



ЭКОЛОГИЯ

УДК 574.587 (470.44)

СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ДОЛИНЫ р. ВОЛГИ (Окр. г. Энгельса)

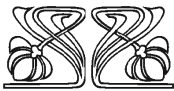
И. В. Демина, М. В. Ермохин, Н. В. Полуконова¹

Саратовский государственный университет

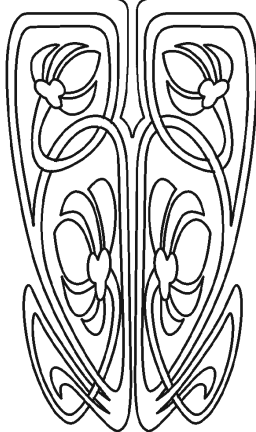
E-mail: marka26@yandex.ru

¹Саратовский государственный медицинский университет

E-mail: ecoton@rambler.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Макрозообентос озер долины реки Волги включает 99 видов гидробионтов (в том числе 80 видов гетеротопных насекомых). Наибольшее количество сообществ выделено в озере Сазанка (весной – 8, летом – 5, осенью – зимой – 9). В течение года преобладают сообщества *Glyptotendipes glaucus*, *Polypedilum nubeculosum* и *Oligochaeta*. Бентос других озер сформирован меньшим количеством сообществ: Холодное – 3; Ленивое – 1; Садок – 1. В малых озерах преобладают сообщества с доминированием *Endochironomus albipennis*, *Chironomus* и *Campptochironomus*. Меньшее разнообразие сообществ этих озер обусловлено относительной монотонностью донных биотопов.

Ключевые слова: пойменные озера, макрозообентос, сообщества, гетеротопные насекомые, Chironomidae.

Macrozoobenthos Communities from Floodplain Lakes of the Volga River Valley (Saratov Region)

I. V. Demina, M. V. Ermochin, N. V. Polukonova

Macrozoobenthos from lakes of the Volga River valley were consists 99 species of hydrobionts (including 80 species of heterotopic insects). The greatest number of communities were determined in the lake Sazanka (in spring – 8, in summer – 5, in autumn – winter period – 9). Community *Glyptotendipes glaucus*, *Polypedilum nubeculosum* and *Oligochaeta* were prevailed during the year. Benthos other lakes include the least quantity of communities: Holodnoe lake – 3; Lenivoe lake – 1; Sadok lake – 1. In small lakes were prevailed communities with *Endochironomus albipennis*, *Chironomus* and *Campptochironomus* dominance. The least diversity of communities in these lakes specify by the relative homogeneity of bottom habitats.

Key words: floodplain lakes, macrozoobenthos, communities, heterotopic insects, Chironomidae.

Бентосные сообщества – важный компонент водных экосистем. В составе донной фауны ведущее место по численности и биомассе занимают представители гетеротопных насекомых, которые, кроме прочего, служат основным кормовым объектом большинства бентосоядных рыб континентальных водоемов [1–4]. Они участвуют в трансформации вещества и передаче энергии от продуцентов к высшим трофическим уровням [1] и вносят большой вклад в биогенные потоки между экосистемами, которые возникают при их метаморфозе [5].

Пойменные озера – наиболее широко распространенный тип водоемов в долине реки Волги, сохранивший свое значение после формирования системы водохранилищ. Однако структура бентосных сообществ этих водоемов до настоящего времени остается не исследованной. Лишь в начале XX в. был опубликован ряд статей,



посвященных в основном инвентаризации фауны этих водоемов [6, 7].

Цель данной работы – изучить особенности структуры и сезонной динамики сообществ макрозообентоса пойменных озёр долины реки Волги.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) изучить видовой состав макрозообентоса пойменных озёр;

2) выделить бентосные сообщества и определить закономерности их пространственного распределения;

3) изучить сезонную динамику видового состава, численности и биомассы макрозообентоса в озерах.

Материал и методы

Исследования проводили на пойменных озерах, расположенных в левобережной части долины Волги (окрестности г. Энгельса, Саратовская обл.), разделяющихся по генезису на два типа: 1) протока, отделенная дамбами от основного русла Волги (оз. Сазанка); 2) старицы (озера Холодное, Ленивое и Садок).

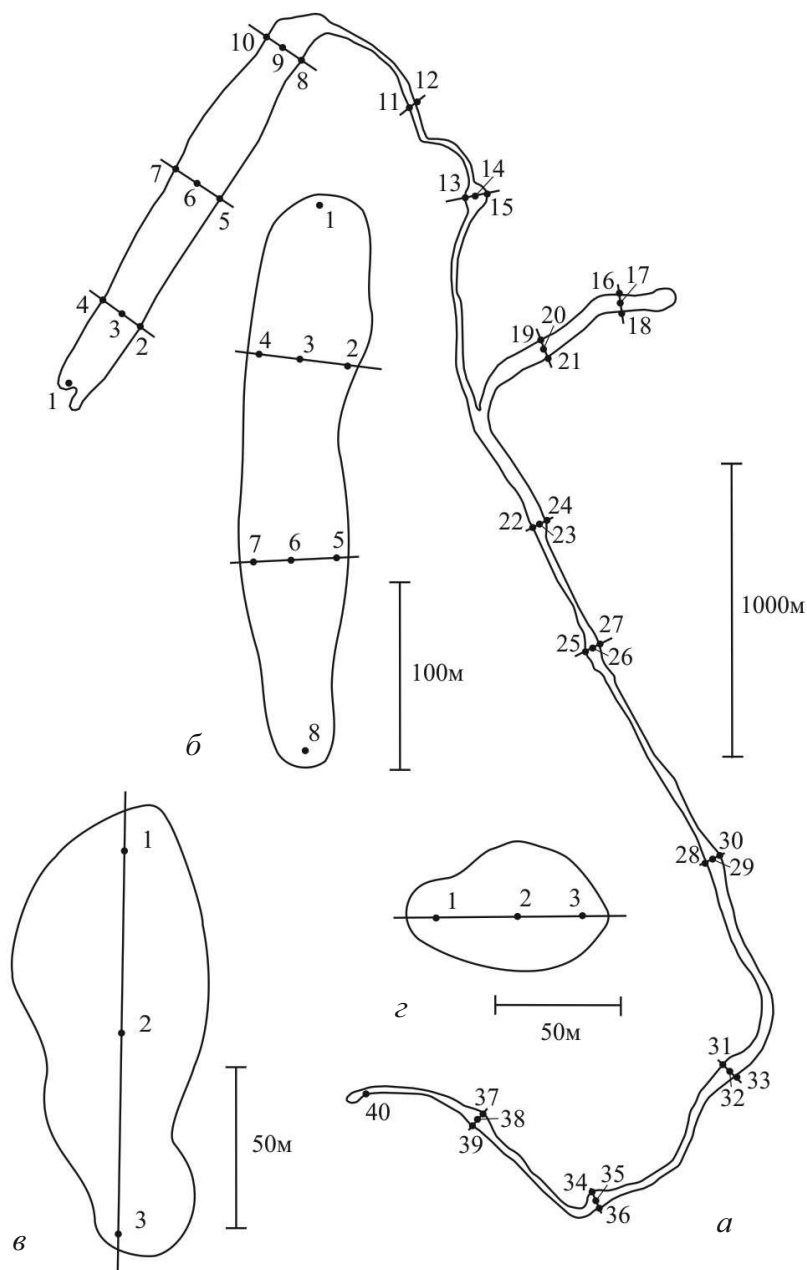


Рис. 1. Карта-схема исследованных озёр с расположением станций отбора проб: а – Сазанка, б – Холодное, в – Ленивое, г – Садок



Озеро Сазанка (51°29'14»с.ш., 46°04'52»в.д.) подковообразной формы (длина – 8 км, площадь – 27 га, глубина в центральной зоне 1.5–8.5 м, в среднем – 4.7 м). По биотопическим характеристикам это озеро подразделяется на пять характерных участков:

1) основная котловина – наиболее широкий участок, используемый как гребной канал (длина участка – 1.6 км, средняя глубина в центральной зоне – 4.5 м, средняя ширина – 170 м). В литоральной зоне преобладают грубодетритные илы и песчаные грунты с разной степенью заиления, как правило, с примесью растительных остатков. В центральной зоне формируются черные илы;

2) узкий, мелководный участок, соединяющий две котловины озера (длина данного участка – 1.61 км, глубина 1.5–2.5 м, средняя ширина – 12 м). Находится в пределах населенного пункта, наиболее подвержен антропогенной трансформации и имеет черты эвтрофирования (грунты – черные илы с растительными остатками; характерна гипоксия; сильное зарастание высшей водной растительностью; летом – обильное «цветение воды»);

3) восточный залив второй котловины озера (длина – 0.78 км, средняя глубина – 4–5 м, средняя ширина – 30 м; грунты на литорали – заиленные пески с примесью растительных остатков, песчаные глины, по линии наибольших глубин – черные и серые песчаные илы);

4) северный участок второй котловины (длина – 3.34 км, глубина – до 8 м, средняя ширина – 35 м; в литоральной зоне преобладают заиленные пески с примесью растительных остатков, представлены также песчаная глина и черные илы с растительными остатками, по линии наибольших глубин преобладают серые песчаные илы);

5) южный узкий мелководный участок второй котловины (длина – 0.96 км, средняя глубина – 2.5 м, средняя ширина – 11 м; грунты – черные илы с растительными остатками).

Озеро Холодное (51°28'42»с.ш., 46°03'54»в.д.) – небольшая старица овальной формы (площадь – 1.6 га; ложе корытообразной формы; средняя глубина 1.2–1.5 м; грунты – черный ил с растительными остатками, в прибрежье с примесью грубого детрита).

Озеро Садок (51°28'33»с.ш., 46°04'11»в.д.) – небольшая старица округлой формы (площадь поверхности – 0.28 га с ложем чашеобразной формы, глубина до 1.0–1.2 м; грунты – черные илы с растительными остатками; характерно сильное зарастание высшей водной растительностью).

Озеро Ленивое (51°28'41»с.ш., 46°04'01»в.д.) – небольшая старица овальной формы (площадь – 1.1 га, глубина – до 1.2 м; грунты – черные илы с растительными остатками и грубодетритные илы).

Изучение бентосных сообществ озера проводили в 2007–2008 гг. На озерах Сазанка и Холодное пробы отбирали трижды в течение года: в апреле (после вскрытия водоемов от льда, для наиболее полного выявления видового состава и количественного развития популяций гетеротопных насекомых), июле и в течение последней декады ноября – первой декады декабря. На озерах Ленивое и Садок проводилась только весенняя бентосъемка.

Пробы отбирали дночерпателем ДАК-250 с площадью захвата 1/40 м². Станции отбора проб включали зоны озер с разными биотопическими характеристиками: в прибрежной зоне (правый и левый берег) и в центральной зоне по линии наибольших глубин. На каждой станции отбирали по 3 пробы. На оз. Сазанка отбор проб производился на 14 трансектах, всего было собрано 360 проб на 40 станциях. На оз. Холодное пробы бентоса были собраны на 5 трансектах, всего 110 проб на 8 станциях. На оз. Ленивое было собрано 20 проб на 3 станциях, на оз. Садок – 18 проб бентоса на 3 станциях. Обработку проб проводили по общепринятым гидробиологическим методикам [8].

Сообщества называли по доминантному принципу. Доминантов выделяли по индексу доминирования [9, 10]; субдоминантов – по кривым ранжирования по индексу доминирования. Сообщества классифицировали методом кластерного анализа (попарное сравнение) на основе расчета количественного индекса Мориситы. Различия сообществ по уровню разнообразия оценивали по индексу Шеннона (H_N , бит/экз.), значимость различий по этому показателю – по индексу Хатчесона [11]. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов программ AtteStat [12], PAST [13].

Результаты и их обсуждение

В пойменных озерах отмечено 99 видов бентосных организмов, из них 80 видов (81% от общего числа видов) относятся к гетеротопным насекомым (отр. Diptera (53 вида; 54%), Trichoptera (7; 7.1%), Odonata (6; 6.1%), Ephemeroptera (2; 2.1%), Lepidoptera (1; 1.1%), Megaloptera (1; 1.1%)). Большая часть видов отмечена на оз. Сазанка (75; 76%) и оз. Холодное (44; 45%). Значительно меньше видов гетеротопных насекомых отмечено на остальных озёрах: на оз. Ленивое – 17 видов (17.2%), на оз. Садок – 12 (12.2%). Бентос оз. Холодное, напротив, в основном состоит из личинок гетеротопных насекомых (40 видов; 91% от числа видов), а на оз. Садок и Ленивое бентос образован исключительно гетеротопными видами.



Таблица 1

Видовой состав макрозообентоса пойменных озер долины р. Волги

Вид	Озеро			
	Сазанка	Холодное	Ленивое	Садок
1	2	3	4	5
Класс Nematoda	+	–	–	–
Класс Oligochaeta	+	–	–	–
Класс Hirudinea				
<i>Erpobdella nigricolis</i> (Brandes, 1899)	+	–	–	–
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	–	–
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	–	–
<i>Herpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–	–
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	–	–
Класс Malacostraca				
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	–	–
Класс Insecta				
Отр. Ephemeroptera				
<i>Caenis robusta</i> (Eaton, 1884)	+	+	–	–
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	–	–
Отр. Odonata				
<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	–	+	–	–
<i>Coenagrion hastulatum</i> (Charpentier, 1825)	+	+	–	–
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	+	–	–	–
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)	+	–	–	–
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Somatochlora metallica</i> (Van der Linden, 1825)	+	+		
Отр. Megaloptera				
<i>Sialis morio</i> (Klingstedt, 1932)	+	–	–	–
Отр. Heteroptera				
<i>Micronecta</i> sp.	+	–	–	–
<i>Nepa cinerea</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Plea minutissima</i> (Leach, 1817)	+	+	–	–
<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Sigara falleni</i> (Fieber, 1848)	+	–	–	–
Отр. Lepidoptera				
<i>Parapoynx striatolata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
Отр. Coleoptera				
<i>Agaus</i> (<i>Gaurodytes</i>) sp.	+	–	–	–
<i>Elaphrus</i> sp.	+	–	–	–
<i>Haliphus ruficollis</i> (Deg.)	+	–	–	–
<i>Ilybius</i> sp.	+	–	–	–
Отр. Trichoptera				
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	+	+	–	–
<i>Leptocerus teneiformis</i> (Curtis, 1834)	+	+	–	+
<i>Limnephilus</i> sp.	+	–	–	–
<i>Phryganea bipunctata</i> (Retzius, 1783)	+	–	–	–
Phryganeidae spp.	+	–	–	+



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
<i>Semblis phalenoides</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-
Trichoptera spp.	+	-	-	-
Отр. Diptera Сем. Tipulidae				
<i>Tipula lateralis</i> (Meigen, 1804)	+	-	-	-
Tipula sp.	+	-	-	-
Сем. Limoniidae				
<i>Symplecta hybrida</i> (Meigen, 1804)	+	-	-	-
Limoniidae sp.	+	-	-	-
Сем. Ceratopogonidae				
<i>Nilobezzia formosa</i> (Loew, 1869)	+	-	+	-
Shaeromiini sp.	+	-	-	-
Ceratopogonidae spp.	+	-	-	-
Сем. Chironomidae II/сем. Chironominae				
<i>Camptochironomus pallidivittatus</i> (Edwards, 1929)	-	+	+	+
<i>Camptochironomus tentans</i> (Fabricius, 1805)	-	+	+	+
<i>Chironomus balatonicus</i> (Dévai, Wülker & Scholl, 1983)	+	-	-	-
<i>Chironomus commutatus</i> (Keyl, 1960)	+	-	-	-
<i>Chironomus curabilis</i> (Beljanina, Sigareva et Loginova, 1990)	-	+	-	-
<i>Chironomus luridus</i> (Strenzke, 1959)	-	+	+	+
<i>Chironomus muratensis</i> (Ryser, Scholl & Wülker, 1983)	+	-	-	-
<i>Chironomus nudiventris</i> (Ryser, Scholl & Wülker, 1983)	+	-	-	-
<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-
<i>Chironomus</i> sp.1	-	+	-	-
<i>Chironomus</i> sp.2	-	+	-	-
<i>Chironomus</i> sp.3	-	+	-	-
<i>Chironomus</i> sp.4	-	+	-	-
<i>Constempellina brevicosta</i> (Edwards, 1937)	-	+	-	-
<i>Cryptochironomus obreptans</i> (Walker, 1856)	+	-	-	-
<i>Dicrotendipes pr. lobiger</i> (Kieffer, 1921)	+	+	+	+
<i>Dicrotendipes</i> sp.1	+	+	+	+
<i>Dicrotendipes</i> sp.2	-	+	-	-
<i>Dicrotendipes</i> sp.3	-	+	-	-
<i>Dicrotendipes</i> sp.4	-	+	+	-
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)	+	+	+	+
<i>Endochironomus gr. impar</i> (Walker, 1856)	+	-	-	-
<i>Endochironomus tendens</i> (Fabricius, 1775)	-	+	-	-
<i>Glyptotendipes barbipes</i> (Staeger, 1839)	+	+	-	-
<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Meigen, 1818)	+	+	+	+
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> (Kieffer, 1913)	+	+	+	-
<i>Glyptotendipes paripes</i> (Edwards, 1929)	+	-	-	-
<i>Glyptotendipes</i> sp.	-	+	-	-
<i>Microtendipes pedellus</i> (De Geer, 1776)	+	-	-	-
<i>Paratanytarsus confusus</i> (Palmen, 1960)	+	+	-	-
<i>Polypedilum nubeculosum</i> (Meigen, 1804)	+	-	-	-
<i>Polypedilum sordens</i> (Van der Wulp, 1874)	-	+	-	-



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
<i>Stictochironomus classiforceps</i> (Kieffer, 1922)	+	–	–	–
<i>Tanytarsus pseudolestagei</i> (Shilova, 1976)	+	–	–	–
<i>Tanytarsus excavatus/nemorosus</i> (Edwards, 1929)	+	+	+	–
Tanitarsini spp.	+	–	–	–
П/сем. Tanypodinae				
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Ablabesmyia phatta</i> (Egger, 1863)	–	+	+	–
<i>Clinotanypus nervosus</i> (Meigen, 1818)	+	–	–	–
<i>Clinotanypus pinguis</i> (Loew, 1861)	+	–	–	–
<i>Clinotanypus</i> sp.	+	–	–	–
<i>Holotanypus (Procladius)</i> sp.	+	+	+	–
<i>Macropelopia nebulosa</i> (Meigen, 1804)	–	+	–	–
<i>Procladius choreus</i> (Meigen, 1804)	+	+	–	–
П/сем. Orthoclaadiinae				
<i>Cricotopus (Isocladus) sylvestris</i> (F., 1794)	+	+	+	–
<i>Heterotrissocladus subpilosus</i> (Kieffer, 1911)	–	+	–	+
<i>Hydrobaenus gr. pilipes</i>	–	+	+	+
<i>Paratrichocladus</i> sp.	+	–	–	–
<i>Psectrocladius barbimanus</i> (Edwards, 1929)	–	–	+	–
<i>Psectrocladius sordidellus</i> (Zetterstedt, 1838)	–	+	+	+
<i>Stilocladus clinopecten</i> (Saether, 1982)	+	–	–	–
<i>Zavreliella marmorata</i> (Van der Wulp, 1859)	–	+	–	–
Orthoclaadiinae spp.	+	–	–	–
Сем. Stratiomyidae				
<i>Beris</i> sp.	+	–	–	–
<i>Odontomyia ornata</i> (Meigen, 1822)	+	+	–	–
Сем. Syrphidae				
Syrphidae spp.	+	–	–	–

Сообщества бентоса оз. Сазанка. В весенний период на акватории данного водоема выделено 8 бентосных сообществ: *Asellus aquaticus*, *Glyptotendipes glaucus*, *Endochironomus albipennis* – *Nilobezzia formosa*, *Chironomus commutatus*, *Polypedilum nubeculosum*, *Oligochaeta*, *Clinotanypus* sp. – *Oligochaeta* и *Chironomus plumosus* (рис. 2, а).

Сообщества *A. aquaticus*, *G. glaucus* и *E. albipennis* – *N. formosa* пространственно приурочены к литорали, развиваются на грубодетритных илах с растительными остатками. Сообщество *A. aquaticus* монодоминантно. Хириноиды в нем отсутствуют или представлены в небольшом количестве (*G. glaucus*, *E. albipennis*, *Clinotanypus* sp.), редки личинки стрекоз (*Ischnura pumilio* Charpentier, 1825) и поденок (*Caenis robusta* Eaton, 1884). В сообществе *G. glaucus* присутствуют 1–2 субдоминанта. Сообщество *E. albipennis* – *N. formosa* формируется на за-

иленных грунтах. Сообщество *Ch. commutatus* представлено на литорали в южной мелководной части озера на заиленном песке с растительными остатками. Сообщество *P. nubeculosum* распространено в литоральной зоне на заиленных песках с растительными остатками и песчанистых глинах.

Сообщество с доминированием *Oligochaeta* формируется как в центральной зоне основной котловины озера с черными илами, так и на прибрежных станциях с высокой степенью заиления (грубодетритные илы, песчанистые глины), в том числе в наиболее антропогенно трансформированной части водоема – на участке, соединяющем котловины озера. Наряду с участками дна, где бентос представлен почти исключительно олигохетами, присутствует также сообщество *Oligochaeta* с субдоминантами (в центральной зоне водоема субдоминант – *Ch. plumosus*, в литоральной зоне – *A. aquaticus* и *N. formosa*).

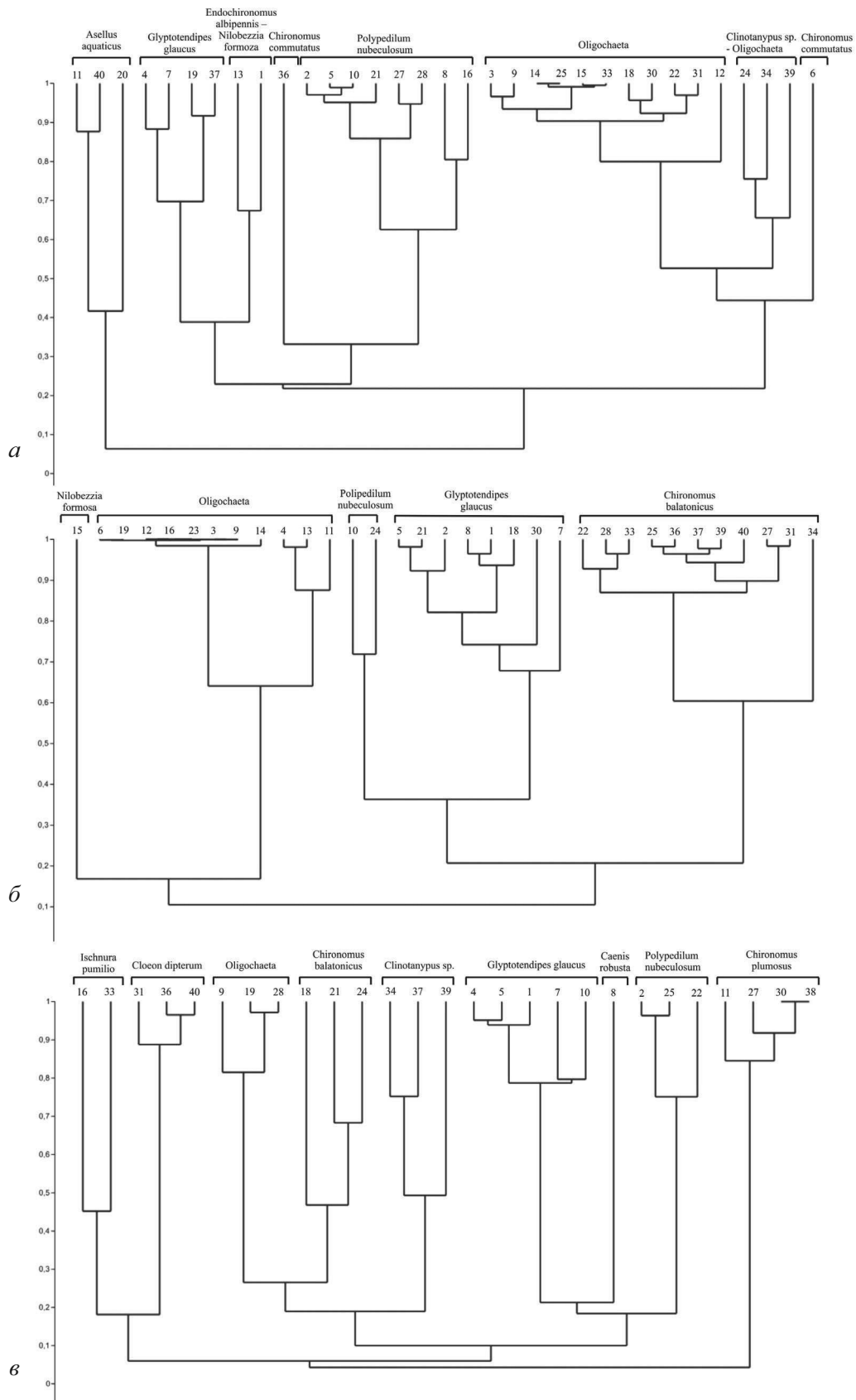


Рис. 2. Сообщества марзоообентоса оз. Сазанка: а – весенний период; б – летний период; в – осенне-зимний период



Сообщество *Clinotanypus* sp. – Oligochaeta развивается на черных илах с растительными остатками, преимущественно в мелководной части водоема. Оно характеризуется широким спектром субдоминирующих видов, включающим в себя преимущественно хирономид (*Ch. plumosus*, *P. nubeculosum*, *G. glaucus* и др.).

Сообщество *Ch. plumosus* в пространственном отношении приурочено к центральной части основной котловины водоема и формируется на черных илах. На серых илах в центральной зоне второй котловины озера бентосные сообщества не формируются.

Наиболее широко в весенний период на оз. Сазанка представлены сообщества с доминированием *P. nubeculosum* и Oligochaeta, они включают в себя более 50% заселенных станций. Очень мало распространены сообщества с доминированием видов рода *Chironomus* (*Ch. plumosus*, *Ch. commutatus*), к ним относится по 1 станции.

В среднем на каждой станции обитают 7–8 видов (от 3 до 20) (табл. 2). Наибольшее количество видов отмечено в сообществах *P. nubeculosum* и *Cl. sp.* – Oligochaeta (в среднем, соответственно 13 и 12.3 видов). Данные сообщества развиваются на песчанистых грунтах и черных илах, богатых растительными остатками. В связи с этим в таких сообществах представлены разнообразные фитофильные и хищные виды хирономид, а также олигохеты. Наименьшее количество видов отмечено в сообществе *Ch. plumosus*, т. к. оно формируется в условиях большой глубины, на черных илах, остальной бентос в этом сообществе представлен олигохетами. Все выделенные нами сообщества различаются между собой по уровню видового разнообразия (индекс Хатчесона, $P < 0.001$). Наименьшее видовое разнообразие наблюдается в сообществе *Ch. plumosus* ($H_N = 1.50$ бит/экз.), наибольшее – в сообществе с доминированием *Clinotanypus* sp. – Oligochaeta ($H_N = 2.91$ бит/экз.).

В количественном отношении наиболее развито сообщество *P. nubeculosum*, в котором не только доминант достигает высокой численности, но и большинство других видов. В этом сообществе отмечается и высокий показатель средней биомассы. Также большая биомасса отмечена для сообщества *Ch. plumosus*, что связано с крупными размерами доминирующего вида. Наименьшая численность наблюдается в сообществе *A. aquaticus*, что связано с невысоким числом хирономид, составляющих основу бентоса на большинстве других станций в весенний период. Сообщество *Ch. commutatus* также включает в себя небольшое количество бентосных видов с небольшой биомассой.

В летний период на оз. Сазанка выделено 5 бентосных сообществ: *Gl. glaucus*, *N. formosa*, *Ch. balatonicus*, *P. nubeculosum* и Oligochaeta (см. рис. 2, б). На большинстве участков озера формируются сообщества *Ch. balatonicus* и Oligochaeta (соответственно 33.3 и 36.4% от общего числа заселенных станций), редки сообщества *N. formosa* и *P. nubeculosum*. На станциях с наибольшей глубиной на серых илах бентосные сообщества в летний период не формируются.

В летний период среднее число видов снижается по сравнению с весной (см. табл. 2), что может быть связано с обеднением большинства бентосных сообществ после массового весеннего вылета многих видов гетеротопных насекомых. Все выделенные нами сообщества различаются между собой по уровню видового разнообразия (индекс Хатчесона, $P < 0.001$). Наибольшее количество видов (до 8) обнаружено в сообществе *P. nubeculosum* на песчанистых грунтах с зарослями роголистника и разной степенью заиления. В этом сообществе разнообразие наибольшее ($H_N = 2.25$ бит/экз.).

P. nubeculosum и Oligochaeta выступают в качестве субдоминантов в сообществах *G. glaucus*, на участках дна, где весной они были доминантами. Это объясняется заилением грунтов в летний период, а также сильным зарастанием литорали. В центральной зоне наиболее антропогенно измененной части озера в летний период формируется моновидовое сообщество *N. formosa*. В центральной зоне основной котловины и на участке озера, находящемся в жилом секторе, наиболее характерно сообщество с доминированием Oligochaeta (субдоминант на этих станциях – *N. formosa*, а на черных илах это сообщество монодоминантно). В таком сообществе очень низкий уровень разнообразия ($H_N = 0.69 \pm 0.93$ бит/экз.). Сообщество *Ch. balatonicus* развивается в литоральной зоне на грубодетритных и черных илах, богатых растительными остатками. Видовое разнообразие в таких сообществах сравнительно велико ($H_N = 2.22 \pm 0.56$ бит/экз.).

В количественном отношении наиболее развиты сообщества *G. glaucus*, *Ch. balatonicus* и *P. nubeculosum*, так как они формируются в литоральной зоне с развитой водной растительностью. Наибольшая биомасса отмечена в сообществе *Ch. balatonicus*, что связано с крупными размерами особой доминирующего вида. В сообществах *N. formosa* и Oligochaeta численность гидробионтов мала, характерна монодоминантность, что, возможно, связано с сильной антропогенной трансформацией этой части водоема и гипоксией в летний период. Биомасса в данных сообществах также невелика.



Таблица 2

**Численность, биомасса и видовое разнообразие в бентосных сообществах оз. Сазанка (окр. г. Энгельса)
в разные сезоны года**

Название сообщества (доминанты)	Субдоминанты	Показатель*			
		S, число видов	N, экз./м ²	B, г/м ²	H _N , бит/экз.
Весна					
Asellus aquaticus	–	<u>6.3</u> 3–11	<u>141</u> 60–220	<u>2.34</u> 1.61–3.61	<u>2.22</u> 1.23–3.11
Glyptotendipes glaucus	<i>N. formosa</i> <i>Ch. plumosus</i> <i>Holotanypus</i> <i>(Procladius) sp.</i>	<u>8.5</u> 6–20	<u>576</u> 384–10140	<u>3.43</u> 0.86–117.38	<u>2.51</u> 2.22–2.99
Endochironomus albipennis – Nilobezzia formosa	<i>G. glaucus</i> Oligochaeta	<u>6.5</u> 4–9	<u>934</u> 620–1248	<u>3.98</u> 2.40–5.56	<u>2.12</u> 1.49–2.74
Chironomus commutatus	<i>P. nubeculosum</i> Oligochaeta	7	428	1.85	2.59
Polypedilum nubeculosum	<i>G. glaucus</i> <i>E. albipennis</i> Oligochaeta	<u>13</u> 6–19	<u>3466</u> 772–9288	<u>12.08</u> 2.99–39.84	<u>2.28</u> 1.66–3.11
Oligochaeta	<i>Ch. plumosus</i> <i>A. aquaticus</i> <i>N. formosa</i>	<u>8</u> 4–11	<u>848</u> 304–2344	<u>3.09</u> 1.05–6.80	<u>1.78</u> 0.69–2.69
Clinotanypus sp. – Oligochaeta	<i>Ch. plumosus</i> <i>P. nubeculosum</i> <i>G. glaucus</i>	<u>12.5</u> 9–15	<u>689</u> 340–948	<u>5.21</u> 2.82–8.00	<u>2.91</u> 2.62–3.10
Chironomus plumosus	Oligochaeta	4	1068	13.03	1.50
Лето					
Glyptotendipes glaucus	<i>P. nubeculosum</i> Oligochaeta	<u>5.5</u> 1–9	<u>5313</u> 120–14760	<u>1.15</u> 0.27–8.32	<u>1.75</u> 0–2.27
Oligochaeta	<i>N. formosa</i>	<u>5</u> 1–10	<u>3853</u> 240–19560	<u>0.68</u> 0.08–3.85	<u>0.69</u> 0–2.35
Nilobezzia formosa	–	1	120	0.37	0
Polypedilum nubeculosum	<i>Ch. balatonicus</i> <i>G. glaucus</i>	8	<u>8393</u> 6267–10520	<u>1977</u> 733–5040	<u>2.25</u> 2.19–2.30
Chironomus balatonicus	<i>Ch. commutatus</i> <i>Ch. plumosus</i> <i>G. glaucus</i>	<u>7</u> 4–14	<u>14947</u> 2133–34427	<u>1.87</u> 0.43–6.19	<u>2.22</u> 0.87–3.04
Осень – зима					
Glyptotendipes glaucus	<i>P. nubeculosum</i> <i>E. albipennis</i>	<u>10</u> 6–14	<u>1147</u> 173–5587	<u>6.13</u> 1.08–24.17	<u>2.22</u> 1.53–2.41
Chironomus balatonicus	<i>E. albipennis</i> Oligochaeta	<u>7</u> 6–9	<u>350</u> 253–853	<u>6.16</u> 1.68–13.80	<u>2.40</u> 1.83–3.05
Chironomus plumosus	–	<u>5</u> 1–6	<u>133</u> 13–1120	<u>3.240</u> 0.09–27.88	<u>0.65</u> 0–2.22
Polypedilum nubeculosum	<i>G. glaucus</i> <i>E. albipennis</i>	<u>9</u> 8–10	<u>1569</u> 547–2387	<u>4.08</u> 3.72–4.55	<u>2.25</u> 2.09–2.46
Ischnura pumilio	<i>E. albipennis</i> <i>Cl. sp.</i> <i>E. tenellus</i>	<u>9</u> 4–13	<u>400</u> 107–693	<u>2.89</u> 0.75–5.04	<u>2.31</u> 1.75–2.86
Cloeon dipterum	–	<u>7</u> 6–9	<u>609</u> 387–867	<u>4.30</u> 3.35–5.28	<u>1.81</u> 1.31–2.44
Caenis robusta	–	13	4627	14.96	1.89
Clinotanypus sp.	<i>A. aquaticus</i> <i>Cloeon sp.</i> <i>C. robusta</i>	<u>9</u> 8–12	<u>573</u> 240–1093	<u>4.54</u> 1.68–7.05	<u>2.72</u> 2.33–3.09
Oligochaeta	<i>N. formosa</i>	<u>7</u> 6–9	<u>462</u> 347–520	<u>6.53</u> 1.92–12.26	<u>1.89</u> 1.42–2.18

Примечание. * В числителе – значение медианы, в знаменателе – минимум и максимум.



В осенне-зимний период разнообразие группировок бентоса на оз. Сазанка увеличивается, выделено 9 сообществ: *G. glaucus*, *Ch. balatonicus*, *Ch. plumosus*, *P. nubeculosum*, *I. pumilio*, *Cloeon dipterum*, *C. robusta*; *Cl. sp.* и *Oligochaeta* (см. рис. 2, в). Все обнаруженные сообщества в этот сезон представлены в равной степени.

Среднее число видов в сообществе в осенне-зимний период возрастает по сравнению с летом (см. табл. 2). Наибольшее количество видов отмечено в сообществах *C. robusta* и *G. glaucus* на песчаных грунтах с растительными остатками и грубодетритных илах. В сходных условиях развивается сообщество *P. nubeculosum*. В этих сообществах заметное место занимают поденки *C. robusta*, тогда как их численность и биомасса в другие сезоны года невелики.

По сравнению с весенним и летним периодами сократилась доля участков с доминированием олигохет. В осенне-зимний период они преобладают на центральной зоне гребного канала и антропогенно трансформированного участка озера, соединяющего две котловины.

Два сообщества с доминированием видов рода *Chironomus* (*Ch. balatonicus*; *Ch. plumosus*) занимают в этот сезон года литоральную зону и центральные участки в южной мелководной части озера. Можно отметить отсутствие *Ch. plumosus* на станциях с доминированием *Ch. balatonicus* и наоборот. Для сообщества *Ch. plumosus* характерно самое низкое видовое разнообразие ($H_N = 0.65 \pm 1.76$ бит/экз.) (см. табл. 2), поскольку это, как правило, моновидовые сообщества. Все

выделенные нами сообщества различаются между собой по уровню видового разнообразия (индекс Хатчесона, $P < 0.001$).

В сообществе *Cloeon* sp. численность других видов невысока, хирономиды практически отсутствуют, а видовое разнообразие невелико ($H_N = 1.81$ бит/экз. см. табл. 2). Также невелика численность хирономид в сообществе *Clinotanypus* sp. Большое разнообразие субдоминантов и других видов с примерно равной численностью определяет максимальное видовое разнообразие для данного сообщества ($H_N = 2.72$ бит/экз.) (см. табл. 2).

По численности видов в осенне-зимний период выделяется сообщество *C. robusta*, а также сообщества *G. glaucus* и *P. nubeculosum*. На участках, относящихся к этим сообществам, численность бентосных организмов наиболее велика. Остальные сообщества менее развиты в количественном отношении. По биомассе выделяется сообщество *C. robusta*, в котором она наиболее велика из-за высокой численности доминирующих поденок.

Бентосные сообщества оз. Холодного. В весенний период в оз. Холодное представлены три сообщества: *C. tentans* – *E. albipennis*, *Ch. luridus* – *G. glaucus*, *N. formoza* (рис. 3, а). Преобладает сообщество *C. tentans* – *E. albipennis*. Сообщество *N. formoza* формировалось на прибрежных станциях на грубодетритных илах, сообщество *Ch. luridus* – *G. glaucus* – на центральных участках водоема с черными илами, богатыми растительными остатками. Среднее число видов в сообществе – 11.5, видовое богатство на всех станциях примерно одинаково (табл. 3).

Таблица 3

Численность, биомасса и видовое разнообразие бентосных сообществ оз. Холодное, Ленивое и Садок (окр. г. Энгельса) в разные сезоны года

Название сообщества (доминанты)	Субдоминанты	Показатель*			
		S, число видов	N, экз./м ²	B, г/м ²	H _N , бит/экз.
Оз. Холодное					
Весна					
<i>Camptochironomus tentans</i> – <i>Endochironomus albipennis</i>	–	$\frac{11.5}{6-13}$	$\frac{784}{327-1180}$	$\frac{2.87}{0.94-5.35}$	$\frac{1.93}{1.50-2.14}$
<i>Chironomus luridus</i> – <i>Glyptotendipes glaucus</i>	–	$\frac{11}{9-13}$	$\frac{807}{293-1320}$	$\frac{2.34}{0.98-3.69}$	$\frac{2.01}{1.71-2.30}$
<i>Nilobezzia formoza</i>	<i>E. tenellus</i> <i>G. glaucus</i>	$\frac{10}{7-13}$	$\frac{1240}{1140-1340}$	$\frac{5.61}{3.93-7.28}$	$\frac{2.09}{1.95-2.22}$
Лето					
<i>Camptochironomus tentans</i> – <i>Endochironomus albipennis</i>	–	$\frac{5}{4-6}$	$\frac{217}{93-419}$	$\frac{3.63}{3.08-4.18}$	$\frac{1.93}{1.26-2.43}$
<i>Chironomus luridus</i> – <i>Endochironomus albipennis</i> – <i>Camptochironomus tentans</i>	–	12	1840	5.60	1.70
<i>Nilobezzia formoza</i> – <i>Camptochironomus tentans</i>	–	$\frac{14}{10-17}$	$\frac{767}{613-920}$	$\frac{0.79}{0.37-1.42}$	$\frac{2.39}{1.27-3.51}$
Осень – зима					
<i>Chironomus luridus</i>	–	22	5920	21.50	1.80



Окончание табл. 3

Название сообщества (доминанты)	Субдоминанты	Показатель*			
		S, число видов	N, экз./м ²	B, г/м ²	H _N , бит/экз.
Asellus aquaticus	<i>E. albipennis</i> <i>C. tentans</i>	<u>16</u> 14–17	<u>667</u> 640–693	<u>7.11</u> 6.92–7.31	<u>2.47</u> 2.32–2.61
Endochironomus albipennis – Chironomus tentans	–	<u>7</u> 6–15	<u>740</u> 147–2040	<u>3.18</u> 0.66–7.53	<u>1.87</u> 1.37–2.16
Оз. Ленивое					
Endochironomus albipennis	<i>Ch. luridus</i> <i>C. tentans</i>	<u>11</u> 5–14	<u>1453</u> 600–1960	<u>4.18</u> 1.62–6.45	<u>2.90</u> 2.15–3.30
Оз. Садок					
Chironomus luridus – Endochironomus albipennis	<i>C. tentans</i> <i>D. pr. lobiger</i>	<u>14</u> 13–15	<u>3760</u> 2050–5554	<u>10.45</u> 5.13–13.89	<u>3.07</u> 2.88–3.30

* Примечания см. в табл. 1.

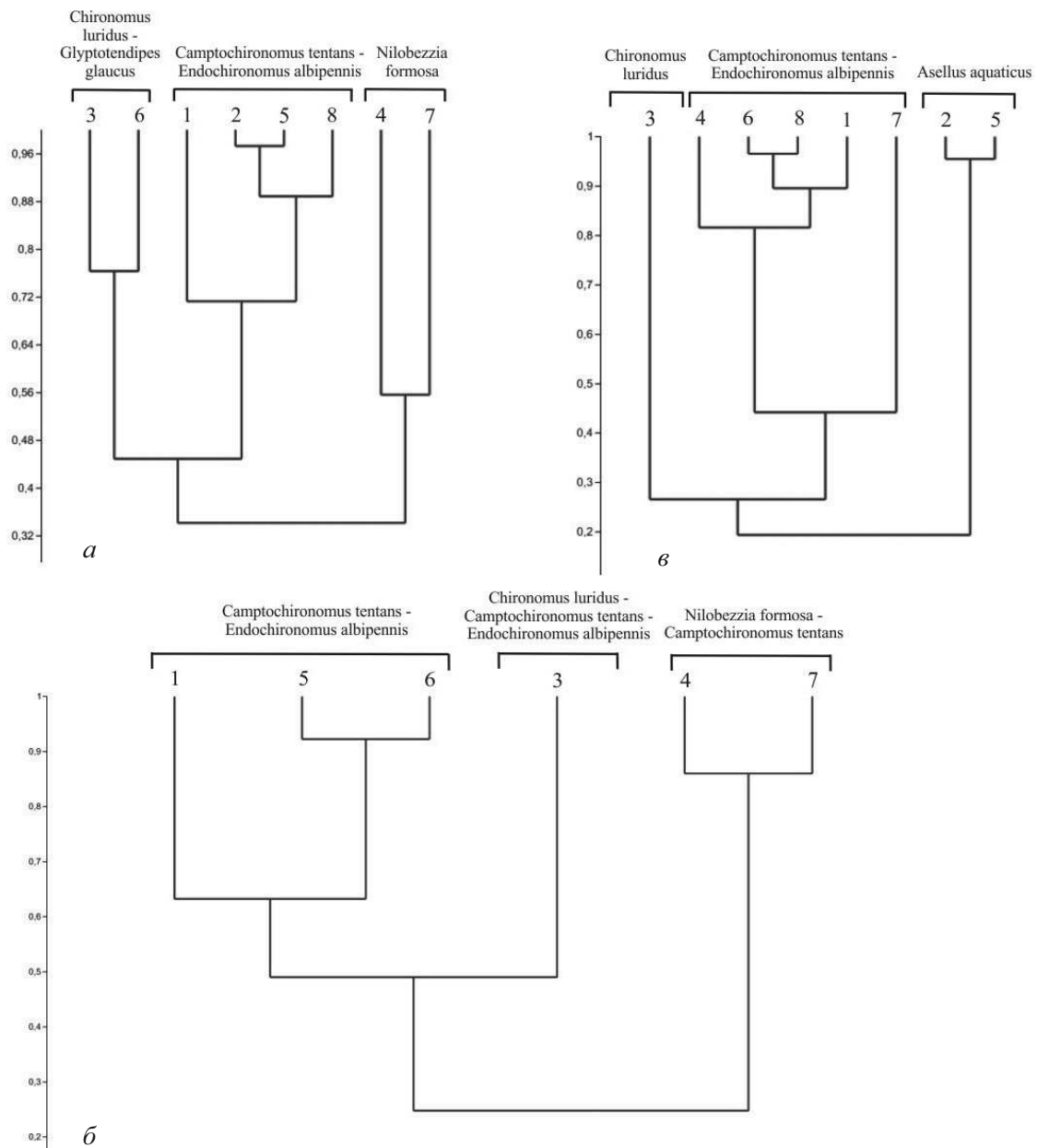


Рис. 3. Сообщества макрозообентоса оз. Холодное: а – весенний период; б – летний период; в – осенне-зимний период



По средней численности организмов (1110 экз./м²) и видовому разнообразию ($H_N = 2.00$ бит/экз.) все сообщества отличаются незначительно. Исключение составляет сообщество *C. tentans* – *E. albipennis* в прибрежной зоне, которая характеризуется обедненным видовым составом (только 6 видов), наименьшей численностью организмов (528 экз./м²) и низким видовым разнообразием (1.5 бит/экз.). Эта станция находится на участке озера, который в летнее время покрывается плотным слоем ряски, что препятствует вылету и откладке яиц гетеротопными насекомыми.

В конце лета в озере обнаружено три сообщества: *C. tentans* – *E. albipennis*, *Ch. luridus* – *E. albipennis* – *C. tentans*, *N. formosa* – *C. tentans* (рис. 3, б). По сравнению с весенним периодом летом видовой состав бентосных сообществ обеднен: среднее число видов 5.5. Сообщества менее развиты в количественном отношении, средняя численность организмов снижается до 279.3 экз./м² (см. табл. 3). Наибольшее количество видов, а также самая высокая средняя численность организмов и высокое разнообразие отмечаются на центральной станции с полидоминантным сообществом *Ch. luridus* – *E. albipennis* – *C. tentans*, а также в сообществе *N. formosa* – *C. tentans*, развивающемся на грубодетритных илах. На прибрежных станциях, которые летом зарастают роголистником, отмечается сообщество *C. tentans* – *E. albipennis*, в котором число видов минимально (4–5). На прибрежных участках северной и южной частей озера в летний период бентосные сообщества не формируются, поскольку в этой части поверхность озера постоянно покрыта плотным слоем ряски и многокоренника.

Зимой в данном водоеме также развиты три сообщества бентоса: на центральной станции – монодоминантное сообщество *Ch. luridus*, на прибрежных станциях с черными илами и растительными остатками – сообщество *A. aquaticus*, на остальных станциях – *E. albipennis* – *C. tentans* (см. рис. 2, в). Среднее число видов на станции в этот период максимально – 14.5, при этом средняя численность не достигает высоких значений (в среднем 717 экз./м²) (см. табл. 3). Наибольшая численность и биомасса, а также видовое богатство отмечаются в сообществе *Ch. luridus*. На грубодетритных илах сообщества характеризуются обедненным видовым составом (6–8 видов), а также низкой численностью, биомассой и наименьшим видовым разнообразием.

Бентосные сообщества оз. Ленивое. Весной на акватории данного озера представлено только одно сообщество *E. albipennis* (см. табл. 3), образованное личинками хирономид, а также

единичными *Ceratopogonidae* (*N. formosa*). Среднее число видов на станцию – 11, средняя численность организмов относительно высока (1453 экз./м²).

Бентосные сообщества оз. Садок. Весной бентос этого водоема представлен единственным сообществом *Ch. luridus* – *E. albipennis* (см. табл. 3). Сообщества озера отличаются высоким видовым богатством (в среднем 13 видов) и наибольшими средней численностью (3760 экз./м²) и биомассой (>10 г/м²).

Заключение

Таким образом, состав бентосных сообществ пойменных озер очень разнообразен. Наиболее велико количество сообществ в оз. Сазанка, что отражает разнообразие донных биотопов (типы грунтов, глубины, степень эвтрофикации, развития растительности, температурный режим). Как и в большинстве континентальных водоемов [2, 14, 15, 16], наибольшее значение в макрозообентосе исследованных озер имеют гетеротопные насекомые, в частности хирономиды. Эта группа представлена большим количеством видов, которые доминируют на большинстве участков водоемов во все сезоны и определяют облик бентосного сообщества.

Среди сообществ с доминированием хирономид во все сезоны в оз. Сазанка чаще всего встречаются сообщества *G. glaucus*, который относится к эврибионтным видам [17, 18], а также сообщество *P. nubeculosum* – одним из наиболее многочисленных видов в водоемах бассейна р. Волги [19]. Летом на прибрежных участках с заиленными грунтами широко распространено сообщество *Ch. balatonicus*.

На втором месте по распространенности в оз. Сазанка находятся сообщества с доминированием олигохет. Эти типичные детритофаги [20], в большом количестве встречаются на прибрежных и центральных станциях с сильно заиленными субстратами. В зимний период они доминируют только в центральной зоне северной котловины озера и на участке с наибольшей антропогенной трансформацией. В некоторых ранее исследованных водоемах установлено увеличение доли олигохет в бентосе в осенне-зимний период [20, 21], однако в оз. Сазанка данная тенденция нами не подтверждается.

Состав сообществ небольших озер Холодное, Ленивое и Садок менее разнообразен, поскольку грунты и глубины, а также характер зарастания в летний сезон относительно монотонны на всей площади водоемов. В этих озерах бентосные организмы представлены представителями



сем. Chironomidae и Ceratopogonidae, а остальные группы бентоса практически отсутствуют. Поскольку мелководные озера сильно заилены и в весенне-летний период зарастают высшей водной растительностью, в качестве доминантов отмечаются *E. albipennis*, типичный для заиленных субстратов с растительными остатками [18], а также виды р. Chironomus и Camptochironomus.

Список литературы

1. Голубков С. М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых // Тр. Зоол. ин-та РАН. 2000. Т. 284. 295 с.
2. Тодераш И. К. Функциональное значение хирономид в экосистеме водоемов Молдавии. Кишинев : Штииница, 1984. 172 с.
3. Hanson M. A., Riggs M. R. Potential effects of fish predation on wetland invertebrates : a comparison of wetlands with and without fathead minnow // Wetlands. 1995. Vol. 15. P. 167–175.
4. Illies J. A. Okosystemforschung an einem Mittelgebirgsbach (Emergenzanalyse) // Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie. 1983. Vol. 10. P. 247–253.
5. Beletsky L. D., Orians G. H. Red-Winged Blackbirds : decision-making and reproductive success. Chicago : The University of Chicago Press, 1996. P. 1–60.
6. Мейснер В. И. Гидробиологические очерки некоторых пойменных озер долины реки Волги у Саратова // Тр. Волжской биол. станции. 1909. Т. IV, вып. 5. С. 1–3.
7. Бенинг А. Л. К изучению придонной жизни реки Волги / Волж. биол. станция Саратов о-ва естествоиспытателей. Саратов, 1924. 398 с.
8. Жадин В. И. Методы гидробиологического исследования. М. : Высш. шк., 1960. 190 с.
9. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Состав и распределение донной фауны в водоемах дельты Дона // Тр. АзЧерНИРО. 1940. Вып. 12, ч. 2. С. 3–96.
10. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по гидробиологии Миусского лимана // Учен. зап. Ростов-на-Дону ГУ. 1948. Т. 12, вып. 1. С. 101–120.
11. Hatcheson K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula // J. Theor. Biol. 1970. Vol. 29, № 1. P. 151–154.
12. Гайдышев И. П. Исследование стохастических и детерминированных систем : руководство пользователя программного обеспечения анализа данных AtteStat. Курган, 2012. 504 с.
13. Hammer O., Harper D.A.T. Paleontological data analysis. Oxford : Blackwell Publishing, 2006. 368 p.
14. Балушкина Е. В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л. : Наука, 1987. 179 с.
15. Batzer D. P., Wissinger S. A. Ecology of insect communities in non-tidal wetlands // Annu. Rev. Entomol. 1996. Vol. 41. P. 75–100.
16. Wissinger S. A. Ecology of wetland invertebrates : synthesis and applications from conservation and management // Invertebrates in freshwater wetlands of North America / eds. D. P. Batzer, R. B. Rader, S. A. Wissinger. N.Y. : John Wiley and Sons, 1999. P. 1043–1086.
17. Дурнова Н. А. Эколого-морфологические особенности личинок Glyptotendipes Kieffer, 1913 (Diptera, Chironomidae) // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2001. Вып. 1. С. 52–58.
18. Калугина Н. С. Места обитания личинок и смена поколений у семи видов Glyptotendipes Kieff. и Endochironomus Kieff. (Diptera, Chironomidae) из Учинского водохранилища // Учинское и Можайское водохранилища. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1963. С. 173–212.
19. Зинченко Т. В. Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область). Эколого-фаунистический обзор. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2002. 174 с.
20. Бентос Учинского водохранилища. М. : Наука, 1980. 252 с.
21. Губанова Л. В. Использование олигохетных индексов для оценки качества воды реки Ишим в южной части Тюменской области // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. С. 1–6.