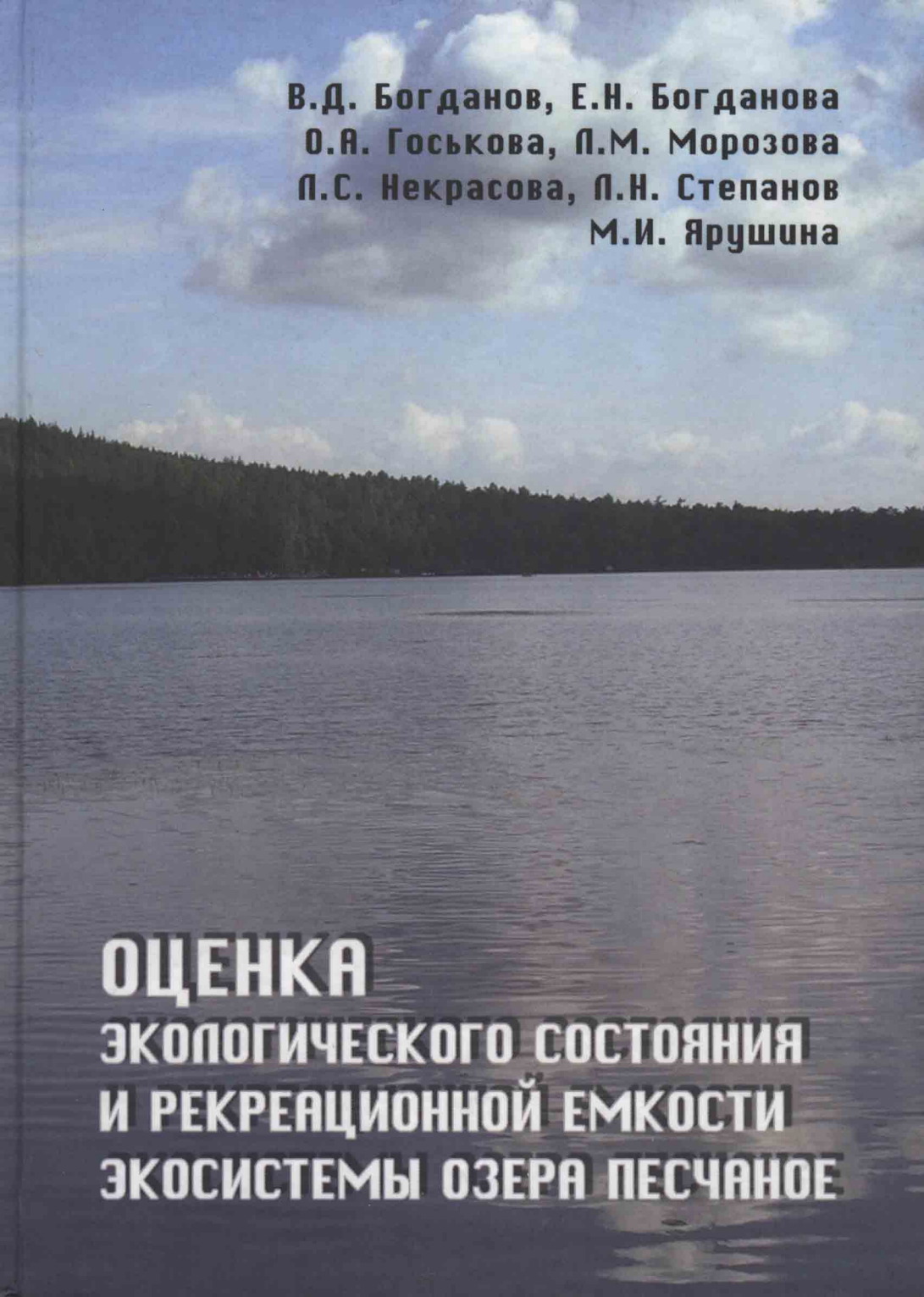
В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова
О.А. Госькова, Л.М. Морозова
Л.С. Некрасова, Л.Н. Степанов
М.И. Ярушина



ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ПЕСЧАНОЕ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова, О.А. Госькова,
Л.М. Морозова, Л.С. Некрасова, Л.Н. Степанов,
М.И. Ярушина

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ПЕСЧАНОЕ

ЕКАТЕРИНБУРГ
2007

УДК 574.5 + 597-15 + 556
ББК 28.082 + 28.693.32 + 26.22

Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Морозова Л.М., Некрасова Л.С., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. **Оценка экологического состояния и рекреационной емкости экосистемы озера Песчаное.** Екатеринбург: УрО РАН, 2007. ISBN 5–7691–1882–2.

В работе изложены результаты гидрохимических, гидробиологических и ботанических исследований оз. Песчаное и его водоохранной зоны, выполненных в 2003–2004 гг.

По гидрохимическим параметрам оз. Песчаное характеризуется как водоем, в котором идут процессы закисления. Для него отмечена низкая скорость деструкционных процессов. В донных отложениях аккумулировано повышенное количество тяжелых металлов и нефтепродуктов в результате многолетних миграций поллютантов. Озеру свойственны очень низкие биомассы фитопланктона при высокой численности, что имеет место в олиготрофных, гумифицированных и зарастающих водоемов. Состояние фитопланктона свидетельствует о слабом загрязнении воды органическими веществами.

Структурная организация зоопланктонного сообщества (таксономическая, размерная, сезонная, пространственная) говорит о том, что оз. Песчаное относится к мезотрофным водоемам с чистой от органических загрязнений водой, в рыбохозяйственном отношении озеро среднекормное для планктофагов.

Количественные показатели развития донной фауны характеризуют оз. Песчаное как водоем с низким уровнем развития кормовой базы рыб-бентофагов. По состоянию макрозообентоса грунты и придонные слои воды литорали соответствовали категории чистых, участки водоема в районе лагеря УГТУ-УПИ – умеренно загрязненных.

Песчаное по природному комплексу обитающих в нем рыб можно отнести к типичным окунево-плотвичным водоемам таежной зоны горного Урала. Ихтиофауна озера обедненная вследствие закисления и зимних заморов. В экосистеме озера выявлены нарушения растительного покрова и мезофауны прибрежной полосы, связанные с повышенной рекреационной нагрузкой.

Приоритетными направлениями природоохранной деятельности на оз. Песчаное можно назвать восстановление растительности в прибрежной полосе, благоустройство рекреационной зоны, организацию стоянок для транспорта, соблюдение запрета на использование моторного маломерного флота.

Работа выполнена по заказу администрации г. Екатеринбурга при поддержке руководства УГТУ-УПИ.

Ответственный редактор академик **В.Н. Большаков**

Рецензент к.б.н. **Т.В. Силина**

Б $\frac{\text{ПРП-2007–103(07)–6}}{\text{8П6(03)1998}}$ ПВ–2007

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2007 г.

5. ЗООБЕНТОС ОЗЕРА ПЕСЧАНОЕ

Донные беспозвоночные животные являются неотъемлемой частью биоценозов пресных водоемов. Они играют важную роль в процессах трансформации веществ и энергии как внутри водных экосистем, так и между ними и наземными экосистемами, участвуют в создании качественного и количественного разнообразия водной биоты. Организмы зообентоса – важный компонент в питании рыб.

Видовой состав и количественные характеристики зообентоса служат хорошими, а в ряде случаев единственными, гидробиологическими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды и широко применяются в разных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга за состоянием водных экосистем (Баканов, 2000).

Большое практическое значение озер (рыбохозяйственное, рекреационное и т. д.) заставляет обратить особое внимание на проблему их охраны, в решении которой необходимым этапом является получение информации о естественном состоянии водной биоты, в том числе сообществ донных беспозвоночных животных. Цель наших исследований – определить качественные и количественные характеристики донной фауны оз. Песчаное, дать предварительную оценку современного состояния макрозообентоса на разных участках водоема.

В 2003 г. была проведена рекогносцировочная съемка зообентоса. Поэтому особенности структуры, а также сезонной динамики численности и биомассы донной фауны анализировались на основании данных 2004 г. За два года исследований в составе донной фауны оз. Песчаное определены 104 широко распространенных на территории России вида и таксоны более высокого ранга, относящиеся к пяти типам и девяти классам беспозвоночных животных (табл. 5.1). Обнаружены представители 17 систематических групп. В 2003 г. отмечены 76 видов и форм, в 2004 г. – 83 (см. табл. 5.1). Наибольшего разнообразия достигали водные беспозвоночные животные класса насекомых (67 таксонов), среди которых преобладали личинки амфибиотических насекомых (64,4 % от общего числа видов и форм).

Таблица 5.1

Таксономический состав донных беспозвоночных животных оз. Песчаное

Группа, вид	2003 г.	2004 г.
ТИП COELENTERATA (CNIDARIA)		
Класс Hydrozoa		
Отряд Hydrida		
Семейство Hydridae		
Hydra sp.	+	+
ТИП NEMATHELMINTHES		
Класс Nematoda		
Отряд Dorylaimida		
Семейство Dorylaimidae		
Dorylaimus sp.	+	+
Семейство Crateronematidae		
Chrysonema holsaticum (Schneider, 1926)	–*	+
ТИП ANNELIDES		
Класс Oligochaeta		
Отряд Naidomorpha		
Семейство Naididae		
Chaetogaster diaphanus (Gruithuisen, 1828)	+	+
Dero dorsalis Ferronière, 1899	+	+
Nais barbata O.F. Müller, 1773	+	+
Ophidonais serpentina (O.F. Müller, 1773)	+	+
Pristina longiseta Ehrenberg, 1828	+	–
P. aequiseta Bourne, 1891	+	+
Pristinella bilobata (Bretscher, 1903)	+	–
Ripistes parasita (Schmidt, 1847)	+	+
Stylaria lacustris (Linnaeus, 1767)	+	+
Семейство Tubificidae		
Limnodrilus hoffmeisteri Claparede, 1862	+	+
Peloscolex ferox (Eisen, 1879)	+	+
Tubifex tubifex (O.F. Müller, 1774)	+	+
Отряд Lumbricomorpha		
Семейство Lumbriculidae		
Stylodrilus heringianus Claparède, 1862	+	+
Класс Hirudinea		
Отряд Rhynchobdellida		
Семейство Glossiphoniidae		
Glossiphonia heteroclita (Linnè, 1761)	+	–
G. complanata (Linnè, 1758)	–	+
Helobdella stagnalis (Linnè, 1758)	+	+

Продолжение табл. 5.1

Группа, вид	2003 г.	2004 г.
Отряд Arhynchobdellida		
Семейство Erpobdellidae		
Erpobdella nigricollis (Brandes, 1900)	+	–
Erpobdella octoculata (Linnè, 1758)	+	+
ТИП MOLLUSCA		
Класс Bivalvia		
Отряд Astartida		
Семейство Pisidiidae		
Euglesa sp.	+	+
Neopisidium sp.	+	+
Класс Gastropoda		
Отряд Ectobranchia		
Семейство Valvatidae		
Cincinna sibirica Middendorff, 1851	+	+
Valvata sp.	+	+
Отряд Architaenioglossa		
Сем. Viviparidae		
Contectiana listeri (Forbes et Hanley, 1835)	+	+
Отряд Hygrophila		
Семейство Lymnaeidae		
Lymnaea fragilis (stagnalis) (Linnè, 1758)	+	+
Семейство Bulinidae		
Planorbarius corneus (Linnè, 1758)	+	+
Семейство Planorbidae		
Choanomphalus rossmaessleri? (A. Schmidt, 1851)	+	+
Семейство Acroloxidae		
Acroloxis lacustris (Linnè, 1758)	+	+
ТИП ARTHROPODA		
Класс Crustacea		
Отряд Ostracoda n. det.	–	+
Класс Araneina (Arachnoidea)		
Отряд Acariformes		
Семейство Hydrachnidae		
Hydrachna sp.	+	–
Семейство Lebertiidae		
Lebertia sp.	–	+
Семейство Hygrobatidae		
Hygrobates longipalpis (Hermann, 1904)	–	+

Продолжение табл. 5.1

Группа, вид	2003 г.	2004 г.
Семейство Limnesiidae		
Limnesia connata Koenike, 1895	+	–
Отряд Aranei		
Семейство Agelenidae		
Argyroneta aquatica (Clerck, 1757)	+	+
Класс Insecta		
Отряд Odonata		
Семейство Coenagrionidae juv.	+	+
Семейство Corduliidae		
Cordulia aenea (Linnè, 1758)	+	–
Семейство Aeschnidae		
Aeschna sp.	–	+
Отряд Ephemeroptera		
Семейство Baetidae		
Cloeon simile (Eaton, 1870)	+	+
Семейство Caenidae		
Caenis horaria (Linnè, 1758)	+	+
C. rivulorum Eaton, 1884	–	+
Семейство Leptophlebiidae		
Leptophlebia submarginata (Stephens, 1835)	–	+
Paraleptophlebia cincta (Retzius, 1783)	+	+
Отряд Megaloptera		
Семейство Sialidae		
Sialis sp.	+	+
Отряд Coleoptera		
Семейство Haliplidae		
Haliplus fulvus (Fabricius, 1801)	+	–
Семейство Elmidae		
Limnius sp.	–	+
Отряд Trichoptera		
Семейство Hydroptilidae		
Ithytrichia lamellaris Eaton, 1873	–	+
Семейство Polycentropodidae		
Cyrnus flavidus McLachlan, 1864	+	+
Neuroclepsis bimaculata (Linnaeus, 1758)	–	+
Семейство Phryganeidae		
Agrypnia pagetana Curtis, 1835	+	+
Phryganea grandis Linnaeus, 1758	+	+
Семейство Molannidae		
Molanna angustata Curtis, 1834	+	+

Продолжение табл. 5.1

Группа, вид	2003 г.	2004 г.
Семейство Sericostomatidae		
Notibolia ciliaris Linnaeus, 1761	–	+
Семейство Leptoceridae		
Leptocerus tineiformes Curtis, 1834	+	+
Mystacides niger Linnaeus, 1758	–	+
Setodes punctatus Fabricius, 1793	+	–
Семейство Limnephilidae		
Halesus radiatus (Curtis, 1834)	–	+
Limnephilus flavicornis (Fabricius, 1787)	–	+
L. fuscicornis (Rambur, 1842)	+	+
Отряд Lepidoptera		
Семейство Pyraustidae		
Parapoynx stratiotata Linnaeus, 1758	–	+
Acentria ephemerella Denis et Schiffermüller, 1775	+	+
Отряд Diptera		
Семейство Limoniidae		
Pedicia sp.	–	+
Семейство Heleidae		
Bezzia flavicornis (Staeger, 1839)	+	–
B. rubiginosa (Winnertz, 1852)	+	–
Palpomyia lineata (Meigen, 1804)	+	+
P. rufipes (Meigen, 1818)	+	–
Stilobezzia flavirostris (Winnertz, 1852)	+	+
Семейство Tabanidae		
Chryzops sp.	+	+
Tabanus sp.	–	+
Семейство Chironomidae		
Подсемейство Tanypodinae		
Ablabesmyia gr. *monilis* Linnè, 1758	+	–
Clinotanypus nervosus (Meigen, 1818)	+	+
Procladius choreus Meigen, 1804	+	+
P. ferrugineus Kieffer, 1919	+	+
Thienemannimyia gr. *lentiginosa* (Fries, 1823)	–	+
Подсемейство Orthocladiinae		
Corynoneura celeripes Winnertz, 1852	–	+
Orthocladius sp.	+	+
Paratrichocladius sp.	+	–
Psectrocladius obvius (Walker, 1856)	–	+
P. zetterstedti Brundin, 1949	–	+
Thienemanniella gr. *acuticornis* (Kieffer, 1925)	+	+

Окончание табл. 5.1

Группа, вид	2003 г.	2004 г.
Подсемейство Chironominae		
Триба Chironomini		
Chironomus plumosus (Linnè, 1758)	+	+
Cryptochironomus gr. *defectus* Kieffer, 1921	+	+
Cryptocladopelma viridula (Fabricius, 1805)	+	+
Demicryptochironomus vulneratus (Zetterstedt, 1860)	+	+
Dicrotendipes nervosus Staeger, 1839	+	+
Dicrotendipes tritomus (Kieffer, 1916	+	–
Einfeldia carbonaria (Meigen, 1818)	+	–
Endochironomus albipennis Meigen, 1830	+	+
Glyptotendipes glaucus (Meigen, 1818)	+	+
Microtendipes pedellus (De Geer, 1776)	+	+
Pagastiella orophila (Edwards, 1929)	+	–
Parachironomus pararostratus Harnisch, 1923	+	–
P. vitiosus (Goetghebuer, 1921)	+	–
Polypedilum bicrenatum Kieffer, 1921	+	+
P. gr. *convictum* (Walker, 1856)	+	+
P. exectum Kieffer, 1915	+	+
P. scalaenum (Schrank, 1803)	+	–
Pseudochoronomus prasinatus (Staeger, 1839)	+	–
Stictochironomus crassiforceps (Kieffer, 1922)	+	+
Триба Tanytarsini		
Cladotanytarsus gr. *mancus* (Walker, 1856)	–	+
Micropsectra recurvata Goetghebuer, 1928	–	+
Tanytarsus gr. *gregarius* Kieffer, 1909	+	+

* Вид не отмечен.

Высокое таксономическое разнообразие установлено в группе хирономид – 33 таксона. Большой вклад в создание качественного обилия гидробионтов вносили олигохеты (14 таксонов), ручейники (13) и моллюски (9).

Литораль

Южная литораль (станция 1). Общий список донной фауны южной литорали оз. Песчаное включает 61 таксон беспозвоночных животных. В 2003 г. отмечены 29 видов и форм, в 2004 г. – 44. Наиболее разнообразно были представлены хирономиды,

Таблица 5.2

Численность и биомасса основных групп зообентоса южной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Олигохеты	760/1,376	190/0,388	310/0,888	460/0,842	650/0,936
Пиявки	120/4,876	10/0,042	10/0,430	10/0,060	20/0,420
Моллюски	480/0,796	60/0,286	230/0,324	90/0,680	160/0,652
Ручейники	40/0,888	20/0,308	50/0,274	10/0,040	20/0,070
Хирономиды	520/0,488	130/0,046	1160/0,604	420/0,342	540/0,370
Всего видов	18	18	19	25	20

Примечание. Здесь и в табл. 5.4, 5.6, 5.9, 5.12, 5.14 в числителе N – численность, экз/м^2; в знаменателе B – биомасса, г/м^2.

Таблица 5.3

Комплекс доминирующих видов зообентоценоза южной литорали оз. Песчаное

Вид	2003 г.			Вид	2004 г.		
	I_d	N	B		I_d	N	B
C. plumosus	2,8	304	1,381	*E. octoculata*	4,4	22	1,072
M. pedellus	1,9	313	0,346	*S. heringianus*	3,4	174	0,405
V. sibirica	1,5	72	0,403	*L. hoffmeisteri*	2,8	194	0,432
L. hoffmeisteri	1,2	118	0,608	*Euglesa* sp.	2,8	176	0,291
T. gr. *gregarius*	1,2	172	0,091	*M. pedellus*	2,6	328	0,246
M. angustata	1,0	47	0,147	*P. choreus*	1,4	54	0,075
				M. angustata	1,1	14	0,068
				T. tubifex	1,0	48	0,036
				H. stagnalis	1,0	12	0,093
Всего бентоса	–	2391	4,330	Всего бентоса	–	1360	3,580

Примечание. Здесь и в табл. 5.7, 5.10, 5.13 I_d – индекс доминирования; N – численность, экз/м^2; B – биомасса, г/м^2.

олигохеты и личинки ручейников. Видовой состав гидробионтов на данном участке водоема в течение вегетационного сезона изменялся незначительно – от 18 до 25 видов и форм (табл. 5.2).

В течение всего периода наблюдений в составе зообентоса по численности доминировали личинки хирономид и олигохеты. По биомассе, как правило, преобладали олигохеты и пиявки. Значительный вклад в создание общей биомассы гидробионтов

Рис. 5.1. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса южной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

вносили моллюски и ручейники (см. табл. 5.2). Плотность гидробионтов изменялась от 250 до 3500 экз/м^2, биомасса – от 0,37 до 8,79 г/м^2. Минимум численности и биомассы донной фауны отмечен в июне.

Небольшой спад в развитии зообентоса наблюдался в августе (рис. 5.1). Сезонные изменения количественных показателей развития зообентоса определялись в основном отмиранием взрослых особей и отрождением молоди олигохет и моллюсков, а также вылетом имаго и появлением младшевозрастных групп личинок хирономид (см. табл. 5.2).

В 2004 г. организмы доминирующего комплекса формировали 75,9 % суммарной биомассы гидробионтов (табл. 5.3). В 2003 г. на их долю приходилось 68,7 %. Наряду с видами руководящего комплекса в составе донной фауны часто встречались нематоды *C. holsaticum*, олигохеты *S. lacustris*, поденки *L. submarginata*, мокрецы *Palpomyia* sp., личинки хирономид *M. recurvata* и *C.* gr. *defectus*.

Средние значения плотности и биомассы бентоса за вегетационный сезон 2004 г. составили 1364 экз/м^2 и 3,580 г/м^2; 2003 г. – 1443 экз/м^2 и 3,384 г/м^2 соответственно. По численности преобладали олигохеты и личинки хирономид, доля которых в общей плотности беспозвоночных животных в среднем составила 88,6 % в 2003 г. и 75,3 % в 2004. В создании суммарной биомассы гидробионтов в 2004 г. снизилось значение личинок хирономид, возросла роль пиявок и ручейников (рис. 5.2). Состав видов доминирующего комплекса существенно различался в разные годы (см. табл. 5.3). За два года исследований средняя численность донных

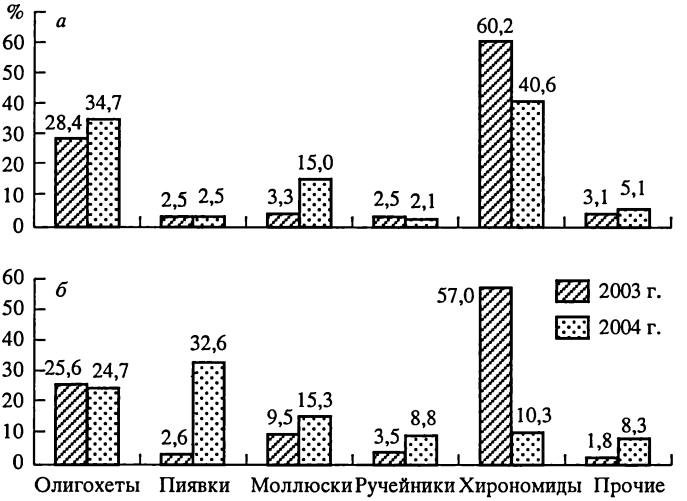


Рис. 5.2. Роль разных групп беспозвоночных животных в зообентосе южной литорали оз. Песчаное:
а – численность, %; *б* – биомасса, %

беспозвоночных животных составила 1876 экз/м^2 (250–3500). По величине средней (за два года) биомассы, равной 3,955 г/м^2, макрозообентос данного участка озера характеризуется умеренным уровнем развития (Китаев, 1984).

Западная литораль (станция 2). Фауна донных беспозвоночных животных растительных ассоциаций западного побережья оз. Песчаное во время исследований в 2004 г. была представлена 18 таксонами гидробионтов. Наиболее высокая встречаемость (> 50,0 %) отмечена для *V. sibirica* (моллюски) и *M. recurvata* (хирономиды). Среди олигохет по численности доминировали представители семейства Naididae (44,4 % общей численности).

Ведущую роль в создании количественных характеристик зообентоса играли хирономиды, олигохеты и моллюски (табл. 5.4). В июне 38,1 % биомассы всего бентоса приходилось на долю ручейников. Сезонная динамика количественных показателей развития зообентоса в 2004 г. характеризовалась одновершинной кривой. Пик численности и биомассы отмечен в июле (рис. 5.3).

Снижение количественных показателей развития донной фауны в июле и августе обусловлено вылетом имаго хирономид и элиминацией моллюсков. В течение вегетационного сезона

Таблица 5.4

Значение ведущих групп донных беспозвоночных животных в зообентосе западной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Олигохеты	–	120/0,114	250/0,040	50/0,160	100/0,030	104/0,069
Моллюски	50/0,340	–	350/1,430	–	50/0,640	90/0,482
Хирономиды	150/0,340	50/0,024	500/0,180	50/0,010	150/0,070	180/0,125
Всего видов	4	9	9	2	4	18

Таблица 5.5

Численность и биомасса ведущих групп зообентоса западной литорали оз. Песчаное

Группа	2003 г.	2004 г.
Олигохеты	24,7/6,4	24,3/9,1
Моллюски	20,3/26,0	21,0/63,2
Стрекозы	2,6/42,3	–
Ручейники	1,5/11,4	0,5/2,6
Хирономиды	37,4/8,3	42,1/16,4
Средняя численнность, экз/м^2	1103	428
Средняя биомасса, г/м^2	7,642	0,762
Всего видов	41	18

Примечание. Здесь и в табл. 5.8, 5.11 в числителе N – численность, %; в знаменателе B – биомасса, %.

2004 г. плотность гидробионтов в растительных ассоциациях изменялась от 100 до 1250 экз/м^2, биомасса – от 0,170 до 1,89 г/м^2. Минимум развития гидробионтов отмечен в июне и августе.

Для данного биотопа характерен высокий уровень доминирования брюхоногих моллюсков *V. sibirica* (I_d = 4,3), биомасса которых в осенний период составляла 86,5 % от общей биомассы всех беспозвоночных. В состав комплекса руководящих видов входили также хирономиды *M. recurvata* и поденки *C. horaria*, индексы доминирования которых составляли 1,2 и 1,0 соответственно. Средние за сезон величины плотности и биомассы гидробионтов были низкими – 428 экз/м^2 и 0,762 г/м^2.

В 2003 г. донная фауна западной литорали озера характеризовалась высоким уровнем качественного и количественного развития (табл. 5.5). Биомасса бентоса достигала 84,99 г/м^2, более 80,0 % ее приходилось на долю крупных брюхоногих моллю-

Рис. 5.3. Сезонная динамика численности и биомассы бентоса западной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

сков *C. listeri* и *P. corneus*. Комплекс доминирующих организмов был представлен 3 видами: *V. sibirica* (I_d = 3,3) – моллюски, *C. aenea* (2,1) – стрекозы и *C. plumosus* (1,7) – хирономиды.

Количественные показатели развития зообентоса за два года исследований определяли олигохеты, личинки хирономид и моллюски (см. табл. 5.5). В 2004 г. в составе сообществ донных беспозвоночных животных рассматриваемой зоны озера не отмечены стрекозы, игравшие существенную роль в зообентоценозах в 2003 г. Список видов и форм включал 46 таксонов гидробионтов. Средние величины численности и биомассы бентоса за два года исследований составили 766 экз/м^2 и 4,202 г/м^2.

Северная литораль. *Заиленные песчано-галечные биотопы с примесью растительных и древесных остатков (станция 3).* Зообентос данных биотопов северной литорали озера в 2004 г. был представлен 33 таксонами гидробионтов. Количество видов и форм в течение весенне-летнего периода изменялось незначительно – от16 до 21 (табл. 5.6). В сентябре видовое обилие бентоса снизилось.

В течение всего периода наблюдений в составе зообентоса по численности и биомассе доминировали личинки хирономид и олигохеты – 82,9–96,0 % общей плотности и 66,7–83,0 % общей биомассы гидробионтов соответственно. Развитием этих групп и определялся ход сезонной динамики количественных характеристик зообентоса (рис. 5.4).

Максимальный уровень развития беспозвоночных наблюдался в мае. Осенью (в сентябре) численность донных животных снизилась почти в 6 раз, а биомасса – на порядок.

Таблица 5.6

Изменение биомассы основных групп зообентоса северной литорали оз. Песчаное (станция 3), 2004 г.

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Олигохеты	2160/4,152	380/0,907	440/1,018	420/0,648	150/0,190	710/1,383
Пиявки	60/0,472	20/0,156	–	10/0,048	–	18/0,135
Моллюски	260/0,548	75/0,145	100/0,114	40/0,144	20/0,104	99/0,211
Ручейники	80/0,184	10/0,082	40/0,330	30/0,122	20/0,114	36/0,166
Хирономиды	540/0,744	1520/0,655	3460/1,166	430/0,228	380/0,246	1266/0,608
Всего видов	21	16	18	19	10	33

Таблица 5.7

Комплекс доминирующих видов зообентоса северной литорали оз. Песчаное

Вид	2003 г.			Вид	2004 г.		
	I_d	N	B		I_d	N	B
M. angustata	6,6	72	1,645	*L. hoffmeisteri*	4,1	354	0,6712
M. pedellus	4,2	525	0,649	*T. tubifex*	3,8	210	0,363
Euglesa sp.	1,1	111	0,107	*S. heringianus*	3,7	136	0,346
V. sibirica	1,1	35	0,108	*P. exectum*	3,0	704	0,227
				M. angustata	2,2	18	0,122
				Euglesa sp.	1,8	62	0,088
				P. choreus	1,6	78	0,182
				M. pedellus	1,1	262	0,088
				V. sibirica	1,1	31	0,093

Таблица 5.8

Численность и биомасса ведущих групп зообентоса заиленных песчано-галечных биотопов западной литорали оз. Песчаное (станции 3, 9)

Группа	2003 г.	2004 г.
Олигохеты	8,2/5,6	32,4/53,5
Пиявки	1,0/2,5	0,8/5,2
Моллюски	20,3/26,0	4,5/8,2
Ручейники	5,0/44,2	1,6/6,4
Хирономиды	63,0/32,7	58,0/23,5
Средняя численнность, экз/м^2	1458	2188
Средняя биомасса, г/м^2	3,721	2,584
Всего видов	23	33

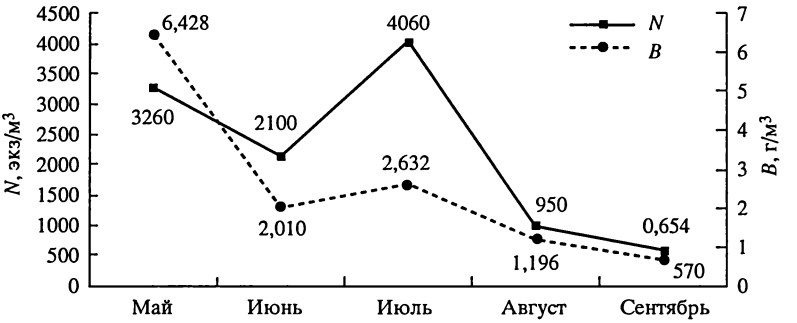


Рис. 5.4. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса оз. Песчаное (станция 3), 2004 г.

На долю видов доминирующего комплекса в 2004 г. приходилось 84,4 % биомассы сообщества. Ядро руководящих видов составляли олигохеты (*L. hoffmeisteri*, *T. tubifex*, *S. heringianus*), личинки хирономид (*P. exectum*) и ручейников (*M. angustata*). В 2003 г. 67,4 % биомассы всего бентоса складывалось за счет организмов доминантного комплекса, среди которых наибольшее значение имели ручейники *M. angustata* и хирономиды *M. pedellus* (табл. 5.7).

Для данного биотопа в течение двух лет наблюдений был характерен умеренный уровень развития зообентоса. В составе бентоценозов отмечено 43 вида и формы гидробионтов. В 2004 г. в зообентосе снизилось значение моллюсков и ручейников, и возросла роль олигохет. За вегетационный сезон средние величины численности и биомассы донных организмов в разные годы существенно не различались (табл. 5.8).

Песчаные заиленные биотопы с примесью растительных остатков (*водозабор*, *станция 5*). Сезонная динамика количественных показателей развития зообентоса в 2004 г. характеризовалась одновершинной кривой. Пик численности отмечен в июле, тогда как пик биомассы был смещен на месяц и наблюдался в августе (рис. 5.5).

Плотность гидробионтов определялась в основном изменением численности олигохет семейств Tuficidae и Lumbficulidae. В создании общей биомассы наряду с олигохетами большое значение имели пиявки и моллюски (табл. 5.9). В мае в составе донных беспозвоночных доминировали ручейники – 66,7 % общей биомассы. Из 36 видов и форм беспозвоночных животных, отмечен-

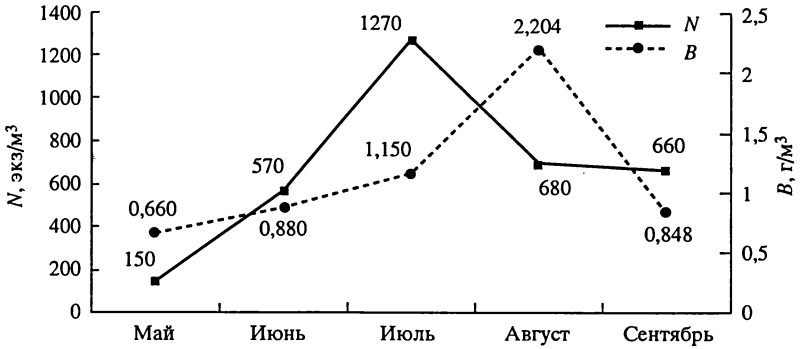


Рис. 5.5. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса в районе водозабора оз. Песчаное, 2004 г.

ных на данном участке водоема в 2004 г., по числу таксонов преобладали личинки хирономид (12) и олигохеты (9), составляющие 65,4 % от общего списка организмов.

Группа руководящих видов была представлена 5 таксонами: *L. hoffmeisteri*, *S. heringianus*, *T. tubifex* – олигохеты, *E. octoculata* – пиявки, *Euglesa* sp. – моллюски (табл. 5.10). Они обеспечивали своим развитием 72,5 % суммарной биомассы зообентоса. Наряду с указанными таксонами часто встречались *P. ferox* (олигохеты), *M. pedellus*, *P. exectum*, *M. recurvata* (хирономиды). В 2003 г. в состав доминирущего комплекса организмов кроме олигохет (*L. hoffmeisteri*, *S. heringianus*, *T. tubifex*) входили моллюски (*V. sibirica*), личинки слепней (*Chryzops* sp.), ручейников (*M. angustata*), хирономид (*P. exectum*) – их доля в общей биомассе составила 69,0 %.

Общий список гидробионтов, зарегистрированных в северной литорали водоема за два года исследований, включает 46 видов и форм. По числу таксонов превалировали личинки хирономид (17) и олигохеты (12). Численность донной фауны определяли олигохеты и личинки хирономид (табл. 5.11). Большую роль в создании биомассы сообществ донных беспозвоночных животных играли моллюски, пиявки и личинки ручейников. Уровень развития зообентоса в течение двух лет был низким. Средние величины численности и биомассы составили 879 экз/м^2 и 1,209 г/м^2.

Восточная литораль (станция 6). Донная фауна чистых и слабо заиленных песков восточного прибрежья озера в 2004 г. была представлена девятью видами беспозвоночных живот-

Таблица 5.9

Значение разных групп беспозвоночных животных в донных сообществах в районе водозабора оз. Песчаное, 2004 г.

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Олигохеты	100/0,220	340/0,788	850/0,774	380/0,566	430/0,542	420/0,578
Пиявки	–	–	50/0,354	120/1,394	–	34/0,350
Моллюски	–	10/0,012	70/0,224	30/0,204	60/0,180	34/0,124
Ручейники	50/0,440	–	10/0,012	–	20/0,048	16/0,100
Хирономиды	–	185/0,067	220/0,062	110/0,024	130/0,046	129/0,040
Всего видов	3	17	18	14	14	36

Таблица 5.10

Доминирующий комплекс беспозвоночных животных оз. Песчаное (водозабор, станция 5)

Вид	2003 г.			Вид	2004 г.		
	I_d	*N*	*B*		I_d	*N*	*B*
S. heringianus	3,5	102	0,334	*L. hoffmeisteri*	4,6	195	0,255
L. hoffmeisteri	2,1	160	0,116	*S. heringianus*	3,3	81	0,207
V. sibirica	2,1	35	0,113	*T. tubifex*	2,1	95	0,084
Chryzops sp.	2,1	13	0,115	*E. octoculata*	2,0	28	0,298
M. angustata	1,8	20	0,177	*Euglesa* sp.	1,1	22	0,042
T. tubifex	1,5	134	0,057				
P. exectum	1,5	48	0,027				
Всего бентоса	–	1092	1,195	Всего бентоса	–	666	1,223

Таблица 5.11

Численность и биомасса ведущих групп зообентоса северной литорали оз. Песчаное

Группа	2003 г.	2004 г.
Олигохеты	55,6/45,3	63,1/47,3
Пиявки	3,2/3,7	5,1/28,7
Моллюски	7,3/12,0	5,1/10,2
Ручейники	1,8/14,8	2,4/8,2
Хирономиды	24,0/13,0	19,4/3,3

Таблица 5.12

Значение (?) разных групп беспозвоночных животных в составе зообентоса восточной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Олигохеты	60/0,160	45/0,110	50/0,156	40/0,094	90/0,092	57/0,122
Поденки	–	–	–	–	10/0,020	2/0,004
Прочие	20/0,008	25/0,006	20/0,004	10/0,002	30/0,006	21/0,005
Хирономиды	–	40/0,015	–	–	20/0,006	12/0,004
Число видов	2	4	2	3	5	9

Таблица 5.13

Комплексы доминирующих видов зообентоса восточной литорали оз. Песчаное в разные годы

Вид	2003 г.			Вид	2004 г.		
	I_d	*N*	*B*		I_d	*N*	*B*
L. hoffmeisteri	8,5	220	0,242	*L. hoffmeisteri*	6,1	32	0,079
D. vulneratus	1,1	10	0,040	*S. heringianus*	3,4	25	0,044
Всего бентоса	–	295	0,337	Всего бентоса	–	92	0,136

ных. Численность и биомасса зообентоса за период наблюдений изменялись незначительно – от 50 до 150 экз/м^2 и от 0,096 до 0,168 г/м^2 (табл. 5.12). Минимальные значения отмечались в августе.

Количественные характеристики гидробионтов определяли малощетинковые черви. По биомассе в составе зообентоценозов доминировали *L. hoffmeisteri* и *S. heringisnus* – 74,2–97,9 % от суммарной биомассы всего бентоса. Средние значения плотности и биомассы донных организмов за вегетационный сезон составили 92 экз/м^2 и 0,136 г/м^2 (табл. 5.13).

За два года исследований на слабо заиленных песчаных биотопах восточной литорали оз. Песчаное отмечено 16 видов и форм гидробионтов. В составе сформировавшегося здесь зообентоценоза преобладают малощетинковые черви семейств Tubificidae и Lumbriculidae, доля которых в общей численности и биомассе бентоса в 2003 г. составила 81,4 и 78,9 %; в 2004 г. – 62,0 и 90,4 % соответственно. Абсолютным доминантом являлся *L. hoffmeisteri* – 58,1 (2004 г.) и 71,8 % (2003 г.) от общей биомассы всего бентоса. Большую роль играли *S. heringianus* и

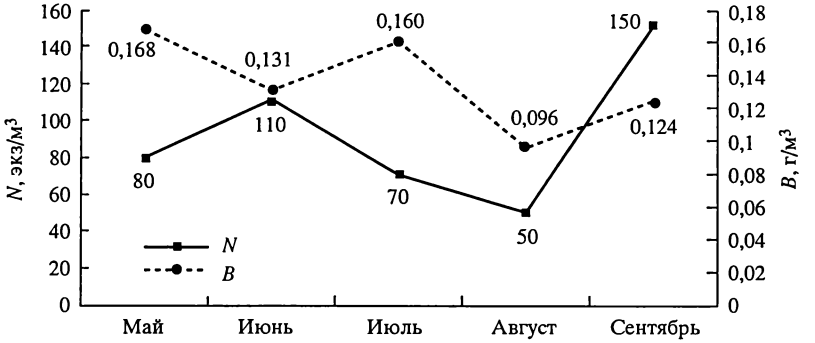


Рис. 5.6. Динамика численности и биомассы зообентоса восточной литорали оз. Песчаное, 2004 г.

D. vulneratus (см. табл. 5.13). Уровень количественного развития донных беспозвоночных животных был очень низким. Плотность и биомасса гидробионтов изменялись незначительно (рис. 5.6).

Пелагиаль

Зообентос центральных участков оз. Песчаное отличался низким уровнем видового разнообразия. За весь период наблюдений в его составе отмечено девять таксонов, что составляет 8,7 % от общего списка видов и форм. В мае и сентябре донные беспозвоночные животные в пробах отсутствовали. Количественные показатели зообентоса определяли олигохеты и личинки хирономид (табл. 5.14).

В 2003 г. в зообентоценозах центральной зоны озера доминировали хищные личинки хирономид *P. ferrugineus* – 34,9 % от общей биомассы. Руководящими по биомассе формами в составе зообентоса пелагиали в 2004 г. являлись *M. pedellus*, *L. hoffmeisteri* – 27,8–100,0 и 37,2–44,4 % от биомассы всего бентоса соответственно. Средняя численность зообентоса за два года исследований составила 56 экз/м^2, биомасса – 0,058 г/м^2. Величины биомасс характеризуют пелагиаль озера как зону с очень низким уровнем развития донной фауны (Китаев, 1984).

В целом за весь период исследований в составе макрозообентоса оз. Песчаное установлено 104 вида и таксона более высокого ранга (см. табл. 5.1). Наиболее широко были представлены

Таблица 5.14

Количественные характеристики зообентоса пелагиали оз. Песчаное

Группа	2004 г.				2003 г.
	Июнь	Июль	Август	Среднее	Среднее
Олигохеты	–	60,0/37,2	66,7/72,2	53,4/52,8	19,2/4,4
Поденки	–	10,0/20,3	–	3,3/8,6	5,8/22,2
Мокрецы	–	–	–	–	7,7/15,6
Хирономиды	100,0/100,0	30,0/42,5	33,3/27,8	43,4/38,6	67,3/57,8
Численность, экз/м^2	50	100	150	60	52
Биомасса, г/м^2	0,020	0,148	0,180	0,070	0,045
Всего видов	1	3	3	4	7

хирономиды, олигохеты, ручейники и моллюски. Личинки амфибиотических насекомых составляли 64,4 % от общего числа видов и форм. Высокое таксономическое разнообразие отмечено в группе хирономид – 33 таксона, среди которых преобладали представители подсемейства Chironominae (81,8 % от общего количества видов семейства). Большой вклад в создание качественного обилия гидробионтов вносили олигохеты, ручейники и моллюски.

Наиболее разнообразна донная фауна литоральной зоны озера, где зарегистрированы все представители беспозвоночных животных, отмеченных в водоеме. В северной литорали водоема обнаружены 58 (55,8 % от общего числа видов) таксонов гидробионтов, южной – 52 (50,0), западной – 31 (29,8). Для зообентоса песчаных биотопов восточной литорали характерно небольшое число таксонов – 16 видов и форм (15,4 % от общего количества). Наиболее часто в сообществах донных беспозвоночных животных встречаются пелофильные виды олигохет семейств Tubificidae и Lumbriculidae – *T. tubifex*, *L. hoffmeisteri*, *L. variegatus*; пиявки – *H. stagnalis*; моллюски – *V. sibirica*, *Euglesa* sp.; ручейники – *M. angustata*; хирономиды – *M. pedellus*, *P. exectum*, *M. recurvata*, *P. choreus* и личинки мокрецов. В зарослях высших водных растений среди олигохет по численности преобладают фитофильные представители семейства Naididae. В группе хирономид большую роль играют зарослевые формы семейства Orthocladiinae: *C. celeripes*, виды родов *Psectrocladius* и *Orthocladius*.

Экологические условия (характер грунта, наличие вышей водной растительности и т. д.) на разных участках прибрежной

Таблица 5.15

Качественные и количественные характеристики зообентоса на разных участках оз. Песчаное, 2003–2004 гг.

Показатель	Литораль				Пелагиаль
	Южная	Северная	Западная	Восточная	
Число видов	29/44	36/45	23/18	9/9	7/4
Доля от общего числа таксонов, %	35,8/53,0	44,4/54,2	28,4/21,7	10,8/10,8	8,6/4,8
Средняя численность, экз/м^2	2391/1360	1275/1427	1103/428	295/92	52/60
Средняя биомасса, г/м^2	4,330/3,580	2,458/1,904	7,642/0,762	0,337/0,136	0,045/0,070

Примечание. В числителе данные 2003 г., в знаменателе – 2004.

зоны водоема неодинаковы и оказывают влияние на развитие зообентоса, его видовой состав, количественные характеристики и определяют комплекс доминирующих видов гидробионтов.

Ведущую роль в создании численности и биомассы зообентоценозов озера играли, как правило, олигохеты, хирономиды и моллюски. Значение этих групп гидробионтов в течение вегетационного периода и в разные годы может существенно меняться и определяться жизненными циклами массовых видов зообентоса. Для большей части литорали оз. Песчаное характерен умеренный уровень развития гидробионтов. Средние (за два года исследований) значения биомассы зообентоса на южных, северных и западных участках прибрежной зоны были одного порядка и составляли в среднем 3,955, 2,181 и 3,821 г/м^2 соответственно. Песчаные биотопы восточного прибрежья озера за весь период изучения отличались низким уровнем развития донных беспозвоночных – средние величины составляли 194 экз/м^2 и 0,236 г/м^2 (табл. 5.15).

Центральные участки водоема отличаются очень низким уровнем развития гидробионтов – 56 экз/м^2 и 0,058 г/м^2, что, на наш взгляд, определяется характером грунта, представленного в основном неструктурированными илами с большим количеством неразложившихся растительных остатков (см. табл. 5.15). На структурированных илистых биотопах пелагиали могут быть очень высокие биомассы бентосных организмов (до 50 г/м^2), как это наблюдали на некоторых озерах Свердловской области (Богданов и др., 1995; Ковалькова, 1975; и др.).

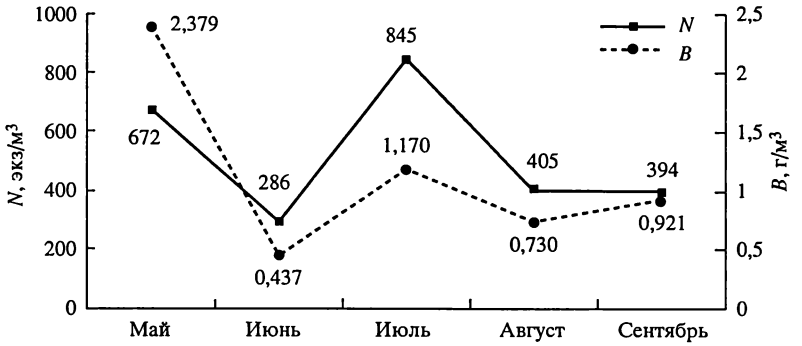


Рис. 5.7. Сезонная динамика численности и биомассы зообентоса оз. Песчаное

Ход динамики средних значений численности и биомассы бентоса озера отражает общую картину сезонного изменения количественных показателей развития донной фауны на разных участках водоема и носит одновершинный характер (см. рис. 5.1, 5.3–5.7). Снижение количественных характеристик зообентоса в июне определяется элиминацией взрослых особей олигохет, моллюсков и вылетом имаго хирономид. Увеличение численности и биомассы гидробионтов в июле связано с отрождением молоди этих групп беспозвоночных животных.

Количественные показатели развития донной фауны как разных зон оз. Песчаное, так и всего водоема в целом, в 2004 г. были ниже, чем в 2003 г. (см. табл. 5.15, 5.16). Средневзвешенные значения численности и биомассы кормового для рыб зообентоса, рассчитанные с учетом площадей пелагиали и литорали озера, составили 515 экз/м^2 и 1,127 г/м^2 соответственно. С учетом крупных брюхоногих моллюсков (*C. listeri, P. corneus*) средневзвешенная биомасса донных беспозвоночных животных увеличивается в 2,5 раза и составляет 2,827 г/м^2. По величине средней биомассы донной фауны за два года исследований (1,54 г/м^2) оз. Песчаное можно отнести к малокормным для рыб водоемам с низким уровнем развития зообентоса (Китаев, 1984; Пидгайко и др., 1968).

Согласно значениям биотического индекса Вудивисса и величине относительной численности олигохет, зона южной литорали оз. Песчаного в районе станции 1 и северной литорали в районе станции 3 соответствовали классу чистых вод (табл. 5.17). Западная литораль водоема (станция 2) по величине биотическо-

Таблица 5.16

Средние величины численности и биомассы зообентоса оз. Песчаное

Показатель	2004 г.						2003 г.		
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее	Июль	Сентябрь	Среднее
Численность, экз/м^2	672	286	845	405	394	515	651	651	651
Биомасса, г/м^2	2,379	0,437	1,170	0,730	0,921	1,127	2,399	1,509	1,954

Таблица 5.17

Величины биотического индекса Вудивисса и относительной численности олигохет на разных участках оз. Песчаное (средние за сезон), 2004 г.

Индекс	Станция				
	1	2	3	5	6
N_o/N_b	39,7	33,3	33,1	62,9	65,5
BI	6,4	3,4	6,0	4,0	2,6
Класс вод	Чистые	Умеренно загрязненные	Чистые	Умеренно загрязненные	Загрязненные

го индекса характеризовалась умеренным уровнем загрязнения. Относительная численность олигохет отвечала классу чистых вод. Участки акватории озера в районе водозабора (станция 5) соответствовали классу умеренно загрязненных вод.

На основании полученных величин индексов восточная литораль водоема (станция 6) соответствовала классу загрязненных вод. В пелагиали озера низкие значения биотического индекса (станция 1), на наш взгляд, определяются не уровнем загрязнения центральных участков, а характером грунта, как отмечалось выше.