано с отсутствием видовой идентификации малощетинковых червей.

Обязательным элементом профундали пойменного озера являются крупные двустворчатые моллюски *Kunashiria haconensis* (Ihering, 1893). Однако, из-за разреженности скоплений вида, по данным дночерпательной съемки он учитывался плохо. По данным неводных уловов в июле средняя плотность данного вида в профундали составляла 0,04 экз./м² при удельной биомассе 4,218 г/м². Так как данный вид относится к многолетним, без резких колебаний биомассы в течение года (выловленные нами крупные экземпляры имели возраст 6–10 лет), то полученные осредненные показатели обилия можно принять за среднегодовые. Дальнейшее описание проведено без учета крупных двустворчатых моллюсков.

Сезонная динамика показателей обилия макрозообентоса в пойменном озере отражена в таблице. Плотность макрозообентоса на литорали и в профундали изменялась асинхронно. На литорали периоды повышенной плотности были обусловлены массовым развитием двукрылых – преимущественно личинок хирономид – в конце лета (август и сентябрь) и в переходный осенне–зимний период (ноябрь). Периоды повышенной плотности приходятся на летнюю и постосеннюю межень и, видимо, связаны не столько с собственными изменениями литорального сообщества, сколько с периодами опускания уровня воды, когда собственное сообщество профундали на время совмещалось с литоральным.

В профундали наблюдается более закономерная картина – периоды повышения плотности обусловлены динамикой развития нескольких ключевых видов: личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*, *Glyptotendipes* var. и малощетинковых червей. Всего выделяется три периода повышенной плотности: весенний (обусловлен массовым развитием как личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*, *Glyptotendipes* var., так и малощетинковых червей), в конце лета (сентябрь, обусловлен массовым развитием личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*, *Glyptotendipes* var.) и в начале зимы (когда вновь массово развиваются малощетинковые черви и личинки хирономид *Chironomus gr. plumosus*). Таким образом, малощетинковые черви характеризуются массовым развитием в переходные периоды – весной и в конце осени – начале зимы.

На литорали повышенная биомасса отмечалась весной, когда ее основу формировали мигрирующие ракообразные – пресноводные креветки – и во второй половине лета, когда основной вклад в общую биомассу характеризовал личинок хирономид. Весной и осенью на р. Лютога отмечается паводковая ситуация, и ракообразные мигрируют в пойменное озеро, избегая паводкового сноса. Таким образом, пойменные озера играют важную роль в сохранении реофильной фауны во время катастрофических паводков.

Таблица

Показатели обилия макробентоса в пойменном озере р. Лютога в 2011–2012 гг

Месяц	S	N, экз./м ²	B, г/м ²	B, %					Доминанты	В доминант, %
				Oligochaeta	Mysidae	Decapoda	Diptera	Прочие		
Литораль										
IV	9	138±16	1,196±0,278	5,9	1,1	89,0	4,0	–	<i>Palaeon paucidens</i>	89,0
V	14	506±75	6,129±0,967	4,9	3,0	90,1	1,0	1,0	<i>P. paucidens</i>	90,1
VI	9	90±18	3,530±0,880	2,0	–	96,2	1,8	–	<i>P. paucidens</i>	96,2
VII	9	759±80	1,584±0,210	1,5	–	36,8	61,7	–	<i>Chironomus gr. plumosus, Glyptotendipes gr. gripekoveni, G. barbipes</i>	58,8
VIII	11	5688±613	3,942±0,429	10,6	15,0	–	74,3	0,1	<i>Ch. gr. plumosus, G. gr. gripekoveni, Oligochaeta</i>	79,3
IX	11	5311±553	3,708±0,422	8,0	0,7	41,5	49,8	–	<i>G. gr. gripekoveni, G. barbipes, P. paucidens</i>	86,2
X	6	457±72	0,687±0,095	1	64,6	–	34,6	–	<i>Neomysis awatschensis, G. barbipes</i>	87,1
XI	12	1595±178	0,857±0,097	29,7	–	–	70,3	0,01	<i>Oligochaeta, G. gr. gripekoveni, G. barbipes, Polypedilum cuiltellatum</i>	87,1
Профундаль										
I	6	2885±277	14,737±1,401	5,4	–	–	94,6	–	<i>Chironomus gr. plumosus</i>	88,9
II–III	6	2185±210	9,991±0,970	4,0	–	–	96,0	–	<i>Ch. gr. plumosus</i>	91,9
IV	6	5670±670	18,637±2,271	17,5	–	–	82,5	–	<i>Ch. gr. plumosus, Oligochaeta</i>	94,8
V	7	7840±954	13,351±1,342	17,6	–	–	82,4	–	<i>Ch. gr. plumosus, Oligochaeta, Glyptotendipes barbipes</i>	98,5
VI	6	1625±165	8,529±0,864	6,2	–	–	93,8	–	<i>Ch. gr. plumosus</i>	85,1
VII	5	975±109	3,855±0,430	14,0	–	–	86,0	–	<i>Ch. gr. plumosus, Oligochaeta</i>	87,4
VIII	5	1805±175	7,423±0,750	0,9	–	–	99,1	–	<i>Ch. gr. plumosus</i>	97,6
IX	6	4180±397	18,953±1,783	3,7	–	–	96,3	–	<i>Ch. gr. plumosus</i>	92,3
X	7	2520±238	11,985±1,152	2,1	–	–	97,9	–	<i>Ch. gr. plumosus</i>	93,4
XI	9	5835±582	12,291±1,204	21,4	–	–	78,6	–	<i>Ch. gr. plumosus, Oligochaeta</i>	93,4
XII	6	5635±590	19,884±1,951	25,1	–	–	74,9	–	<i>Ch. gr. plumosus, Oligochaeta</i>	92,3

В профундали наблюдается три периода повышения биомассы: весенний (обусловлен массовым развитием как личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*, так и малощетинковых червей), в конце лета (сентябрь, обусловлен массовым развитием личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*) и в начале зимы (когда вновь массово развиваются малощетинковые черви и личинки хирономид *Chironomus gr. plumosus*).

Периоды, которым соответствуют низкие показатели обилия макрозообентоса, не обязательно означают смену формаций. Существование устойчивого, четко структурированного донного сообщества возможно и при низких количественных характеристиках. Четко разделять существующие формации помогает применение структурных индексов: индекса видового обилия и АВС-показателя. В идеале, в период смены формаций донное сообщество должно характеризоваться низким значением АВС-показателя и высоким значением индекса видового обилия. В период устойчивого существования какой-либо формации, наоборот, АВС-показатель должен быть максимален, а индекс видового обилия – минимален.

Периоды устойчивого существования временных формаций и периоды их смены несколько сдвинуты по отношению к максимумам и минимумам показателей обилия (рис. 4).

На литорали, несмотря на рост биомассы макрозообентоса летом, этот период четко идентифицируется как переходный. В это время минимум АВС-показателя соответствует максимуму индекса видового обилия. Данное явление, скорее всего, обусловлено не сезонными изменениями литорального сообщества, а летней меженью, когда из-за падения уровня воды краевая зона профундального сообщества совмещается с литоралью. Следовательно, налицо проявление «краевого» эффекта. Смены формаций в конце осени и в начале весны свидетельствуют о начале и конце зимнего периода, когда зона литорали находится под «эрозионным» абиотическим влиянием ледового покрова. Периоды устойчивого существования собственно литорального сообщества приходятся на весну и осень, когда на литорали преобладают вагильные ракообразные – пресноводные креветки и мизиды. В эти периоды литоральное сообщество пойменного озера сходно с таковыми крупных озер о. Сахалин (Лабай, Роготнев, 2005; Планктон ..., 2010).

В профундали временные формации сменяются в ином режиме. Переходные периоды характеризуют конец весны (май), середину лета (июль) и осень (октябрь, ноябрь). Следовательно, можно выделить три временные формации: зимне-весеннюю (с декабря по апрель, включительно), первую летнюю (июнь) и вторую летнюю (август – сентябрь). В зимне-весеннюю фазу доминантой донного сообщества профундали являются личинки хирономид *Chironomus gr. plumosus*, а в начале и в конце этой фазы – также и малощетинковые черви. В первую и вторую летние фазы – исключительно личинки хирономид *Chironomus gr. plumosus*.

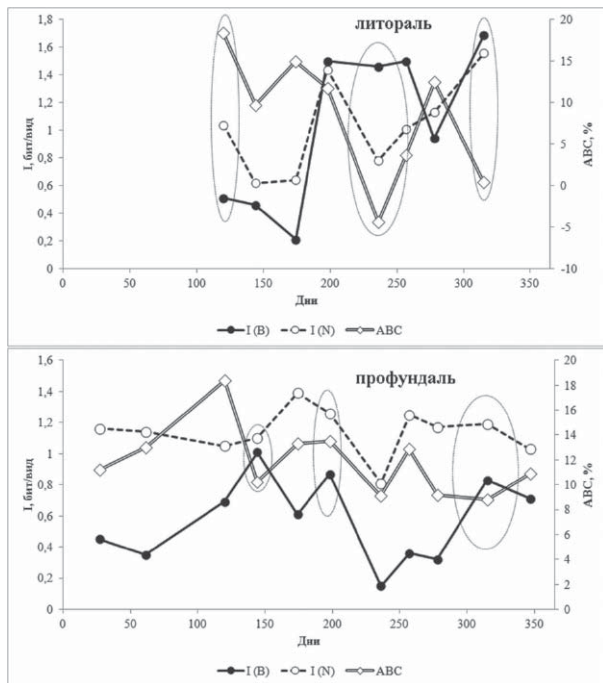


Рис. 4. Сезонная динамика структурных индексов макрозообентоса пойменного озера: индекс видового обилия (I, бит/вид), АВС-показатель (АВС, %)

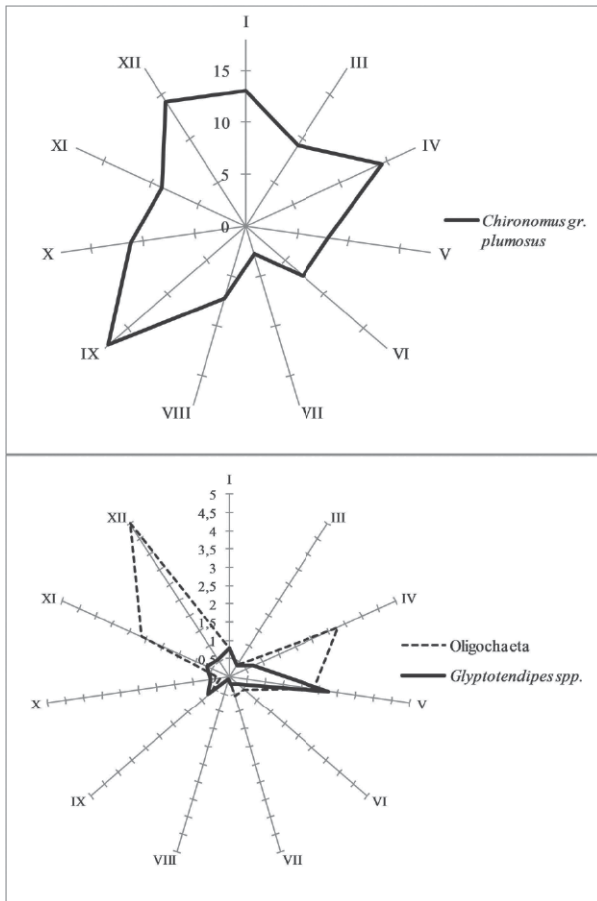


Рис. 5. Сезонная динамика средней биомассы (B, г/м²) ключевых видов макрозообентоса профундали пойменного озера.

Таким образом, смена формаций в профундали пойменного озера определяется, преимущественно, генеративной динамикой одного вида – личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus*. Такое явление наблюдается в профундали типичных пресноводных озер южного Сахалина (Планктон ..., 2010) и резко отличается описываемое пойменное озеро от ритрала рек.

Сезонные изменения биомассы донных сообществ тесно увязаны с сезонной динамикой ключевых видов макрозообентоса (рис. 5). Для основного ключевого вида донных сообществ – личинок хирономид *Chironomus gr. plumosus* – можно уверенно выделить две генерации: летнюю и весеннюю. Летняя генерация вступает в зимовку и ее вылет приурочен к началу весны (апрель–май), когда особи достигают максимальной индивидуальной биомассы. Весенняя генерация достигает наибольшей индивидуальной биомассы в июле и ее вылет наблюдается в июле–августе.

Сложнее дело обстоит с группой видов хирономид рода *Glyptotendipes*. Для этих видов можно выделить три генерации (см.

рис. 5): весеннюю, летнюю и осенне–зимнюю. Весенняя развивается с апреля по июль, когда происходит ее вылет. Летняя наблюдается с августа по октябрь. Осенне–зимняя – с ноября по апрель. Причем развитие осенне–зимней и весенней генераций приурочено к профундали, а летней к «краевой» зоне между литоралью и профундалью.

Для малощетинковых червей вряд ли можно говорить о смене генераций. Их наибольшая биомасса была приурочена как на литорали, так и в профундали, к переходным периодам (весне и осени). Причем в профундали наблюдалась задержка развития олигохет примерно на месяц, что обусловлено более поздними сроками, как прогрева, так и охлаждения воды в этом горизонте.

Трофическую структуру макрозообентоса литорали формируют четыре группировки, однако в формировании общей биомассы наиболее значимы только эврифаги (преимущественно пресноводные креветки) и собирающие детритофаги (в основном, личинки хирономид и малощетинковые черви). Периоды высокого уровня воды характеризуются преимущественным развитием эврифагов, а в периоды межени, когда литоральное сообщество совмещается с профундальным, преобладанием собирающих детритофагов.

Обнаружены устойчивые значимые положительные корреляции, как для абсолютных, так и для логарифмированных значений между эврифагами и уровнем воды (0,8–0,85) и между собирающими детритофагами и уровнем воды (логарифмированный:

-0,79). Полученные зависимости подтверждают предположение об отсутствии постоянно собственного литорального сообщества.

Трофическую структуру макрозообентоса профундали формируют две группировки – собирающие детритофаги и хищники, однако в формировании общей биомассы значимы только собирающие детритофаги (личинки хирономид и малощетинковые черви), которые во все периоды составляли более 99,9 % от общей биомассы.

Наблюдается резкое падение всех составляющих донного биоценоза в июле. Аналогичное падение биомассы в сообществах ритрали наблюдается в августе. В сообществах ритрали такое падение объясняется адаптацией популяций водных беспозвоночных к нерестовому ходу горбуши. Трудно предположить, что именно нерест горбуши является причиной падения биомассы макрозообентоса в июле, хотя в этом месяце и отмечается нерестовый ход горбуши в нижнем течении реки. Но вместе с нерестующейся горбушей в реку заходят и сопровождающие ее виды, прежде всего дальневосточные красноперки. Данные виды являются активными бентофагами, что предопределяет вылет хирономид до захода этих видов рыб в реку. Следовательно, донное сообщество, как элемент экосистемы пойменного озера, заранее реагирует на сезонные изменения в ихтиофауне, нивелируя их воздействие.

Выводы

В пойменном озере смена сообществ и смена сезонных фаз определяются особенностями биологии малого количества ключевых видов, доминирующих здесь в течение всего года.

По сравнению с основным руслом реки, сокращается многообразие водных сообществ, несмотря на наличие разнообразия биотопов.

В сезонном развитии водной экосистемы пойменного озера р. Лютога выделяется три фазы: зимняя, весенне–раннелетняя и позднелетне–осенняя. Смена фаз осуществляется под влиянием сезонных явлений: весенний паводок, летняя межень, становление ледового покрова и заход на нагул рыб из основного русла реки. Реакция водной экосистемы на нагульный заход рыб является адаптационной, а не катастрофической.

Донное сообщества существует за счет переработки автохтонного органического вещества фитопланктона, оседающего на дно.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность всем сотрудникам Лаборатории гидробиологии и Лаборатории пресноводных и прибрежных рыб ФГУП СахНИРО, принимавшим участие в отборе проб, часто в сложных климатических и погодных условиях. Отдельная благодарность выражается заведующему Лабораторией пресноводных и прибрежных рыб В.Д. Никитину за предоставление данных по структуре и динамике ихтиофауны пойменного озера р. Лютога.

ЛИТЕРАТУРА

- Видовой состав и сезонное распределение рыб в р. Лютога (по данным 2011–2012 гг.): Отчет о НИР. 2013.** / СахНИРО; отв. исполн. В.Д. Никитин. Ю.-Сах: СахНИРО. 50 с.
- Лабай В.С., Роготнев М.Г. 2005.** Состав, структура и сезонная динамика макробентоса озера Тунайча (южный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 62–94.
- Лебедева Н.В., Криволицкий Д.А. и др. 2002.** География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и методического центра. 432 с.
- Онищенко Н.И. 1987.** Водные ресурсы Сахалина и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности. Владивосток: ДВО АН СССР. 152 с.

Планктон и бентос озер Вавайской системы (южный Сахалин) и условия их обитания. 2010. / Лабай В.С., Заварзин Д.С., Мухаметова О.Н., Коновалова Н.В. и др. Ю-Сах.: СахНИРО. 216 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 2 [3]. Приморье. 1963. / Под ред. И.С. Быкадорова. Л.: Гидрометеиздат. 83 с.

Сахалинская область. Географический обзор. 1994. / Под редакцией Козынюка В.М. Ю-Сах.: Сахалинское книжное издательство. 233 с.