

Гидробиологический журнал

1

1966

УДК 577.475(28)

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАНКТОНА В оз. БАЙКАЛ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 1962 И 1963 гг.

Н. Л. АНТИПОВА, М. М. КОЖОВ, Г. И. ШНЯГИНА

(Байкальская биологическая станция Иркутского госуниверситета)

Лето и особенно август—сентябрь — время интенсивного питания рыб-планктофагов Байкала. Указанный период совпадает с максимальным развитием кормового планктона не только на обширных мелководьях, но и в открытых глубоководных районах озера. Систематическое изучение распределения зоопланктона именно в этот период имеет значительный практический интерес, т. к. помогает установить закономерности нагульных миграций промысловых рыб, в частности такой ценной рыбы, как омуль.

Как показали наши предыдущие исследования, в разные по метеорологическим условиям годы распределение зоопланктона и его биомасса весьма различны (Кожов, 1962; Шнягина, 1963), что оказывает влияние на распределение пелагических рыб в летний период и на их миграции. Материалы, приведенные в настоящей работе, дополняют полученные ранее данные о летнем распределении планктона в оз. Байкал.

В 1962 г. (8—18 августа) мы исследовали средний и значительную часть северного и южного Байкала. В 1963 г. (3—16 сентября) обследованы северная часть южного, средний и северный Байкал.

Планктон собирали несколько видоизмененной средней количественной сетью Джеди из планктонного сита № 50 по фракциям 0—25 и 25—50 м, а также литровым батометром с глубин 0, 5, 10, 25, 50 м и др. На тех же глубинах измерялась температура. В 1962 г. сетью Джеди взято 250 проб со 107 станций и батометром — 90 проб; в 1963 г. сетью — 80, батометром — 75 проб. На станциях определялись прозрачность и цветность воды. (Зоопланктон обработан Г. И. Шнягиной, фитопланктон — Н. Л. Антиповой, материалы по температуре, прозрачности и цветности воды — М. М. Кожовым.)

По распределению температуры воды с 8 по 18 августа 1962 г. мы сочли возможным наметить в Байкале пять зон, отличающихся степенью прогревания вод (рис. 1, 2).

I зона — очень теплые воды; средняя температура слоя воды 0—10 м 15° и выше, поверхностного слоя — 17° и выше. Эта зона охватывает прибрежно-соровые участки, а также воды крупных губ, заливов Малого моря и обширные мелководья напротив устьев крупных рек. Наибольшее простирание эта зона занимала в Селенгинско-Бугульдейском районе, а также довольно широкую полосу к северу от него, вдоль восточных берегов озера, до предустья р. Турки включительно. Значительно прогреты и более глубокие слои: температура на глубине 25 м достигает 8—9,6°, на 40—50 м — 8—8,5° (Селенгинско-Бугульдейский район, Баргузинский залив). Температурный скачок проходит на

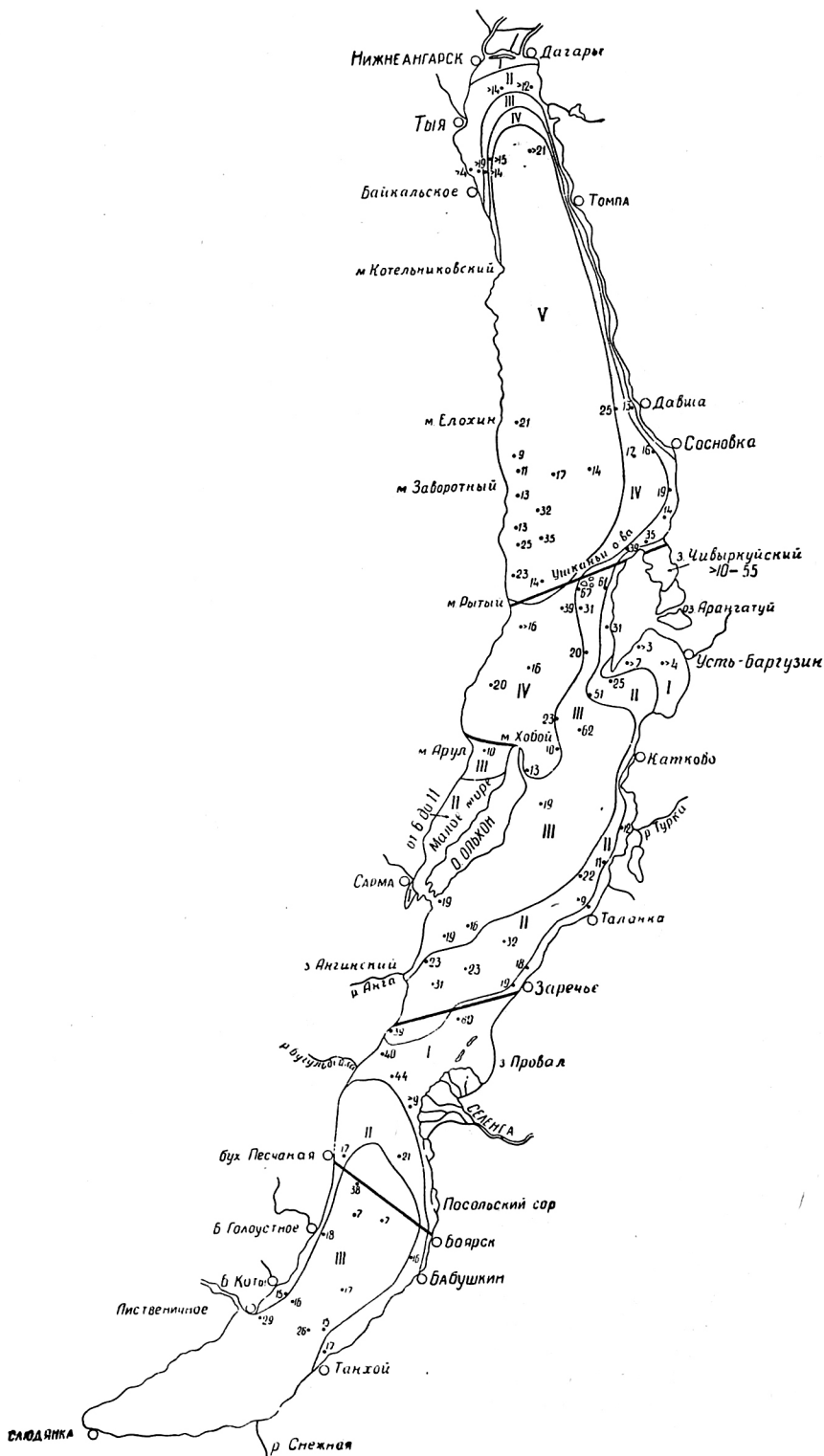


Рис. 1. Распределение температур в воде оз. Байкал в слое 0—10 м и биомассы зоопланктона ($г/м^2$) в слое 0—50 м (8—18 августа 1962 г.). Цифрами обозначена биомасса, линиями ограничены зоны температур. I — средняя температура в слое 0—10 м — 15° и выше (очень теплые воды), II — $12-15^{\circ}$ (теплые воды), III — $10-12^{\circ}$ (умеренно теплые воды), IV — $8-10^{\circ}$ (умеренно холодные воды), V — $6-8^{\circ}$ (холодные воды), — границы районов.

глубине между 10 и 20 м (см. рис. 2). Прозрачность воды 4—5 м, за исключением предустьевых мелководий, где она понижалась до 2 м; цветность колебалась в пределах 10—11, а в предустьевых районах — 13—16 (по шкале цветности Фореля — Уле).

II зона — теплые воды; средняя температура слоя 0—10 м здесь 12—14°, температура поверхности до 15—16°. Эта зона занимала об-

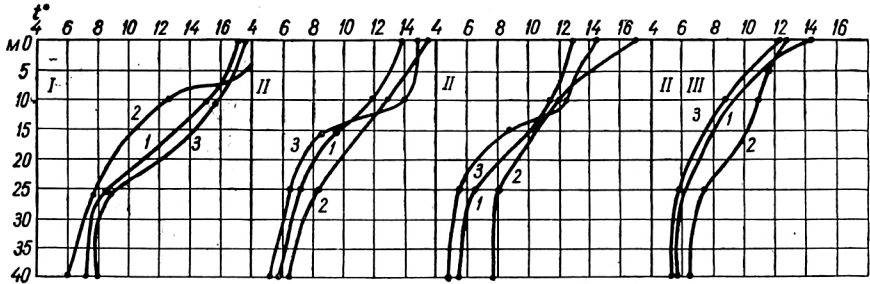


Рис. 2. Вертикальное распределение температур воды в оз. Байкал 9—15 августа 1962 г. I—V — температурные зоны.

- | Средний Байкал | | Южный и средний Байкал | Средний Байкал |
|--|---|---------------------------------------|---|
| 1 — 3/3 (здесь и далее: числитель — номер разреза, знаменатель — номер станции), 9.VIII, р. Сухая, 2—3 км. | 1 — 10/1, 15.VIII, бухта Бабушка, 1,5 км. | 1 — 10/7, 15.VIII, р. Мишиха, 10 км. | 1 — 9/6, 14.VIII, середина Байкала. |
| 2 — 8/3, 13.VIII, Нижнее Изголовье п-ова Святой Нос, 2—3 км. | 2 — 9/7, 14.VIII, Харгино, 6 км. | 2 — 3/5, 9.VIII, р. Стволовая, 20 км. | 2 — 10/4, 15.VIII, р. Мангуриха, середина Байкала. |
| 3 — 9/3, 14.VIII, против дельты р. Селенги | 3 — 9/2, 14.VIII, Анга, 15 км. | 3 — 8/6, 13.VIII, м. Хобой, 20 км. | 3 — 8/7, 13.VIII, Нижнее Изголовье п-ова Святой Нос — м. Хобой, середина Байкала. |



- | Северный Байкал | | | |
|---|---|--|---|
| 1 — 8/4, 13.VIII, п-ов Святой Нос, 10 км. | 1 — 6/5, 11.VIII, м. Рытый, середина Байкала. | 1 — 7/7, 12.VIII, м. Кедровый, 4 км. | 1 — 7/4, 12.VIII, губа Давша, 15 км. |
| 2 — 7/1, 12.VIII, м. Валукан, 4 км. | 2 — 7/3, 12.VIII, губа Давша, 4 км. | 2 — 7/8, 12.VIII, м. Заворотный, 1,5 км. | 2 — 7/6, 12.VIII, м. Заворотный, 12 км. |
| 3 — 8/3, 13.VIII, Ушканьи о-ва, 8 км. | 3 — 7/2, 12.VIII, р. Сосновка, 12 км. | | |
| | 4 — 6/2, 12.VIII, м. Рытый, 15 км. | | |

ширные пространства в обе стороны от района Селенга-Бугульдейка: к югу — до линии Боярск—Песчаная, к северу — до линии губ Анга-Таланка и далее вдоль восточных берегов озера до района р. Турки включительно, а также центральные и частично створовые участки крупных заливов, Малое море, переходную зону от предустьевых мелководий к глубоким водам в районе В. Ангары и Кичеры. На глубине 25 м температура держалась на уровне 6,5—8,5°, на 40—50 м — 6—7,5°. Температурный скачок проходил обычно на глубине около 10—15 м. Прозрачность воды колебалась в пределах 8—7 м, цветность 10—12.

III зона — умеренно теплые воды; средняя температура слоя 0—10 м 10—12°, поверхностного — 12—15°. Зона занимала центральные районы открытых глубоких участков южного и среднего Байкала и сравнительно узкую полосу вдоль восточных берегов северного Байкала. Температура воды на глубине 25 м здесь обычно не превышала 6,5—7°, на глубине 40 м — 6,0—6,5°. Температурный скачок проходил

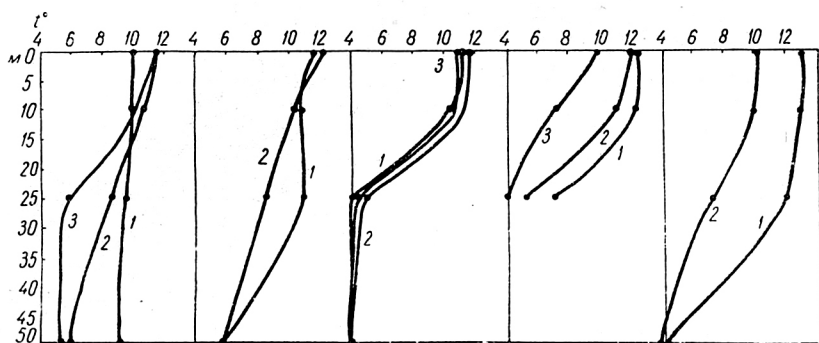


Рис. 4. Вертикальное распределение температур воды в оз. Байкал 3—13 сентября 1963 г.

Селенгинско-Бугульдейский район:

- 1—1/1, 3. IX, м. Б. Колокольный, 1,5 км.
- 2—1/2, 3. IX, м. Б. Колокольный, 11 км.
- 3—2/3, 3. IX, з. Ангинский, 14 км.

Малое море

- 1—3/1, 4. IX, о. Угунгой, 1 км.
- 2—2/3, 4. IX, м. Будун, 1,5 км.

Северный Байкал

- 1—4/2, 5. IX, к северу от Ушканьих о-вов, 18 км.
- 2—4/4, 5. IX, м. Заворотный, середина Байкала.
- 3—8/3, 13. IX, vicinity Ушканьих о-вов

- 1—6/1, 8. IX, о. Богучанский, 1,5 км.
- 2—6/3, 8. IX, губа Ая, 8 км.
- 3—7/2, 9. IX, Нижнеангарск, 13 км.

- 1—5/2, 6. IX, м. Болсодей, 19 км.
- 2—7/1, 9. IX, губа Ая, 15 км.

на глубине 5—10 м (см. рис. 2); прозрачность воды 7,5 м, цветность 9—11.

IV зона — умеренно холодные воды; средняя температура слоя 0—10 м 8—10°. Эта зона занимала обширное пространство к северу от Малого моря и вдоль восточных берегов северного Байкала. Температура поверхностного слоя колебалась здесь в пределах 10—12°, на глубине 10 м — 7,5—8°, нередко 4,6—6,5°. Температурный скачок наблюдался на глубине около 10 м, на глубине 25 м температура не превышала 4,5—6°; прозрачность воды 7—9 м, цветность 9—11.

V зона — холодные воды; средняя температура слоя 0—10 м менее 8°, поверхностного — не более 7—9°. Зона холодных вод занимала почти всю глубоководную часть северного Байкала. На глубине 10 м температура держалась на уровне 5,0—5,5°, 25 м — 4,5—4,8°, 40 м — 4,0—4,4° (см. рис. 2). Температурный скачок наблюдался на глубине около 3—5 м; прозрачность воды 8—11 м, цветность около 8.

Для сентября 1963 г. (рис. 3) такая схема распределения температур не приведена из-за недостатка данных. Результаты температурных измерений в этот период представлены на рис. 4. Особенностью режима вод в первой половине сентября 1963 г. является значительное выравнивание температуры верхнего слоя воды почти по всему озеру. Средняя температура воды слоя 0—10 м на большей части открытых вод озера оставалась в пределах 11—12°, причем в северном Байкале она, в общем, была даже несколько выше, чем в южном, хотя прогретый слой здесь отличался меньшей мощностью, чем в южном Байкале

(см. рис. 4). В период исследований в южном Байкале, и особенно в районе Селенгинского мелководья, уже началось охлаждение верхнего десятиметрового слоя воды, тогда как в северном Байкале температура этого слоя только достигла годового максимума.

Распределение планктона рассматривается по главнейшим экологическим областям Байкала.

Мелководья предустьев крупных рек. Как показано выше, в этой области озера в августе 1962 г. господствовали «очень теплые» и «теплые воды», занимавшие особенно обширное пространство напротив дельты р. Селенги. Фитопланктон здесь в это время качественно весьма богат. Из водорослей преобладали сине-зеленые, особенно *Anabaena lemmermannii*, встречались также *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gloeo-trichia*; из диатомей высокой численности достигали *Melosira granulata angustissima*, *Asterionella formosa*, из золотистых — *Dinobryon*. По мере удаления от предустьевых мелководий в глубокие воды численность и разнообразие водорослей заметно уменьшались.

Зоопланктон предустьевых районов также богат видами, однако вблизи берегов в зоне мутных вод биомасса его была небольшой и колебалась в пределах от 1 до 9—14 г/м². На мелководьях и в непосредственном соседстве с ними преобладали циклопы (*Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops kolensis*), составлявшие 27—30% общей биомассы, затем клadoцеры и коловратки, из которых по численности выделялись *Kellicottia longispina*, *Filinia terminalis*, *Synchaeta* sp. (в некоторых пробах они достигали 14% общей биомассы). Низкая биомасса зоопланктона наблюдалась также в предустье р. Баргузин. В переходной к глубоким водам зоне она несколько увеличивалась при резком преобладании *Epischura baicalensis* (до 90%). Здесь же довольно многочисленны коловратки, встречались клadoцеры.

В переходной зоне от предустьев В. Ангары и Кичеры к глубоким водам северного Байкала биомасса зоопланктона составляла около 13 г/м² (в слое 0—25 м), причем на долю *E. baicalensis* приходилось 95—98%.

В сентябре 1963 г. на мелководьях предустьев Селенги биомасса зоопланктона, хотя и была разнообразной по видовому составу, однако не превышала 4—5 г/м².

Крупные заливы, губы с прилегающими мелководьями и Малое море. В августе 1962 г. здесь господствовали «очень теплые» и «теплые» воды. Во внутренних мелководных участках заливов из водорослей преобладали сине-зеленые (*Anabaena*, *Gloeo-trichia*, *Aphanizomenon* и др.) и *Dinobryon*; из диатомей — *Asterionella formosa*, а также *Ceratium hirundinella* и пр. Однако качественный состав фитопланктона этой области не так разнообразен, как в предустьях рек. Чрезвычайно богатым оказался фитопланктон в Баргузинском заливе, где численность *Anabaena* достигала более 200 тыс. кл/л. Здесь обнаружены значительные количества *Melosira granulata angustissima* (в заливе Култук — до 170 тыс. кл/л), *Dinobryon* (до 342 тыс. кл/л), *Asterionella* (до 20 тыс. кл/л), *Ankistrodesmus pseudomirabilis* (до 20 тыс. кл/л) и др. Кое-где в центральных и внешних участках заливов встречались в незначительном количестве *Melosira baicalensis*, *Cyclotella minuta*, *Peridinium* sp. В Чивыркуйском заливе биомасса водорослей достигала 0,06, в Баргузинском — 0,119 г/м³. Таким образом, при несколько меньшем разнообразии видового состава биомасса водорослей в заливах и губах значительно превышала таковую в предустьях рек.

Зоопланктон заливов в качественном отношении несколько беднее, чем в предустьях рек, однако биомасса его более высокая. Так, в юж-

Численность водорослей (кл/л) по температурным зонам оз. Байкал в августе 1962 г.

Водоросли	Температурные зоны				
	I	II	III	IV	V
<i>Melosira baicalensis</i>	29	20	88	218	60
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	242 000	150	41	141	13
<i>Cyclotella baicalensis</i>	16	48	34	13	110
<i>C. minuta</i>	660	3 543	3 830	1 040	4 800
<i>Synedra</i>	626	300	183	185	5
<i>Dinobryon</i>	23 350	1 710	186	2	6
<i>Anabaena</i>	38 200	8 000	1 496	14	0,5
<i>Aphanizomenon</i>	93 400	42 000	160	18	—
<i>Ankistrodesmus pseudomirabilis</i>	300	2 100	3 102	685	100
Всего:	398 581	57 871	9 120	2 316	5 094,5

ной части Чивыркуйского залива общая биомасса зоопланктона достигала 43,8 г/м²; 40—60% ее составляли преобладавшие здесь кладоцеры, из которых особенно выделялись обилием *Daphnia longispina hyalina*, *V. galeata*, *D. cucullata* (25—50%), отчасти *Chydorus sphaericus*. Значительную роль в зоопланктоне играли также *Cyclops kolensis*, *Eudiaptomus graciloides* (в некоторых пробах до 26—50%), коловратки (преимущественно *Conochilus unicornis*). Очень богат зоопланктон во внешней части бухты Фертик: в слое 0—7 м его биомасса равнялась 55,3 г/м², преимущественно за счет *C. kolensis* (66%), *D. cucullata* (28%), *B. longirostris* (5%). В центральной и внешней частях залива значительную долю биомассы составлял *C. kolensis*, многочисленными были также *Daphnia longispina hyalina*, *D. cucullata* и коловратки, особенно *Filinia terminalis*, *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Synchaeta* sp., *Conochilus unicornis* и др. *Epischura baicalensis* в заливе не обнаружена. В южной части Малого моря примерно те же компоненты зоопланктона составляли 75—90% общей биомассы, не превышавшей здесь 6,5—9,5 г/м². В губе Таланка и в соседних с ней участках биомасса зоопланктона колебалась в пределах 8,5—17,5 г/м² на глубине 0—20 м при явном преобладании *E. baicalensis*. Значительную долю биомассы составляли здесь также *C. kolensis*, коловратки — *Asplanchna herricki*, *Euchlanis dilatata* и др.

В сентябре 1963 г. в Малом море, даже в его южной части, основную долю биомассы составляли *E. baicalensis*, *C. kolensis* (до 25% биомассы). В средней и северной частях Малого моря *E. baicalensis* составляла 80—95% общей биомассы зоопланктона. Вдоль западных берегов северного Байкала в районе крупных обширных и относительно мелководных губ Болсодей, Богучанская и других заметную долю биомассы составляли кладоцеры (18—30%), циклопы (14—17%) и коловратки (до 10%) при общей биомассе 4—5 г/м². *E. baicalensis* составляла здесь 18—40% биомассы, зато в районе губ Фролиха и Аяя, у восточных берегов озера, она достигала уже 70—80% общей биомассы зоопланктона.

Очень высокая биомасса зоопланктона (до 67 г/м²) обнаружена внутри архипелага Ушканьих островов. Преобладающая форма здесь (82% общей биомассы) — *E. baicalensis* (I, II, III копеподитные стадии), многочисленны также *C. kolensis* (16%) и из коловраток *Keratella quadrata*.

Глубоководная область Байкала. В августе 1962 г. в температурном отношении эта область, как уже отмечено выше, была неоднородной. В северном Байкале господствовали холодные воды, в южном, вблизи обширных мелководий, значительные пространства занимали теплые и умеренно теплые воды.

Фитопланктон глубоководной области, даже вблизи мелководий, однообразен и состоял из незначительного количества *Anabaena lemmermannii* (до 2—15 тыс. кл/л), *Gloeotrichia*, *Aphanizomenon*, *Synedra*, *Dinobryon*, *Melosira granulata*, *Nitzschia acicularis*. В южном Байкале в районе Б. Котов обнаружены *A. lemmermannii* (до 18 тыс. кл/л), *Dinobryon* (до 9 тыс. кл/л), *Ankistrodesmus* (до 5,2 тыс. кл/л), *C. minuta* (до 1 тыс. кл/л). В умеренно холодных и холодных водах северного Байкала в планктоне чаще всего встречалась *C. minuta* и в небольшом количестве *C. baicalensis*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, *A. formosa*, *D. cylindricum*; в редких случаях единично обнаружена *Anabaena*. Наибольшая биомасса водорослей в зоне холодных вод здесь не превышала 0,021 г/м³ (см. таблицу).

Зоопланктон глубоководной области Байкала в 1962 г. отличался однообразием с резким преобладанием *E. baicalensis*, составлявшей 80—98% общей биомассы. Вблизи мелководий в зоне теплых и умеренно теплых вод средняя биомасса зоопланктона достигала 19—21 г/м²; наиболее высокой с резким преобладанием *E. baicalensis* она была в Селенгинско-Бугульдейском районе (до 35—80 г/м²); в северном Байкале большая часть проб давала до 40—45 г/м²; вблизи Ангаро-Кичерского мелководья биомасса колебалась в пределах 15—25 г/м². Здесь значительную часть ее составляли кладоцеры (до 30%), циклопы (до 13—17%) и коловратки. Вдали от берегов, в центральных частях глубоководной области, биомасса была заметно ниже, чем вблизи обширных мелководий.

В сентябре 1963 г. биомасса фитопланктона глубоководной области вблизи мелководий, в Селенгинско-Бугульдейском районе, колебалась в пределах 0,015 до 0,027 г/м³. Биомасса зоопланктона в этом районе колебалась в пределах 11—31 г/м², причем в зоне теплых вод значительную долю планктона составляли *C. kolensis*, кладоцеры, коловратки. Так, напротив губы Песчаной почти 50% общей биомассы зоопланктона составляли циклопы, 46% — *E. baicalensis*, 3—4% — кладоцеры и коловратки. Ближе к середине Байкала циклопы составляли 17%, а вблизи дельты Селенги их доля вновь возрастала до 42%; кладоцер и коловраток насчитывалось до 5%.

Следует особо отметить высокую биомассу зоопланктона глубоководной области северного Байкала; в 1963 г. в большей части проб здесь обнаружено от 26 до 50 г/м², причем 98—99% общей биомассы зоопланктона составляла *E. baicalensis*. Лишь вблизи границы с теплыми водами в незначительном количестве встречались *C. kolensis*, *M. leuckarti* и кладоцеры.

ВЫВОДЫ

1. Исследование летнего распределения планктона, а также температур, прозрачности и цветности воды озера Байкал позволило выделить пять температурных зон, с которыми связано распределение фито- и зоопланктона в водоеме.

2. Летнее цветение воды в период исследований наблюдалось лишь в заливах, губах, предутьях рек и на небольших участках глубоководной области вблизи мелководий. Наибольшее разнообразие и обилие

летних форм фитопланктона в 1962 г. обнаружено в зоне «очень теплых» вод: число водорослей здесь достигало в среднем 400 тыс. кл/л, из них *M. granulata* — 242 тыс., *Aphanizomenon* — 93 тыс., *Anabaena* — 38 тыс. и *Dinobryon* — 24 тыс. кл/л.

3. Зоопланктон мелководий также наиболее богат видами (31 вид), однако его биомасса здесь распределялась неравномерно: низкая в зоне мутных вод (менее 1 г/м²), она постепенно увеличивалась по мере удаления от них и увеличения прозрачности воды и достигала больших величин в центральных и внешних частях заливов и губ, а также в глубоководных участках вблизи обширных мелководий (в 1962 г. до 80 г/м²). Биомассу зоопланктона в глубоководной области и значительной части мелководья определяло обилие *Epischura baicalensis*.

4. Развитие летнего зоопланктона в 1962 г. было относительно высоким на всем пространстве Байкала, тогда как в 1963 г. в среднем и южном Байкале оно было несколько ниже среднего многолетнего уровня. Слабое развитие летнего зоопланктона в открытых водах совпало с годом обильного урожая здесь весенних диатомей (*Melosira baicalensis* и др.).

ЛИТЕРАТУРА

Кожов М. М. 1962. Биология оз. Байкал. Изд-во АН СССР.

Его же. 1964. О кормовой базе для пелагических промысловых рыб оз. Байкал. Вопр. ихтиологии, 4, 1(30).

Шнягина Г. И. 1963. Изменения зоопланктона Посольского сора и прилегающих мелководных участков Байкала в мае — августе 1960 и 1961 гг. Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, 13.

Поступила 21.I 1965 г.

ON THE DISTRIBUTION OF PLANKTON IN LAKE BAIKAL DURING THE SUMMERS OF 1962 AND 1963

N. L. ANTIPOVA, M. M. KOZHOV, G. I. SHNYAGINA

(Baikal Biological Station of Irkutsk State University)

Summary

On the basis of processing of 495 plankton samples the authors describe the distribution of summer phyto- and zooplankton in connection with habitat conditions in various areas of Lake Baikal (shallow-water areas and mouths of rivers, bays, deep-water area). Changes in the quantitative criteria are due to a number of factors, among which thermal conditions play an important part. Five zones of temperature distribution during the summer season are distinguished.

The plankton biomasses in the summers of the given years (1962, 1963) are compared, and the causes affecting the observed changes are indicated.