

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗЕРА АРАХЛЕЙ

(Забайкалье)

Ответственные редакторы:
М. Ю. Бекман,
канд. биол. наук В. П. Горлачев



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск • 1981

Биологическая продуктивность озера Арахлей (Забайкалье). - Новосибирск: Наука, 1981.

Представлены результаты многолетних комплексных исследований мезотрофного оз. Арахлей, выполненные в 1964-1976 гг. Забайкальской комплексной экспедицией Лимнологического института СО АН СССР. Рассмотрен термический режим озера. Охарактеризованы видовой состав, распределение, сезонные и годовые изменения фитопланктона, макрофитов, простейших, фитофильного зоопланктона и зообентоса. Излагаются материалы по биологии ракового планктона, вертикальному распределению и суточной ритмике планктонных сообществ. Даны оценка элементов биотического баланса.

Книга представляет интерес для лимнологов, ихтиологов, преподавателей и студентов вузов и может быть использована рыболовецкими и проектными организациями.

ВВЕДЕНИЕ

В сборнике излагаются материалы по биологической продуктивности мезотрофного оз. Арахлей, выполненные сотрудниками Забайкальской комплексной экспедиции Лимнологического института СО АН СССР.

Озеро Арахлей (рис. 1) входит в группу Ивано-Арахлейских озер, расположенных на юге Витимского плоскогорья вдоль тектонической впадины, вытянутой более чем на 100 км в северо-восточном направлении между Яблоновым и Осиновым хребтами. Озеро имеет рыбопромысловое значение и в последние годы интенсивно используется в целях рекреации.

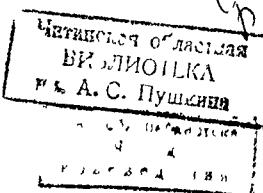
Комплексное изучение биологической продуктивности Ивано-Арахлейских озер началось в 1961 г. Лимнологической экспедицией Читинского государственного педагогического института. С 1966 г. эти работы продолжены Лимнологическим институтом, с 1967 г. проводились в плане МБП. Организатором и научным руководителем работ до 1974 г. являлся Б.А. Шишков.

Проведенные исследования выявили ряд региональных особенностей режима озер, основные из которых – своеобразие годового лимнического цикла, детерминированное климатическими факторами и существенные межгодовые изменения, охватывающие все абиотические и биотические параметры режима озер, в основе чего находятся циклические изменения общей увлажненности региона.

Несмотря на ряд важных общих выводов, полученных в результате работ, значительная часть фактических материалов не была опубликована. Настоящий сборник в некоторой мере восполняет этот пробел.

Озеро Арахлей – самое крупное из озер Ивано-Арахлейской группы. Площадь его зеркала $58,2 \text{ км}^2$, объем водных масс $0,61 \text{ км}^3$, максимальная глубина 16,7 м, средняя – 10,4 м. Воды озера, по классификации О.А. Алексина, гидрокарбонатно-кальциевые, первого типа. Сумма ионов колеблется в пределах 138 – 179 мг/л.

Приведены материалы по годовому циклу термического режима, дана характеристика фитопланктона, макрофитов, анализируется баланс органического вещества. Впервые для оз. Арахлей при-



© Издательство "Наука", 1981.

21009-867
055(02)-83 587.81.2001050100.

нического вещества Ивано-Арахлейских озер (Забайкалье). Авто-
реф. канд. дис. Иркутск, 1974. 24 с.
Горлачев В.П. Зоопланктон Ивано-Арахлейских озер. Авто-
реф. канд. дис. Иркутск, 1974. 20 с.
Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов,
ч. 1. Л., 1969.

Кожова О.М., Каплин В.М., Известьева Л.Р. Применение фотометра-прозрачномомера для оценки вертикальной стратификации водных масс. — В кн.: Биологические исследования вод озера Восточной Сибири. Иркутск, 1977, с. 13—23.

Ли М.Ф. Логарифмический фотометр—прозрачномер для видимой и ближайшей ультрафиолетовой области спектра.—Тр. Морской гидрофиз. ин-та, Киев, 1969, т. 41, с. 180—187.

Мамаева И.В. Инфузории.— В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 135–138.

Морозова Т.Н. Фитопланктон Ивано-Арахлейских озер. Автореф. канд. дис. Иркутск, 1975. 17 с.

Морозова - Водяницкая Н.В. Фитопланктон Черного моря. - Тр. Севастопольск. биол. ст. АН СССР, 1954, т.У, ч. П.

Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974.

Шишкин Б.А. Об основных закономерностях межгодовых изменений режима Ивано-Арахлейских озер. — В кн.: Биологическая продуктивность Ивано-Арахлейских озер. Чита, 1972, с. 151—162.

И. М. Шаповалова
МАКРОЗООБЕНТОС ОЗ. АРАХЛЕЙ

Первые сведения о зообентосе оз. Арахлей получены в 1931 г рыбхозяйственной экспедицией Сибирского отделения ВНИОРХа и в 1936 г. экспедицией Биолого-географического научно-исследовательского института при Иркутском университете / Ко-жов М.М., 1950/.

С 1961 г. на озере ведутся систематические исследования донной фауны, результаты которых за 1961-1962 гг. изложены в работах Б.А. Шишкина (1965, 1967), а за 1964-1970 гг. представлены в данной статье¹, причем в течение последнего периода задачи исследований изменились, соответственно менялась и методика отбора проб. Изменение задачи исследований

1 Отбор проб зообентоса и выборка организмов из грун-
та в 1964-1968 гг. проводились под руководством Б.А. Шиш-
кина, за что автор выражает ему глубокую благодарность.

122

уделяли изучению сезонной динамики макрообентоса, поэтому материал собирали круглогодично с охватом всей акватории озера. На каждой станции, согласно стандартной методике, отбирали по 5-6 дночертательных проб, которые затем объединяли в одну пробу /Рекомендации по методике..., 1967/.
1967-1970 гг. котлован

В 1967-1970 гг., когда изучали годовые изменения бентофауны озера, пробы отбирали только весной после вскрытия озера от льда и осенью (в сентябре) на трех постоянных станциях, находящихся в центральной части озера (одна) и в прибрежье (две). При этом на каждой станции брали по одному дночерпателью в 10 точках, расположенных по прямой, параллельной берегу, через 10 м одна от другой, т.е. применяли рассеянные серии /Kajak Z., 1963/. Для отбора проб использовали дночерпатель Бута с площадью захвата 0,033 м², Экмана-Бердка и Петерсена - 0,025 м². Материал обрабатывали по стандартной методике, рекомендованной Е.В. Боруцким (1935). Всего собрали 600 количественных проб.

Котловина озера имеет полуэллипсоидальную форму с некоторой асимметрией: свал дна у северо-западного и особенно у северо-восточного берегов кругой, поэтому максимальная глубина от геометрического центра смещена к северо-востоку. Бенталь озера можно подразделить на литораль (зона глубин 0–7 м), сублитораль (7–11 м) и профундаль (от 11 м до максимальных) /Шишкин Б.А., 1967/.

Литораль составляет 26,4% от площади озера. По характеру грунтов, распределению водной растительности и донной фауны эту зону делят на верхнюю (до 3 м) и нижнюю (от 3 до 7 м). Ширина верхней литорали не везде одинаковая. У северного и северо-восточного берегов она занимает всего лишь 10–30 м и является прибойной зоной. Здесь не происходит накопления илов, распространены в основном пески с галькой. Водная растительность не отмечена /Дулепова Е.И., 1966/. В остальной части озера верхняя литораль более выражена, из грунтов преобладают чистые и слегка заимленные пески. Из водной растительности встречаются ряскса трехдольная, рдест курчавый, хара, горец земноводный /Владимирова З.Ф., 1970; Золотарева Л.Н., см. наст. сб./, плавучие пески, илы с дет-

В нижней литорали наблюдаются заиленые пески, ритом, изменяется и водная растительность: появляется роголистник (на глубине 3-6 м), редеет пронзенолистный (на 3-5 м), преобладает длиннолистный (на 5-7 м). Исключение составляет юго-восточный берег, где чистые пески распространены до глубины 7 м. Земля вдоль берега занята лами с при-

Сублитораль (18,7% от площади озера) занят месью небольшого количества растительного дегрита, профундаль (54,9% от площади озера) — тонкоструктурными илами.

(34,9% от площади озера) — голые донные субстраты. В зообентосе оз. Арахлей обнаружено 12 групп организмов: олигохеты, пиявки, моллюски, гаммариды, личинки поденок, ручейников, стрекоз, хирономид, гелейд, водных жуков, бабочек

рода *Nymphaea*, водные клещи (табл. 1)². Наиболее разнообраз по видовому составу бентофауна литорали, что отмечали многие исследователи и на других озерах. По биомассе в зообентосе озера доминируют моллюски, на долю которых приходится около 70% всей бентофауны.

Всего для озера отмечено 14 видов моллюсков (см. табл. 1). В литорали господствуют *Bithynia sibirica* и *B. contortrix*, которые обитают на глубине до 10 м. С глубиной их количество уменьшается: максимальная численность наблюдается на глубине 2 м и составляет в среднем 733 экз./м² с биомассой 24,8 г/м², на 5 м соответственно 120 и 5,45 и на глубине 9 м – только 27 экз./м² и 0,9 г/м². Четкой зависимости в распределении битиний от грунта не замечено; они встречаются как на песчаных, так и на илистых грунтах. Однако можно отметить, что эти виды моллюсков, как и большинство других, предпочитают участки с зарослями водной растительности: на отдельных таких участках численность их достигает 4 000 экз./м². Водную растительность моллюски используют как субстрат для прикрепления яйцекладок. Молодь, вышедшая из них, некоторое время остается на растительности.

К субдоминантным видам можно отнести моллюсков рода *Lymnaea* и *Sphaerium levinodis*. Последний вид обитает в той же зоне, что и битинии, но их обилие, наоборот, увеличивается с нарастанием глубины (табл. 2). Если на глубине 2–3 м они встречались единично, на глубине 4–5 м численность их составила 13 экз./м², биомасса 0,3 г/м², то на 6–7 м соответственно 187 экз./м² и 10 г/м². С дальнейшим увеличением глубины количество их несколько уменьшается: на 8–9 м – 53 экз./м² с биомассой 0,9 г/м². Таким образом, *Cph. levinodis* в этом озере предпочтывает глубины 6–7 м, занятые илистыми грунтами с зарослями нитчатых и растества длиннейшего.

Моллюски рода *Lymnaea* преимущественно обитают в зарослях макрофитов, где составляют 91% от общего количества и 96% от биомассы моллюсков //Шаповалова И.М., 1977/, в общей же биомассе моллюсков для всего озера роль их небольшая, меньше, чем битиний и шаровок.

Моллюски рода *Euglesa* населяют все глубины озера, при этом наибольшая их плотность (1440 экз./м²) отмечена на глубине 2 м, но так как это мелкие животные, то биомасса их невелика ~ 2,6 г/м². В среднем доля их биомассы составляет в литорали 1,5%, в сублиторали – 2,2, в профундали – 42% от общего веса моллюсков.

Численность моллюсков *Valvata sibirica* у южного и

² Олигохеты определены В.П. Семерным, часть пиявок – Е.И. Лукиным, моллюски – Я.И. Старобогатовым, личинки хирономид, поденок, ручейников – автором.

Таблица 1
Видовой состав зообентоса оз. Арахлей

Вид	Зона		
	литораль	сублитораль	профундаль
1	2	3	4
Oligochaeta			
<i>Stylaria fossularis</i> Leidy	+	+	-
<i>St. lacustris</i> L.	+	-	-
<i>Vais pseudobothusa</i> Piguet	+	-	-
<i>V. barbata</i> Müll.	+	-	-
<i>V. simplex</i> Piguet	+	-	-
<i>V. elenguis</i> Müll	+	-	-
<i>Uncinaria uncinata</i> (Oersted)	+	+	-
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruith)	+	+	-
<i>Chilimnaea Baer</i>	+	-	-
<i>Rhyacodrilus sibiricus</i> Semernoj	+	+	-
<i>Rh. coccineus</i> (Vejd.)	+	+	-
<i>Tubifex tubifex</i> (Müll.)	-	+	+
<i>Lumnodrilus udekemianus</i> Clap.	+	+	-
<i>L. hoffmeisteri</i> Clap.	-	+	+
<i>Lumbricus variegatus</i> (Müll.)	+	-	-
Hirudinea			
<i>Herpobdella octoculata</i> (L.)	+	-	-
<i>Helobdella stagnalis</i> L.	+	-	-
<i>Hemiclepsis marginata</i> (Müll.)	+	-	-
<i>Glossiphonia complanata</i> L.	+	+	-
<i>G. heteroclitia</i> L.	+	-	-
<i>Batrachobdella paludosa</i> (Carena)	+	-	-
<i>Piscicola geometra</i> (L.)	+	+	-
Mollusca			
<i>Lymnaea</i> sp.	+	-	-
<i>Physa fontinalis</i> L.	+	-	-
<i>Physa taslei</i> Bourg.	+	+	-
<i>Anisus stroemi</i> (West.)	+	+	-
<i>Valvata sibirica</i> Midd.	+	+	-
<i>Valvata confusa</i> West.	+	+	-
<i>Bithynia contortrix</i> Lindh.	+	+	-
<i>Bithynia sibirica</i> West.	+	+	-
<i>Sphaerium levinodis</i> (West.)	+	+	+
<i>Euglesa nitida</i> (Jen.)	+	-	-

Продолжение табл. 1

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	
<i>Euglesa waldeni</i>	+	+	+	
<i>Polyphyllis sibirica</i> Star. et Strel.	+	+	-	
<i>Anodonta sedakovii sedakovii</i> Siem.	+	+	-	
<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)	+	-	-	
Crustacea				
<i>Gammarus lacustris</i> Sars	+	+	-	
Ephemeroptera				
<i>Caenis horaria</i> L.	+	+	+	
<i>Ephemerella amurensis</i>	+	+	-	
<i>Ephemerella vulgata</i> L.	+	+	-	
Trichoptera				
<i>Molanna palpata</i> McL.	+	-	-	
<i>Mystacides sibirica</i> Mart.	+	-	-	
<i>Mystacides nigra</i> L.	+	-	-	
<i>Mystacides</i> sp.	+	+	-	
<i>Agripnia</i> sp.	+	-	-	
<i>Oxyethira</i> sp.	+	-	-	
Lepidoptera				
<i>Nymphula hymphaeata</i> Sehr.	+	-	-	
Chironomidae				
<i>Pseudochironomus gr. prasinatus</i>				
<i>Staeg</i>	+	-	+	
<i>Micropectra gr. praecox</i> Mg.	+	+	-	
<i>Tanytarsus gr. gregarius</i> Kieff.	+	+	+	
<i>T.gr.lauterborni</i> Kieff	+	+	+	
<i>T.gr.manicus</i> Walk.	+	+	-	
<i>Corynocera ambigua brachyptera</i> (Linevitsh)	+	+	+	
<i>Chironomus f.l.bathophilus</i> Kieff.	-	+	+	
<i>Ch. f.l.plumosus</i> L.	+	+	-	
<i>Ch. f.l.plumosus-reductus</i> Lip.	-	+	-	
<i>Ch. f.l.thummi</i> Kieff.	+	+	-	
<i>Ch. f.l.salinarius</i> Kieff.	+	+	-	
<i>Einfeldia pagana</i> Mg.	+	+	-	
<i>Ein.gr.carbonaria</i> Mg.	+	-	-	
<i>Limnochironomus gr. nervosus</i> Staeg.	+	+	-	
<i>Ugr.tritomus</i> Kieff.				
<i>Stempelina septentrionalis</i> Tshern.	+		+	-
<i>Cryptochironomus vulneratus</i> Zett.	+		-	-
<i>Cr.gr.defectus</i> Kieff.	+		-	-
<i>Cr.gr.viridula</i> F.	+		+	+
<i>Cr.gen. N 9</i> Lip.	+		-	-
<i>Parachironomus vitiosus</i> Goetgh.	+		-	-
<i>Glyptotendipes gr. gripekoveni</i> Kieff.	+		+	-
<i>Endochironomus albipennis</i> Mg.	+		+	-
<i>End. impar</i> Walk.	+		-	-
<i>End. tendens</i> F.	+		-	-
<i>Microtendipes gr. chloris</i> Mg.	+		+	+
<i>Stictochironomus gr. histrio</i> F.	+		-	-
<i>St. psammophilus</i> Tshern.	+		+	-
<i>Stictochironomus</i> sp.	+		-	-
<i>Orthocladius olivaceus</i> Kieff.	+		-	-
<i>O.consobrinus</i> Holmgr.	+		-	-
<i>Orthocladius</i> sp.	+		+	-
<i>Psectrocladius gr. psilopterus</i> Kieff.	+		+	-
<i>P.dilatatus</i> v.d.Wulp	+		-	-
<i>Paratrichocladius triquetra</i> Tshern.	+		-	-
<i>Cricotopus silvestris</i> F.	+		+	-
<i>Cr.algarum</i> Kieff.	+		+	-
<i>Cr.latidentatus</i> Tshern.	+		-	-
<i>Cr.bicinctus</i> Mg.	+		-	-
<i>Cr.holsatus</i> (Goetgh.)	+		-	-
<i>Cr.ephippium</i> Zeff.	+		+	-
<i>Epoicladius ephemerae</i> Kieff.	+		-	-
<i>Corynoneura celeripes</i> Kieff.	+		+	+
<i>Procladius choreus</i> Mg.	+		+	-
<i>P.ferrugineus</i> Kieff.	+		+	-
<i>Ablabesmyia mohilis</i> L.	+		-	-
<i>Zavrelia</i> Kieff.	+		+	-
<i>Cryptochironomus gr. pararostratus</i>				
<i>Lenz</i> .				
<i>Polypedilum gr. scalaenum</i> Schrenk	+		+	-
<i>P.gr.nubeculosum</i> Meig.	+		+	-
<i>P.breviantennatum</i> Tshern.	+		+	-
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.	+		-	-
<i>Polypedilum convictum</i> Walk.	+		-	-
<i>P.gr.pedestre</i> Mg.	+		-	-
<i>Cricotopus dizonias</i> Meig.	+		-	-
<i>Cr.glaucialis</i> Edw.	+		-	-
<i>Cr.brevipalpis</i> Kieff.	+		-	-

Окончание табл. 1

	1	2	3	4
<i>Microcricotopus bicolor</i> (Staeg.)		+		
<i>Pentapedium exsectum</i> Kieff.		+	1	1
<i>Orthocladius saxicola</i> Kieff.		+	1	1
<i>Culicidae</i>		+		
<i>Bezzia</i> sp.			+	

Примечание. + встречаются; - отсутствуют.

юго-западного берегов на глубине 5-6 м достигает в среднем 640 экз./м², биомасса 3,6 г/м². На других глубинах этой зоны и в остальной части озера плотность и биомасса их меньше: 27-267 экз./м² и 0,2-1,9 г/м². Зоной обитания *V. sibiricus* можно считать глубины 1-10 м.

Моллюски *Physa fontinalis* и *Acroloxus lacustris* - типичные фитофильные виды. В бентосе озера они отмечены единично (3-5 экз./м²) и от общей численности моллюсков составляют 0,2-0,4%.

По численности и видовому разнообразию, а в профундальном по биомассе первое место в бентосе озера занимают личинки хирономид (табл. 3). Всего для озера отмечено 60 видов: 56 населяют литораль, 32 - сублитораль и только 8 видов - профундаль.

Литораль озера заселена в основном мелкими формами хирономид, поэтому доля их в общей биомассе незначительна: в 1964-1965 гг. она составляла 3-5%. На илистых песках, лишенных растительности, массовые формы представляли *Tanytarsus gr. maurus* (4 467 экз./м²), *Polypedilum gr. scalaeum* (1733 экз./м²), на отдельных участках *Cryptochironomus gr. defectus* (1160 экз./м²). На песках, среди зарослей водной растительности, встречались те же формы хирономид, но доминировали здесь другие виды: *T. gr. lauterborni* (4 000 экз./м²), *Cricotopus silvestris* (3 467 экз./м²). Субдоминантами в литоральной зоне были личинки родов *Procladius*, *Microtendipes gr. chloris*, а у северо-восточного берега на глубине 4-6 м еще и *Corynoceræ ambigua brachyptera*.

В сублиторали озера повышается численность крупных форм хирономид, в основном *Chironomus f.l. plumosus* в связи с тем биомасса хирономид среди донного населения повышается до 6%. Этот вид населяет преимущественно участки с зарослями на глубинах 8-11 м. На глубине 9 м наряду с *Ch. f.l. plumosus* начинают встречаться в небольшом количестве *Ch. f.l. bathophilus*. К массовым формам в сублиторали можно отнести личинок *Tanytarsus gr. lauterborni* (1 774 экз./м²).

Таблица 2
Численность (экз./м²), биомасса (г/м²) и частота встречаемости (%) моллюсков в оз. Арахлей в различных зонах обитания

Вид	Литораль			Сублитораль			Профундаль		
	%	экз./м ²	г/м ²	%	экз./м ²	г/м ²	%	экз./м ²	г/м ²
<i>Bithynia contortrix</i> и <i>B. sibirica</i>	74,2	180,7	10,66	44,4	56,2	4,62	9,1	1,2	0,08
<i>Sphaerium levinodis</i>	48,4	25,8	1,45	66,7	94,4	3,77	18,2	1,7	0,09
<i>Euglesa nitida</i> и <i>E. waldeni</i>	61,3	48,0	0,20	55,5	45,1	0,24	72,7	29,5	0,12
<i>Lymnaea sp.</i>	51,6	9,4	1,33	83,3	19,1	1,53	-	-	-
<i>Anisus strobemi</i>	45,1	26,4	0,18	55,5	24,4	0,40	-	-	-
<i>Valvata sibirica</i>	3,2	1,4	0,06	55,5	11,5	0,28	-	-	-
<i>Physa fontinalis</i>	3,2	0,2	0,002	5,5	1,1	0,01	-	-	-
<i>Acroloxus lacustris</i>	3,2	0,6	0,001	-	-	-	-	-	-

Численность ($\text{экз}/\text{м}^2$), биомасса ($\text{г}/\text{м}^2$) основных групп зообентоса и их процентное соотношение

Группа	Литораль			
	$\text{экз}/\text{м}^2$	%	$\text{г}/\text{м}^2$	%
Хирономиды	806	59,4	0,78	5,0
Моллюски	261	19,3	12,20	77,6
Прочие	289	21,3	2,74	17,4

В профундали озера обитает 8 видов хирономид *Corynocepha ambigua brachyptera*, *Cryptochironomus gr. defecatus*, *T. gr. mancus*, *T. gr. lauterborni*, *Chironomus f.l. bathophilus*, *T. gr. gregarius*, *Microtendipes gr. chloris*, *Procladius*. Первые четыре вида приурочены к глубинам 11–13 м, остальные населяют максимальные глубины озера. Доминирующими видами являются крупные личинки *Chironomus f.l. bathophilus*, благодаря которым доля хирономид в общей бентомассе повышается и составляет 74,6% (см. табл. 3).

В оз. Арахлей обитает 15 видов олигохет, причем наибольшее видовое разнообразие наблюдается в литорали на илистых песках с зарослями водной растительности (Семерной В.П., 1969, 1973). На отдельных таких участках численность их достигает 8500 экз/ м^2 . На песчанистых грунтах преобладают *Rhyacodrilus coccineus* и *Rh. sibiricus*, а среди зарослей гидрофитов – нанциди: *Stylaria fossularis*, виды родов *Nais* и *Chaetogaster diaphanus*. На илистых грунтах плотность олигохет колеблется в пределах 27–107 экз/ м^2 . Там, где пески распространяются до глубины 6–7 м (юго-восточный берег), численность и биомасса олигохет остаются довольно высокими – 973 экз/ м^2 и 22 $\text{г}/\text{м}^2$ соответственно.

В центральной части озера олигохеты распространены до максимальных глубин, но видовой состав их однообразный: отмечено всего два вида: *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Численность их на илах профундали составляла в среднем 1752 экз/ м^2 , биомасса – 0,62 $\text{г}/\text{м}^2$.

Гаммариды в озере представлены одним видом – *Gammarus lacustris* и распространены до глубин 9–10 м, но основная их масса приурочена к меньшим глубинам (2–6 м). Ракчи предпочитают участки с зарослями водной растительности, где скапливается иногда в большом количестве – до 5000 экз/ м^2 . В приблизительно 1,5–2 м на квадратный метр приходилось всего 6–7 экз. В 1971 г. на попечечном и продольном разрезах по озеру в дночертательных пробах, взятых на глубине 1–1,5 м, гаммариды не от-

Таблица 3

Сублитораль				Профундаль			
$\text{экз}/\text{м}^2$	%	$\text{г}/\text{м}^2$	%	$\text{экз}/\text{м}^2$	%	$\text{г}/\text{м}^2$	%
550	61,0	0,72	5,7	286	86,2	1,33	74,6
259	28,8	0,59	76,0	32	9,8	0,28	15,7
92	10,2	2,31	18,3	13	4,0	0,17	9,7

мечались. На глубине 2–6 м численность их составляла 170–300 экз/ м^2 , биомасса – 0,7–2,0 $\text{г}/\text{м}^2$, глубже 6 м плотность их резко снижается и в среднем равна 13 экз/ м^2 .

Пиявки населяют преимущественно литораль, хотя в небольшом количестве встречаются до глубины 14–15 м. Численность их невелика – 40–116 экз/ м^2 , но так как это относительно крупные организмы, биомасса их достигает 8–10 $\text{г}/\text{м}^2$. К часто встречающимся видам относятся *Herpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Piscicola geometra*.

Личинки поденок и ручейников распространены до глубины 13 м, но большая их часть приурочена к литорали. Массовыми видами из поденок являются *Ephemera vulgata* и *Caenis horaria*, причем первый вид населяет глубины 1–4 м, второй – 1–13 м. Личинки поденок, как и бокоплавы, избегают прибойной зоны, тогда как максимальное количество ручейников отмечено в прибойной полосе (2773 экз/м). Биомасса их на тех же участках достигает 20 $\text{г}/\text{м}^2$.

Остальные представители зообентоса (личинки геленид, стрекоз, водных жуков, водные клещи, водные бабочки рода *Nymphaea*) встречаются в небольшом количестве, поэтому роль их в бентомассе незначительна.

Обращает на себя внимание отсутствие в пробах за 1964–1971 гг. личинок рода *Sialis*, которые встречались в пробах этих лет в других озерах Ивано-Арахлейской группы.

Сезонные и годовые изменения зообентоса

Сезонные изменения зообентоса изучали в течение двух лет (1964–1965). Станции по акватории озера располагали с таким расчетом, чтобы охватить основные биотопы.

Сезонная динамика зообентоса обусловлена сроками вылета имагинальных форм насекомых, отмирания взрослых особей после размножения у первичноводных животных, а также потреблением обитателей дна рыбами и хищными беспозвоночными.

Численность (экз./м², числитель) и биомасса (г/м², знаменатель) зообентоса в оз. Арахлей в 1964-1965 гг.

Группа	1964					
	1Y	У1	УП	УШ	1Х	X
Хирономиды	530 0,983	95 0,174	31 0,065	127 0,408	167 0,409	511 0,731
Гаммариды	7 0,104	- -	14 0,149	13 0,054	5 0,017	52 0,337
Моллюски	95 3,562	3 0,193	56 2,732	40 0,997	33 1,256	27 1,830
Пиявки	20 0,822	2 0,371	13 0,356	4 0,182	5 0,133	8 0,097
Прочие	20 0,260	26 0,098	6 0,417	6 0,013	14 0,037	25 0,142
Всего ...	672 5,731	126 0,836	120 3,719	190 1,654	224 1,852	623 3,137

Наиболее дружно происходит вылет имаго хирономид рода *Chironomus* (в основном *Chironomus cingulatus*). Обычно он начинается 16-20/У1 (1969-1972 гг.), когда температура воды у поверхности достигает 18°, у дна 12°. Продолжается лет хирономид до конца месяца и бывает настолько дружным, что кусты и строения на берегу сплошь покрыты ими. В 1973 г массовый вылет имаго рода *Chironomus* наблюдался несколько позднее (24-28/У1), так как вскрытие озера наступило только 15/У1 (обычно 4-10/У1).

В первой декаде июля происходит вылет ручейников, поденок, стрекоз, который сильно растянут и продолжается до конца месяца.

В июле-сентябре наблюдается массовое отмирание взрослых особей бокоплавов. Очевидно, к этому времени отмирают и взрослые особи сферид, битиний, катушек, прудовиков.

Четких сезонных изменений общей численности и биомассы зообентоса, которые наблюдались в оз. Иван /Шаповалова И.М., Шишкин Б.А., 1972/, установить не удалось. В значительной мере это обусловлено тем, что, во-первых, вылет имаго водных насекомых растянут вследствие различий во времени прогревания грунта на разных глубинах, и, во-вторых, у многих насекомых (ручейники, поденки, стрекозы и др.) жизненный цикл не одногодичный, поэтому их вылет не приводит к резкому обеднению фауны. Наконец, не происходит одновременного массового отмирания

Таблица 4
Знаменатель) зообентоса в оз. Арахлей в 1964-1965 гг.

1965						
ХП	1Y	У1	УП	УШ	1Х	X
192 0,670	1992 4,279	954 2,607	94 0,166	365 1,111	140 0,363	100 0,281
4 0,039	29 0,137	16 0,066	46 0,515	25 0,138	9 0,054	1 0,002
58 2,423	270 13,008	289 10,890	238 6,433	134 3,430	44 2,730	63 3,617
12 0,543	70 2,252	47 1,236	30 0,998	25 0,399	17 0,591	23 0,930
14 0,042	108 0,237	52 0,386	78 0,133	44 0,067	14 0,067	17 0,174
280 3,717	2469 20,505	1358 15,036	486 8,498	593 5,211	224 3,805	204 5,004

зрелых особей у бокоплавов, битиний, шаровок и некоторых других обитателей грунта благодаря растянутости сроков их размножения. На эти объективные причины наложилось, по-видимому, методическое несовершенство количественного учета зообентоса — пробы брали один раз в месяц, что недостаточно для полного суждения о сезонных изменениях донной фауны, из-за неравномерности распределения животных отбираемое количество проб не всегда давало достаточно достоверные результаты о фактической численности организмов на биотопах и т.п.

Сезонные изменения биомассы донной фауны, с учетом скажанного выше, в самом общем виде выражаются в уменьшении этого показателя в период открытой воды (табл. 4). Особенно это касается личинок хирономид в среднем по озеру самая низкая их биомасса отмечена в июле.

Среднегодовые величины биомассы зообентоса на протяжении четырех лет (1961-1965)³ изменились от 2,9 до 9,1 г/м². Биомасса отдельных групп бентофауны различалась в еще большей мере (табл. 5).

За период наблюдений в 1961-1965 гг. отмечались значи-

³ Для более полного представления о годовых изменениях зообентоса озера использовали данные за 1961-1962 гг., приведенные в работе Б.А. Шишкина (1967).

Таблица 5

Среднегодовая численность ($\text{экз}/\text{м}^2$, числитель) и биомасса ($\text{г}/\text{м}^2$, знаменатель) основных групп зообентоса в 1961–1965 гг.

Группа	1961	1962	1964	1965
Хирономиды	<u>710</u> 0,859	<u>180</u> 2,211	<u>222</u> 0,491	<u>544</u> 1,297
Моллюски	<u>89</u> 4,363	<u>53</u> 1,756	<u>45</u> 1,856	<u>163</u> 6,329
Гаммариды	<u>68</u> 0,915	<u>7</u> 0,025	<u>13</u> 0,100	<u>20</u> 0,140
Прочие	<u>75</u> 1,092	<u>23</u> 0,388	<u>39</u> 0,488	<u>81</u> 1,296
Всего...	<u>942</u> 7,229	<u>263</u> 4,380	<u>319</u> 2,935	<u>808</u> 9,062

тельные изменения численности и биомассы зообентоса, выражавшиеся в уменьшении биомассы в 1964 г. Заметное увеличение биомассы донного населения и особенно моллюсков произошло в 1965 г., когда она достигла максимального значения за эти годы (см. табл. 5).

Данные количественного учета зообентоса в весенний период 1967–1970 гг. показали, что наибольшая его численность и биомасса наблюдались в 1967 г., а в последующие годы произошло их снижение (табл. 6). Одним из факторов, вызвавших годовые изменения зообентоса, стало снижение уровня воды в 1962–1966 гг. и повышение его в 1967–1970 гг.

Особенно резко уменьшилась в литорали озера численность гаммарид с 2044 экз/ м^2 в 1967 г. до 80 в 1969 г. Численность моллюсков на протяжении четырех лет (1967–1970) изменилась в меньших пределах. Возможно, это связано с тем, что некоторые виды моллюсков имеют многолетний жизненный цикл. В 1970 г. численность животных вновь возросла и почти достигла уровня 1967 г., однако биомасса осталась на уровне 1968–1969 гг.

В профундаль озера в 1968 г. резко снизилась численность всех групп зообентоса, в результате чего их биомасса уменьши-

Таблица 6

Весенняя средняя численность ($\text{экз}/\text{м}^2$, числитель) и биомасса ($\text{г}/\text{м}^2$, знаменатель) основных групп зообентоса в питонии и профундаль озера в 1967–1970 гг.

Группа	Литораль					Профундаль				
	1967	1968	1969	1970		1967	1968	1969	1970	
Хирономиды	<u>1964</u> 4,270	<u>800</u> 0,720	<u>1200</u> 1,680	<u>688</u> 0,972	<u>3696</u> 10,448	<u>640</u> 2,320	<u>40</u> 0,120	<u>156</u> 0,912	<u>636</u> 4,500	<u>2000</u> 6,228
Моллюски	<u>863</u> 32,892	<u>1080</u> 34,280	<u>800</u> 40,400	<u>568</u> 23,280	<u>0,892</u> 0,044	<u>208</u> 112	<u>40</u> 8	<u>156</u> 0,244	<u>188</u> 0,648	
Гаммариды	<u>2044</u> 15,880	<u>120</u> 0,560	<u>80</u> 1,160	<u>1284</u> 12,393	<u>0,044</u> 0,008	<u>8</u> 0,008	<u>296</u> 0,244	<u>1752</u> 0,620		
Прочие	<u>1028</u> 14,760	<u>1090</u> 11,120	<u>240</u> 3,960	<u>1928</u> 6,940	<u>24</u> 0,032	<u>32</u> 0,004	<u>24</u> 0,020	<u>20</u> 0,072		
Всего...	<u>5899</u> 67,802	<u>3080</u> 46,680	<u>2320</u> 47,200	<u>4468</u> 43,585	<u>4040</u> 11,416	<u>720</u> 2,452	<u>1120</u> 5,320	<u>3960</u> 7,568		

лась почти в 5 раз (см. табл. 6). В 1969 г. в этой части озера несколько увеличилась плотность моллюсков и олигохет, численность хирономид осталась на прежнем уровне, в то время как их биомасса повысилась почти в 2 раза. Это связано, очевидно, с некоторым увеличением обилия крупных личинок *Chironomus f. l. bathophilus*: если в 1968 г. численность их составила в среднем 476 экз./м², то в 1969 г. - 584 экз./м². В 1970 г. наблюдалось усиление обилия всего зообентоса, при этом численность личинок *Ch. f. l. bathophilus*, составляющих основу донного населения в глубоководной части озера, достигла в среднем 1336 экз./м².

Сравнивая наши данные за летние месяцы с материалами за июль 1936 г., приведенными в монографии М.М. Кожова (1950), можно заключить, что по составу доминирующих групп, их распределению по основным биотопам и биомассе зообентоса они приближаются к таковым за 1961-1964 гг.

Не располагая данными по росту массовых видов донной фауны (исключение составил озерный бокоплав), мы попытались ориентировочно рассчитать продукцию зообентоса за 1964 и 1965 гг. с использованием Р/В - коэффициентов, полученных другими исследователями. Годовой Р/В - коэффициент для моллюсков принял равным 1,5 /Арабина И.П., 1968/, олигохет - 2 /Борущ - кий Е.В., 1939а/, для пиявок, аналогично олигохетам, - 2, для гаммаруса - 4,45 /Шаповалова И.М., 1974/, для хирономид - 3 /Боруцкий Е.В., 1939б/. Р/В - коэффициент, равный 3, принят также для личинок стрекоз, поденок, ручейников, мокрецов и других двукрылых, для водяных клещей, как и для гаммаруса, - 4 (табл. 7).

К группе хищных отнесены из личинок хирономид все *Tanypodinae* и *Cryptochironomus*, из личинок ручейников - *Molanna*, личинки стрекоз, жуков, мокрецов, пиявки, водяные клещи. При этом среди хищников пиявки занимали доминирующее положение в 1964 г. они составили 98%, а в 1965 г. - 90% от всей продукции хищников.

Таким образом, по величине продукции зообентоса оз. Арахлей можно отнести к среднепродуктивным озерам.

Таблица 7
Продукция зообентоса оз. Арахлей в 1964 и 1965 гг.

Группа животных	Среднегодовая биомасса, г/м ²		Продукция, г/м ²	
	1964	1965	1964	1965
1	2	3	4	5
Хирономиды	0,491	1,297	1,473	3,891
Гаммариды	0,100	0,140	0,445	0,623

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5
Моллюски	1,856	6,328	2,784	9,492
Олигохеты	0,016	0,037	0,032	0,074
Поденки	0,022	0,088	0,066	0,264
Ручейники	0,098	0,115	0,294	0,345
Пиявки	0,343	1,013	0,686	2,026
Стрекозы	-	0,030	-	0,090
Мокрецы	0,0003	0,006	0,001	0,018
Личинки жуков	0,002	0,003	0,006	0,009
Клещи водяные	0,002	0,002	0,008	0,008
Всего ...	2,930	9,059	5,795	16,840
Из них хищных...	0,374	1,086	0,731	2,247

Литература

Арабина И.П. Сезонная, годовая динамика и продукция зообентоса озер Нарочь, Мястро и Баторин. Автореф. канд. дис. Минск, 1968. 18 с.

Боруцкий Е.В. К вопросу о технике количественного учета донной фауны. Стандартные методы фиксации и количественной оценки зообентоса озера. - Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1935 вып. 19.

Боруцкий Е.В. Динамика биомассы *Chironomus plumosus* в профундации Белого озера. - Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1939а, вып. 22.

Боруцкий Е.В. Динамика общей биомассы бентоса профундации Белого озера. - Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1939б, вып. 22

Владимирова З.Ф. Некоторые особенности зарастания озер Ивано-Арахлейской системы. - В кн. Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья. Чита, 1970, с. 37-38.

Дулепова Е.И. Стадии формирования прибрежной растительности по восточному берегу озера Арахлей - Матер к ХУШ научн конф. Читинск. пед. ин-та, Чита, 1966, с. 87-89.

Кожов М.М. Пресные воды Восточной Сибири. Иркутск, 1950. 367 с.

Рекомендации по методике количественного учета пресноводных беспозвоночных. Л., 1967. 22 с.

Семерной В.П. Fauna малощетинковых червей Ивано-Арахлейских озер. - Изв. Забайкальск. отд. геогр. о-ва СССР, Чита, 1969, т. 5, вып. 5, с. 154-161.

Семерной В.П. Малощетинковые черви (*Oligochaeta*) озер Забайкалья. Автореф. канд. дис. Казань, 1973. 20 с.

Шаповалова И.М. Зообентос Ивано-Арахлейских озер (Забайкалье). Автореф. канд. дис. Казань, 1973. 20 с.