

КОЖОВ М. М.
Иркутский госуниверситет
имени А. А. Жданова

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВОЙ РАЗВЕДКИ ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ оз. БАЙКАЛ

В настоящей статье мы ставим задачей указать на те биологические явления в толще вод Байкала, которые оказывают важное влияние на перемещение пелагических рыб (и особенно омуля) в связи с поисками ими объектов питания.

Известно, что основой питания омуля и бычков-желтокрылок являются мелкие веслоногие рачки и прежде всего эпишура (*Epischura baicalensis*, Saris), в некоторой степени — также байкальский циклоп (*Cyclops kolensis baicalensis*, Was.), а в открытых, глубоководных районах — крупный рачок — бокоплав-юр (*Macrohectopus branikii*, Dyb.). Летом существенную долю в питании омуля составляют личинки и мальки бычков-желтокрылок, да и сами эти бычки истребляют громадное количество своей молодежи.

Нагульные миграции омуля и бычков-желтокрылок и их сезонный и суточный ритм тесно связаны с жизненным циклом названных выше организмов, особенно с перемещениями в водной толще их массовых скоплений, жизненный цикл которых тесно связан с такими важными условиями их жизни, как температура, свет, наличие пищи, а эта последняя для эпишуры и молодежи бокоплава-юра состоит в основном из микроскопических водорослей (перидиней и диатомей), развивающихся в верхних слоях толщи вод. Развитие этих водорослей и их распределение в толще вод зависят от световых и температурных условий и их сезонных изменений.

Сложные взаимоотношения между водорослями, их потребителями — рачками и другими планктонными животными и между последними и рыбами-планктофагами вырабатываются в процессе приспособления к условиям жизни. Раскрытие этих взаимоотношений очень трудная задача, но вместе с тем упорная работа в этом направлении совершенно необходима, чтобы глубже понять поведение рыбы, причины сезонных и суточных её перемещений как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Рассмотрим интересующие нас явления в жизни толщи вод Байкала по сезонам года.

Уже в октябре, в связи с сильным охлаждением верхних слоёв воды, происходит опускание сохранившегося от лета зоопланктона в более глубокие слои. Рыбы-планктофаги (омуль, бычки) также опускаются в это время на глубину до 150—250 м, т. е. до слоя приблизительно постоянной в течение года температуры воды — около 3—4°. В этот период, несмотря на общее рассеяние в придонных слоях глубин

150—300 м, особенно на свале обширных мелководных платформ, бокоплава-юра, а также половозрелых рачков эпишуры и молоди бычков желтокрылок, всё же наблюдаются скопления их, и они становятся здесь жертвой омуля и некоторых донных рыб (сиги, налимы, донные бычки и т. д.).

В январе, после того как Байкал покрывается льдом, в толще его вод наступают первые признаки весеннего оживления. Под самым льдом начинают обнаруживаться вегетирующие водоросли — диатомеи и перидинеи. Сюда же из глубоких слоёв воды подтягиваются рачки эпишуры. Их половозрелые самки отрождают в это время личинок-науплиусов первой послеосенней или, точнее, зимне-весенней генерации. И к этому же времени поднимаются из глубин в верхние слои бычки-желтокрылки. Стайки их нередко можно видеть в январе—феврале в прорубях под самым льдом даже в глубоководных районах.

Исследования Г. Ф. Мазеповой (1954, 1956) и Л. Н. Могилева (1955) показали, что эпишуры и циклопы в январе—феврале особенно густо накапливаются под самым льдом в послеполуденные часы. Здесь они становятся объектом питания бычков-желтокрылок (Потакуев, 1955; Мазепова, 1956).

Основная масса омуля в подлёдный период, поднявшись с мест своих зимовок, в марте—апреле медленно продвигается к берегам мелководий, преимущественно в придонных слоях воды, и ко времени вскрытия Байкала от льда, в мае—июне, оказывается вблизи берегов обширных мелководий.

У бычков в марте наступает период икрометания, и они идут на каменистые банки, служащие им для нереста, густыми косяками. Здесь они успешно вылавливаются ставными ловушками — вентерями.

Каждый промысловый район имеет свои исторически сложившиеся пути миграции омуля под льдом к местам его весеннего нагула. Для главнейших промысловых районов они хорошо известны и схематически нанесены на карты.

Перед вскрытием Байкала от льда уже весь верхний (0—25 м) слой бывает насыщен водорослями, переживающих в это время максимум развития. В этой же зоне скапливаются и потребители водорослей — рачки, коловратки и т. д. Но их биомасса и плотность населения пока еще невелики, хотя в тёмное время суток они могут скапливаться в значительном количестве в подлёдном слое.

После того, как сойдет лёд, в мае—июне, планктон снова рассеивается в толще вод, что является следствием резкого усиления термического перемешивания водной массы, и также и всё возрастающей ветровой циркуляции. В глубоководных районах планктон в это время рассеивается в основной своей массе в слое от поверхности до глубин в 200—300 м, нигде не создавая сколько-нибудь густых концентраций.

Таким образом, для потребителей планктона глубоководных районов период май—июнь является наиболее голодным, т. к. даже в тёмное время суток лишь малая доля рачков в состоянии подняться в верхний слой воды и образовать здесь сколько-нибудь густые скопления.

Однако в мелководных районах, где глубина невелика (не более 10—20 м) и вода быстро нагревается до оптимальных для развития ракового планктона температур (8—12° и выше), уже в июне создаются условия, необходимые для массового развития планктона. Такие районы в июне и служат главным пастбищем для омуля и бычков. Но площадь этих быстро прогреваемых мелководий малая. Так, в средней части озера (без Малого моря) мелководья с глубинами

0—50 м (включая Приселенгинский район) занимают всего лишь около 130 тысяч гектаров из более чем миллиона гектаров общей площади акватории, т. е. около 12%, из них глубины 0—10 м составляют 21 тысячу га, или немногим более 2% общей площади (без соров). В других районах площадь глубин до 50 м, и особенно до 10—20 м, занимает еще меньшие пространства. Поэтому кормовой планктон, развивающийся на весенних пастбищах омуля и бычков в районах мелководий, быстро опустошается, и это заставляет голодную, поднявшуюся из глубин рыбу весной быть в беспрестанном движении в поисках густых концентраций корма. При недостатке планктона омуль нередко в это время отходит от берегов в придонные слои на глубину 20—50 м, где питается донными рачками-бокоплавами или, прижимаясь совсем близко к берегам, хватает здесь куколок ручейников и взрослых насекомых, оказавшихся на воде.

В конце июня в средней части, а в начале июля в северной части Байкала участки с прогретой до 8—12° водой, богатой планктоном, значительно расширяются. Но всё же они и теперь бывают прижатыми к дельтам рек, к мелководьям заливов и обширных губ.

В переходный от весны к лету период (середина или последняя декада июля) знание температурных и кормовых условий имеет особо важное значение для поисков промысловых скоплений рыб. Верхние слои воды начинают в это время перегреваться и в более открытых районах нагульные площади омуля увеличиваются, и он отходит от берегов в более открытые районы. Во второй половине июля и в августе богатые кормом участки в верхнем (0—20 м) слое воды могут быть обнаружены и в глубоководных районах, особенно вблизи обширных мелководий.

Около середины августа косяки половозрелого омуля направляются к предустьевым районам нерестовых рек — к Селенге, В. Ангаре, Кичере и др. Направления миграций косяков «проходного омуля» у каждой его расы выработались исторически в процессе приспособления, однако пути следования могут меняться в зависимости от метеорологических условий, распределения температуры и кормового планктона, что в свою очередь связано с условиями погоды и т. д. Встречая на пути слои холодной воды, бедной планктоном, косяки обходят или быстро пересекают их. Наткнувшись на богатые кормом площади, они, как правило, несколько задерживаются здесь, но затем вновь двигаются дальше по направлению к нерестовым рекам. В это время крупные промысловые скопления нередко можно встретить у температурных «барьеров», т. е., например, на границе холодной воды и теплой, а также у границы «поля» сильного цветения водорослей, сильной мутности воды и т. д.

Неполовозрелые и отдыхающие омули («летница»), отходя от берегов, рассеиваются на широком пространстве, сначала по открытым участкам мелководий, бывших местом привала, а затем уходят дальше в «море» до глубоководных районов включительно. Эти омули «ходят» менее крупными косяками и на нагульных площадях, богатых кормом, не всегда образуют густые промысловые скопления.

Поведение омуля на нагульных площадях летом в сильнейшей степени зависит от горизонтального распределения и вертикальных перемещений планктонных рачков, а также и других компонентов питания омуля, зависящих, в свою очередь, от гидрометеорологических факторов, главным образом от течений, степени прогрева вод, условий освещения и т. д.

*Распределение
температур воды оз Байкал
в период с 10 августа
по 1 сентября 1954 г*

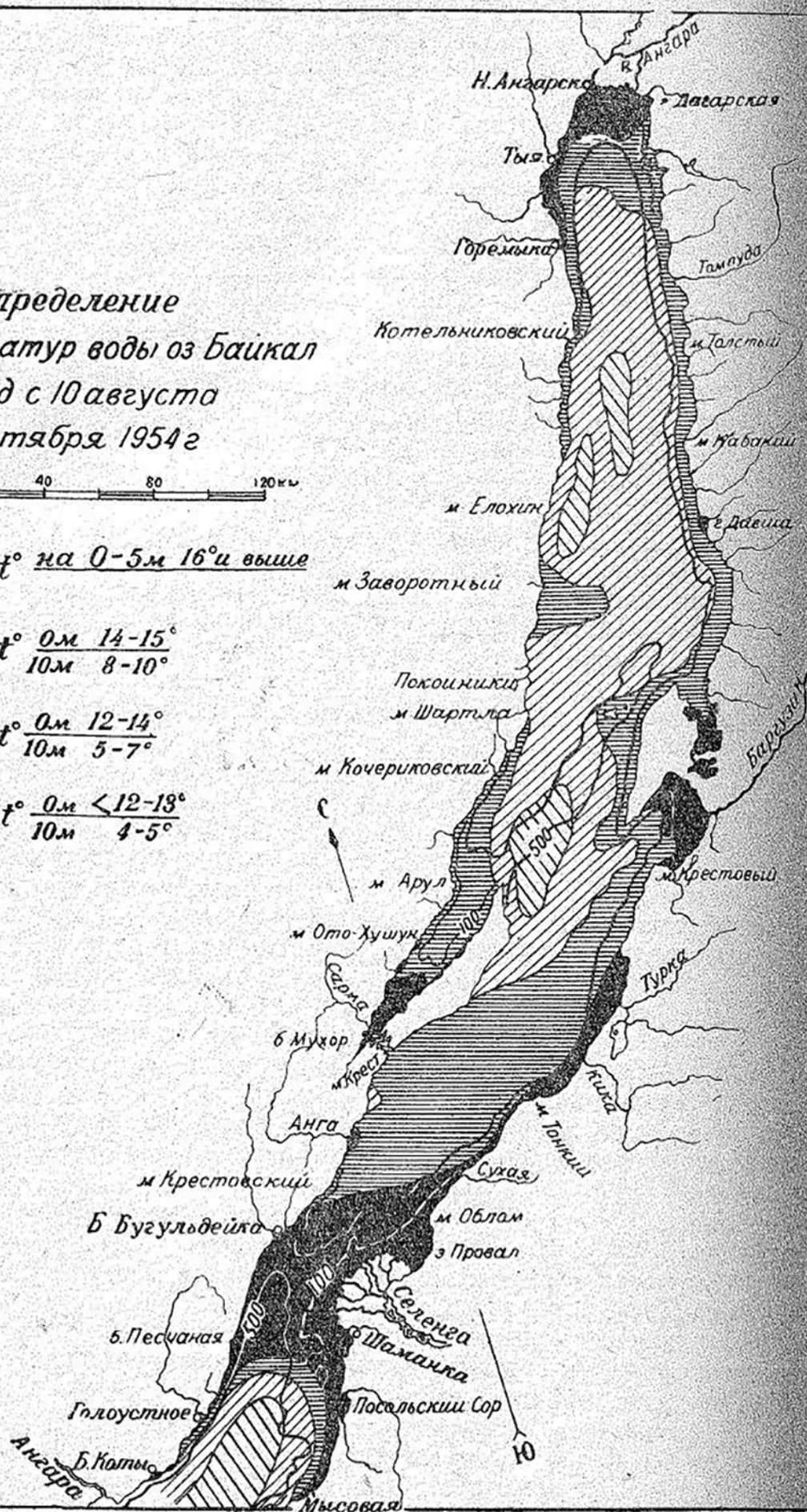
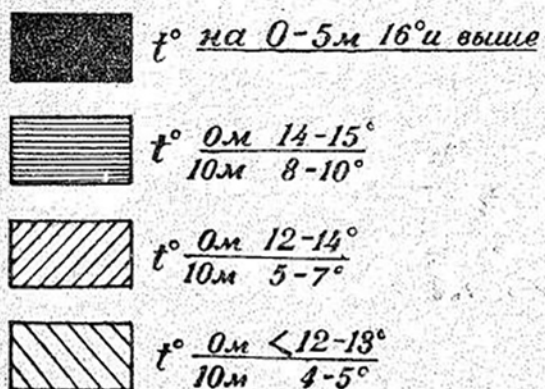







Рис. 1.

Схема распределения биомассы ракового планктона и миграции „проходного“ омуля северо-байкальской расы во 2-й половине июля - августе 1954 г.

Условные знаки:

-  *биомасса более 400 кг на 1 га*
-  *от 200 до 400 кг/га*
-  *100 - 200 кг/га*
-  *менее 100 кг/га*

 *направление миграций*

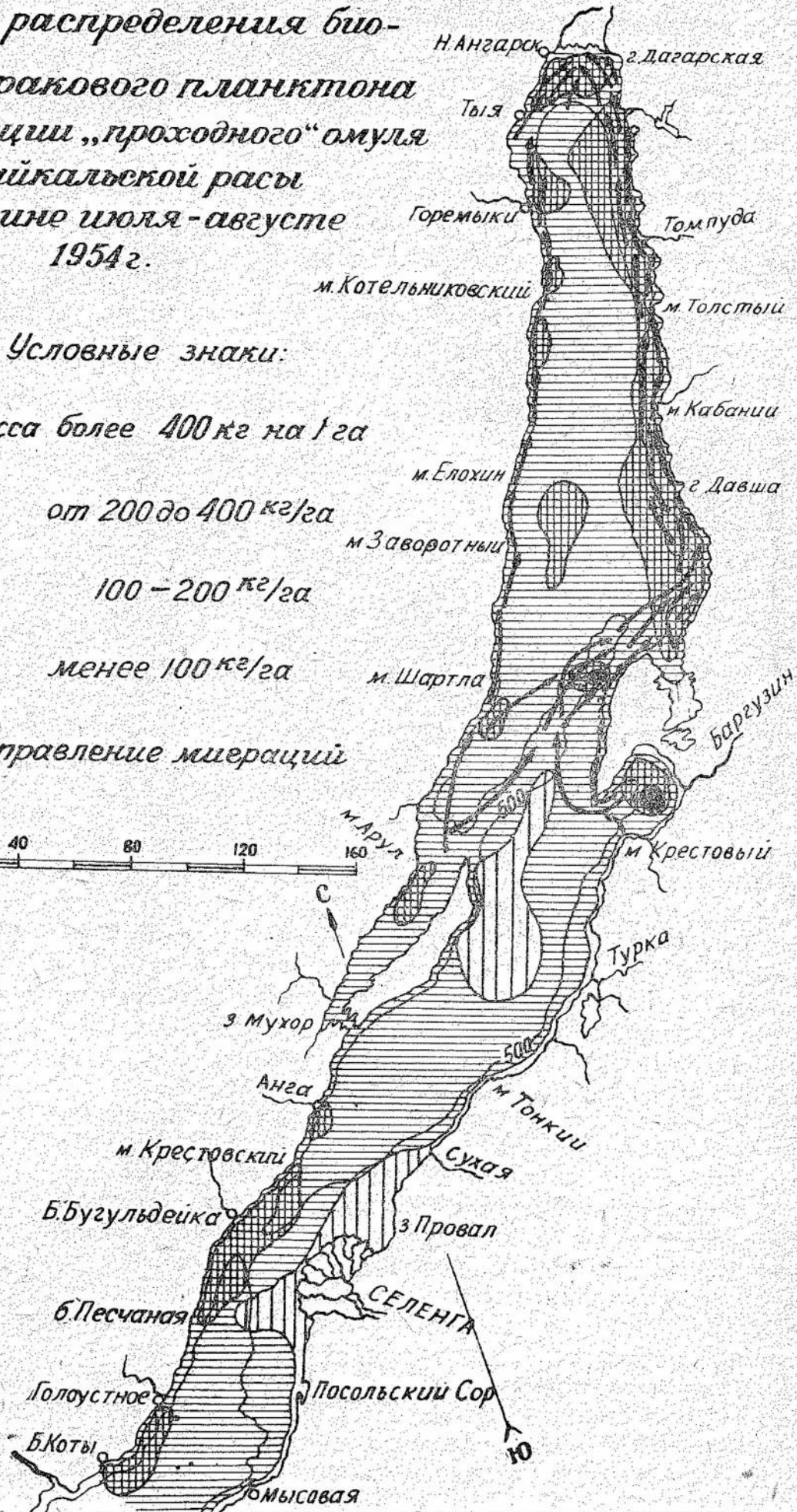


Рис. 2.

В последние годы было уделено значительное внимание установлению закономерностей распределения в Байкале районов, богатых кормовым зоопланктоном. Было установлено, что наивысшие концентрации ракового планктона в верхнем (50 м) слое воды, с биомассой до 400 кг/га и более, наблюдаются летом лишь в тех участках, где температура воды на поверхности достигает 12—14°, а на глубине 10 м—8—12°. Эти участки в различные годы занимают разные площади, но они всегда приурочены к районам обширных мелководий и к тем из глубоководных участков, которые находятся вблизи мелководий или в полосе течений, направленных от них.

На рисунках 1 и 2 на стр. стр. 620 и 621 дается схема распределения температуры, ракового планктона и путей миграции «ходового» омуля в средней и северной частях Байкала в августе—сентябре 1954 года. Эти материалы наглядно указывают на прямую связь между температурой воды, качеством планктона и основными направлениями путей миграции косяков омуля.

Для успеха разведки промысловых скоплений омуля в летний период необходимо знать эти взаимосвязи. В настоящее время опытные бригады рыболовецких бригад летом пользуются для определения промысловых скоплений некоторыми внешними признаками: замечают «плавеж» омуля, наличие или отсутствие чаек, цвет и температуру воды. Последние два признака характеризуют, по опыту рыбаков, наличие или отсутствие «поеди», т. е. пищи для омулей. Сероватый (белесый) оттенок в цвете верхнего слоя воды рыбаки правильно считают положительным признаком. Такой оттенок действительно в известной мере соответствует пониженной от обилия планктона прозрачности воды (около 4—6 м в открытых районах). Рыбаки считают также положительным признаком не очень холодную, но и не перегретую воду. На практике они определяют обычно такую воду лишь на ощупь, без термометра. Очень прозрачная и холодная вода правильно считается ими отрицательным признаком. Опытные рыбаки замечают также наличие «юра» (бокоплав *Macrohectopus*), который, как они знают, к сумеркам поднимается к поверхности. Но этот бокоплав живет лишь там, где глубина превышает 200—250 м.

Необходимо, чтобы рыбаки-бригады были снабжены термометрами, а разведочным бригадам и судам полезно иметь планктонную сетку или планктоносорбитель, употребляемый для таких же целей в морях при разведке скоплений сельди.

Летом создается в водах озера основная масса кормовых объектов для планктоноядных рыб, поэтому конец июля, август, сентябрь являются периодом наиболее интенсивного питания рыбы.

Эта интенсивность питания обусловлена не только ростом общей численности планктона, но и тем, что в летний период подрастают, т. е. увеличиваются в размерах планктонные рачки, которыми рыба питается. Молодь (науплиусы) имеют размеры всего лишь 0,1—0,3 мм, размеры следующих трех молодых копеподитных стадий—0,4—0,5 мм. Старшие рачки достигают размеров до 1—1,4 мм.

Молодыми мелкими рачками питается главным образом молодь рыб. Мальки омуля и молодые бычки при поисках пищи, пользуясь прежде всего зрением, гонятся за рачками и хватают их по отдельности. Чем моложе возраст мальков, тем более молодые возрастные группы рачков служат им для питания.

Что же касается взрослых омулей, то они не в состоянии питаться тем же способом, как их молодь. Они фильтруют воду, пропуская ее через жаберный аппарат. Но при этом хорошо отфильтровываются

только те рачки, размеры которых превышают 0,4—0,5 мм, т. е. лишь их старшие возрастные группы, начиная с 3 копеподитной стадии. Численность этих старших рачков как раз и увеличивается летом.

Для успешной фильтрации омулями рачков важны не только их размеры, но и концентрация, т. е. плотность заселения ими тех или иных слоёв воды. При слабых концентрациях усилия рыбы по фильтрации воды не оправдываются: она всё равно голодает. Поэтому при поисках корма старшие возрастные группы рыб пользуются главным образом тем, что их жаберный аппарат и ротовая полость, густо снабженные нервными окончаниями, чувствуют наличие или отсутствие планктона в заглатываемой и пропускаемой через жабры воде. Рыба чувствует также температуру воды и её движение (течения). Наткнувшись на богатый кормом участок, рыба уже не отрывается от него, и, если он перемещается благодаря течению, она двигается вслед за ним. Но и на богатом кормом участке рыба вынуждена менять глубину своего обитания, т. к. концентрация планктонных рачков в разных слоях воды и в различное время суток на одном и том же участке закономерно и резко меняется.

Знание закономерностей суточных вертикальных перемещений планктонных рачков летом является очень важным для понимания причин перемещения рыбы в течение суток в толще воды, поэтому на этом вопросе мы остановимся подробнее.

Вертикальные суточные миграции планктонных организмов происходят во всех водоемах, как морских, так и пресных. В этой статье излагаются результаты наблюдений за миграциями, проведенных в районе Б. Котов в конце июля и в начале августа 1955 г.

Следует отметить, что 1955 год был годом резкого преобладания в водах рачка епишуры. Циклопы в открытых частях озера в этом году практически отсутствовали или были представлены крайне скудно. Таким образом, наблюдения касаются лишь вертикальных суточных перемещений епишуры как наиболее важного объекта питания пелагических рыб.

Мы провели две серии наблюдений. Одна из них началась в 16 ч. 45 м. 22 июля и непрерывно продолжалась до 8 ч. 50 м. 24 июля, т. е. в течение 40 часов. Вторая серия была начата 6 августа в 12 ч. 47 м. и закончена в 22 ч. 9 августа, т. е. продолжалась без перерыва 80 часов.

Материал собирался средней количественной сетью Джели из сита № 50, по фракциям 50—25, 25—15, 15—10, 10—5, 5—2, 2—0 м. Пробы брались, как правило, через каждые 2—3 часа в одной и той же «точке», над глубиной 60—70 м у «маяка», поставленного на якорь, в 250 м от берега.

Температура воды верхнего слоя 22—23 июля не превышала 7,7°—10,6°; на 25 м температура понижалась до 6,4—6,7°, а на 50 м она была почти постоянной, около 6°.

Температура воды 7—8 августа была следующей (в градусах С):

Глубина в м	0	2	5	10	15	20	25	35
Дата и время								
7 августа, 16 ч.	16,3	13,4	13,1	12,4	11,9	7,0	5,8	5,3
8 августа, 9 ч.	—	15,3	14,4	10,6	9,1	7,8	6,7	5,3

В «точке» наблюдений имело место медленное течение, приводившее к смене воды и соответственно этому к изменению общей

Вертикальное распределение *Epischura baicalensis* в слое 0—50 м в разное время в 250 м
 Концентрация в тысячах экз. в 1 м³ (неполные)
 Заштрихованы колонки с сериями, взятыми
 Цифры, набранные жирным шрифтом, показывают макси

Показатели		К о п е п о д и т ы											
		22/VII		23/VII						24/VII			
		Время		Штриховка		Штриховка		Штриховка		Штриховка		Штриховка	
Облачность в баллах	16 ⁴⁵	20 ³⁷	22 ¹³	115	24 ⁶	43 ⁰	8 ⁴⁵	12 ⁴⁶	16 ²²	19 ¹²	22 ²³	5 ²⁰	8 ¹⁸
	17 ¹⁵	21 ⁰²	22 ⁴⁵	147	3 ²⁰	45 ⁴	9 ¹³	13 ⁰²	17 ⁰³	19 ⁴¹	23 ¹⁶	5 ¹⁶	8 ⁰⁰
Солнце (С)	2—3	1—2	0	0	0	0	0	0	0—2	0	0	0	0
Глубина в м	ветер с берега												
0—2	6	157	26	20	26	57	4	5	10	52	42	6	2
2—5	1	11	3	2	3	4	7	5	19	7	3	2	1
5—10	2	10	6	1	3	5	10	3	6	19	2	6	4
10—15	2	2	4	2	22	3	4	1	6	4	4	7	5
15—25	2	3	2	2	3	2	2	0.3	2	4	3	1	2
25—50	0.4	0.8	2	1	1	1	0.6	0.6	0.3	1	1	1.3	1.1
0—2	20	68	33	38	18	56	7	15	13	36	47	7	4
2—5	3	7	6	4	5	6	14	22	37	7	6	5	2
5—10	11	11	10	3	6	13	42	26	17	32	3	23	20
10—15	16	3	11	8	50	3	13	9	20	6	11	25	23
15—25	33	7	10	21	12	8	13	4	8	12	19	6	21
25—50	17	4	30	26	9	9	11	24	5	7	13	34	30
Всего в слое 0—50 м в тыс. экз. под 1 м ²	56	456	154	100	233	206	134	59	153	289	172	123	99

время суток 22—24 июля 1955 г. в районе Б. Котов нал глубиной в 60—70 м от берега.

тысячи приняты за полные, кроме слоя 25—50 м).

в период после заката и до восхода солнца.

малые для серии концентрации и численность рачков.

Н а у п л и у с ы

22/VII		23/VII							24/VII			
16 ⁴⁵	20 ³⁷	22 ¹³	1 ¹⁵	2 ⁴⁶	4 ³⁰	8 ⁴⁵	12 ⁴⁶	16 ³²	19 ¹²	22 ²³	5 ²⁰	8 ¹⁸
17 ¹⁵	21 ⁴⁵	22 ⁴⁵	1 ⁴⁷	3 ²⁰	4 ⁵¹	9 ¹³	13 ⁰²	17 ⁰³	19 ⁴¹	23 ¹⁶	5 ⁵⁶	8 ⁵⁰
2—3	1—2	0	0	0	0	0	0	0—2	0	0	0	0
дымка тумана	ветер с берега				Света-ет				Заход С		Восход С	Свежий ветер
0	99	38	32	45	69	6	0	3	66	3	25	17
2	23	4	7	6	12	4	11	37	16	1	14	7
2	28	6	6	18	23	56	17	14	48	2	33	21
8	26	26	11	30	23	40	28	24	38	7	49	39
11	17	12	7	15	20	34	15	17	34	18	7	10
3	17	12	17	6	9	4	2	3	10	6	8	5
0	18	13	10	12	17	1	0	1	12	2	5	6
2	6	2	3	3	4	1	8	24	4		5	3
4	13	5	4	17	14	32	25	12	20	2	27	18
18	6	13	9	23	14	20	26	21	16	7	30	34
46	16	18	10	23	24	36	28	29	27	42	9	17
30	41	49	64	22	27	10	13	13	21	47	24	22
221	1055	622	664	626	812	820	528	573	1187	422	809	569

Вертикальное распределение науплиальных стадий эпишуры
6—9/VIII-1955 г. в районе Б. Котов, над
(Обозначения те же, что

Показатели	Время	6/VIII					7/VIII									
		12 ⁴⁷	17 ⁴⁶	21 ¹⁷	0 ¹⁰	3 ⁰⁰	6 ¹⁰	9 ¹⁹	12 ⁰⁰	15 ⁵⁸	18 ²⁰	21 ¹⁸	0 ¹⁷	3 ¹⁰	6 ⁰⁰	
		13 ³⁰	18 ²⁹	27 ⁴⁸	0 ⁵²	3 ⁴⁵	6 ⁸	10 ⁰¹	12 ⁴²	16 ¹⁷	18 ⁴⁶	21 ⁴⁷	0 ⁵²	3 ⁵⁶	6 ³²	
Облачность в баллах Солнце (С)		8	5 С над горизон- том	5 луна	5—7 луна	ту- ман, луна	Ту- ман, вос- ход С	С скво- зь ту- ман	4	2	Ту- ман, за- ход С	Ту- ман	Яркая лу- на между кучевыми облаками		4 ту- ман, вос- ход С	
Концентрация в тысячах экз. в 1 м ³ .	Глубина в м															
	0—2	6	2	8	9	26	11	2	1	3	4	12	0	1	8	
	2—5	5	3	3	6	9	19	7	0	8	4	16	4	2	4	
	5—10	7	1	3	3	3	13	8	15	29	23	5	5	6	6	
	10—15	4	14	5	4	15	10	11	9	53	19	26	9	7	6	
15—25	1	5	7	5	19	2	2	6	3	17	5	3	4	2		
25—50	0.16	0.6	0.2	1	2	0.5	1.1	1.6	0.7	2	2	0.4	0.3	0.2		
Численность в % от общей численности в слое 0—50 под 1 м ²																
	0—2	14	3	16	13	13	9	2	1	1	2	9	0	1	14	
	2—5	16	4	7	14	6	24	13	0	4	3	17	9	5	10	
	5—10	37	4	11	8	3	27	25	35	31	30	9	21	22	27	
	10—15	20	51	21	14	18	26	34	20	54	25	28	36	29	26	
15—25	9	37	38	36	49	8	7	27	6	23	19	25	31	18		
25—50	4	1	6	15	11	6	19	17	4	17	18	9	12	5		
Всего 0—50 тысяч. экз. под 1 м ²		88	128	96	136	395	231	149	211	484	357	268	114	118	104	

(*Epischura baicalensis*) в слое 0—50 м в разное время суток
глубиной 60—70 м, в 250 м от берега,
в первой таблице).

8/VIII				9/VIII								
506	12 ¹⁵	15 ³⁵	19 ³¹	21 ⁵⁶	00 ⁷	3 ⁰⁰	6 ⁰⁰	9 ⁰⁶	12 ¹⁵	15 ³²	18 ³⁰	21 ³⁴
932	12 ³⁶	16 ¹⁵	19 ⁵⁹	22 ⁴⁸	10 ¹	3 ⁴³	6 ⁵⁰	00 ²	12 ³⁵	16 ³⁰	19 ¹³	22 ¹⁰
С туман	1 туман	С сквозь облака	5 С за го- ризон- том	4 луна сквозь туман	4 луна сквозь туман	5 Луна, туман	1	0	0	0	0 Заход С	0
3	2	2	0	3	9	8	3	2	1	1	1	7
2	2	1	0	1	0	6	2	0	0	0	0	2
11	14	4	1	1	7	0	7	7	27	9	2	5
9	10	10	2	2	10	2	19	25	29	6	2	2
2	5	6	8	4	6	2	3	11	8	9	7	3
0.5	1	1	0.7	1	2	2	0.4	1.6	0.7	0.5	?	1.5
4	2	2	0	5	8	14	3	1	1	>1		13
3	2	1	0	2	0	15	3	0	0	0		4
41	36	13	1	2	17	0	18	10	37	26		21
32	25	32	6	9	24	5	55	44	38	15		8
10	23	36	73	48	30	15	15	34	21	51		24
10	12	14	20	34	21	51	6	11	3	8		30
133	187	152	98	84	186	109	172	295	376	166	?	112

Вертикальное распределение копеподитных стадий епишур
 6—9/VIII-1955 г. в районе Б. Котов над
 Концентрация (верхние колонки) дана в тысячах экз. в 1 м³
 Заштрихованные колонки с сериями, взятыми
 Цифры, набранные жирным шрифтом, означают максимальные кон-

Показатели	Время	6/VIII					7/VIII					8/VIII				
		12 ⁴⁷	17 ⁴⁸	21 ¹⁷	0 ¹⁰	3 ⁰⁰	6 ¹⁰	9 ¹⁹	12 ⁰⁰	15 ⁵⁸	18 ²⁰	21 ¹⁸	0 ¹⁷	3 ¹⁰	6 ⁰⁰	
Облачность в баллах, солнце (С)		8	5	5	5-7	—	Туман, восход С	С	4	2	Туман, заход С	Туман	Яркая луна между кучевыми облаками		4	
		13 ³⁰	18 ²⁵	21 ⁴⁸	0 ⁵²	3 ⁴⁵	6 ⁴⁸	10 ⁰¹	12 ⁴²	16 ¹⁷	18 ⁴⁶	21 ⁴⁷	0 ⁵²	3 ⁵⁶	6 ³²	
Концентрация в тысячах экз. в 1 м ³	Глубина в м															
	0-2	3	0	6	10	21	1	1	1	1	0	12	4	5	9	
	2-5	3	2	3	2	4	2	1	1	3	12	14	11	5	4	
	5-10	3	1	3	2	1	1	1	4	5	3	6	2	6	2	
	10-15	2	5	2	2	2	3	1	3	7	2	2	5	5	3	
	15-25	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	1	0	2	1	
25-50	>0.1	1	1	1	1	1	1	1	>0.1	1	1	>0.1	1	1		
Численность в % от общего числа экз. в слое 0-50 м под 1 м ²	0-2	4	0	14	40	53	4	7	3	3	0	21	10	11	24	
	2-5	20	8	10	9	14	18		8	34	38	44	15	15		
	5-10	38	5	13	16	4	13	29	37	31	13	21	12	30	9	
	10-15	17	50	11	20	8	39	20	23	47	3	6	31	27	21	
	15-25	7	19	43	7	6	13		12	3	32	5	0	13	7	
	25-50	4	18	9	8	15	13	44	25	2	13	9	3	4	24	
	Всего тысяч экз. под м ²	35	43	83	48	77	34	20	45	69	98	110	72	94	70	

Таблица 3

(*Erichia baicalensis*) в слое 0—50 м в разное время суток
 глубиной 60—70 м в 250 м от берега.
 (неполные тысячи приняты за полные, кроме слоя 25—50 м).
 в период после заката и до восхода солнца.
 центрации рачков и их численности в каждой серии наблюдений.

8/VIII							9/VIII					
9 ⁰⁶	12 ¹⁵	15 ³⁵	19 ³¹	21 ⁵⁶	00 ⁰⁷	3 ⁰⁰	6 ⁰⁰	9 ⁰⁶	12 ¹⁵	15 ³²	18 ³⁰	21 ³⁴
9 ³²	12 ³⁶	16 ¹⁵	19 ⁵⁹	22 ⁴²	1 ⁰¹	3 ⁴³	6 ⁵⁰	10 ⁰²	12 ³⁵	16 ³⁰	19 ¹³	22 ¹⁰
0 туман	1 туман	С сквозь облака	С за го- ризон- том	4	4 луна сквозь туман	5 луна сквозь туман	1	0	0	0	0 заход С	0
0	0	3	4	40	26	29	6	3	5	0	3	58
9	7	6	1	3	8	13	3	2	1	0	1	6
5	3	8	2	5	10	3	6	17	3	4	2	5
2	2	4	5	8	6	5	9	21	9	9	2	5
1	1	2	1	2	2	2	2	4	6	4	1	2
0	0	1	1	1	1	1	0.6	0.9	0.7	0.2	2	0.4
0	0	2	16	45	38	35	7	2	3	0		54
42	41	17	3	5	11	23	11	2	1	0		9
33	32	36	12	14	23	9	22	34	8	19		12
17	11	16	42	21	12	15	35	41	35	42		12
8	16	12	16	12	6	9	13	13	40	33		7
0	0	15	11	3	10	9	12	8	13	6		5
64	45	108	49	177	205	163	125	249	129	98	?	205

численности рачков в слое 0—50 м. Вообще нужно полагать, что даже на однородном по гидрологическим условиям участке планктон распределяется отдельными пятнами скопления, то густыми, то относительно разреженными. Такая неравномерность в положении планктона особенно заметна вдоль берегов, на границе между относительно теплыми и холодными водами благодаря завихрениям, вторжениям в теплые воды клиньев холодных вод из соседних глубоководных районов, сгонам поверхностных вод береговыми ветрами, дующими из падей, и т. д.

В выше помещенных таблицах показаны концентрации и численность рачков в разное время суток в период наших наблюдений. Анализ этих материалов приводит к следующим выводам.

В период максимального освещения (днем) молодь рачков (науплиусы) держится рассеянно в слое 0—50 м, с максимальной концентрацией в слое 5—25 м, где обнаруживается до 80% всей молодежи, живущей в слое 0—50 м. В облачные дни рачки находятся ближе к поверхности, чем в солнечные.

Копеподитные рачки днем также рассеяны в толще вод, но максимальные концентрации их, как правило, прослеживаются на глубине от 5 до 10 м, т. е. выше, чем молоди. При этом более старшие группы рачков держатся еще ближе к поверхности, на глубине 2—5 м, где их накапливается до 40—50%. В облачные дни и в туман рачки находятся, в общем, ближе к поверхности, а в яркие — концентрируются на глубине 10—25 м, где их скапливается до 50—80%. За пределами 25 м рачков очень мало.

Нужно отметить, что освещенность в течение дня при переменной облачности резко колеблется. Максимальная освещенность в полдень, в ясные дни, по наблюдениям над водой, превышает 100—120 тысяч люксов, тогда как при появлении плотной облачности освещенность падает до 8—10 тысяч люксов и менее. Время между такими подъемами и падениями освещенности исчисляется нередко не только часами, но и минутами.

Резкие колебания освещенности в течение дня, конечно, вызывают такие же изменения освещенности водной толщи, что должно влиять на распределение рачков и, вероятно, служит одной из причин их рассеянного состояния в дневное время.

При заходе солнца надводная освещенность в точке наблюдений понижается до 2—2,5 тысяч люксов как в дни солнечные, так и облачные. Сразу же после заката солнца освещенность резко падает, и через 1 ч. 30 м.—1 ч. 50 м., т. е. около 21 часа, люксметр показывает 0 люксов.

Однако в водной толще на глубине 10—25 м, т. е. в той зоне, где находится центр дневного распространения рачков, солнце «заходит» значительно раньше, т. е. там значительно ранее, чем над водой, начинаются сумерки. Постепенно они захватывают все более верхние слои воды, а вслед за ними перемещаются кверху и рачки.

Науплиусы начинают подъем из центра своего дневного распространения около 17—18 ч., т. е. еще в то время, когда над водой светит вечернее солнце, примерно за 1,5 часа до его заката. Сначала они накапливаются в слое 2—5 м, а к 19—20 ч. еще выше — в слое 0—2 м, где концентрация их становится очень густой, доходя к 21 часу в период наших наблюдений до 100 тысяч экз. в 1 м³. К этому времени наш люксметр над водой уже не реагировал на освещенность!

1 Мы пользовались люксметром типа ОЛЗ Агрофизического института с селеновым фотоэлементом типа К-20, чувствительностью в 450 микроампер на люмен.

Однако далеко не вся молодь поднимается вечером в верхний слой. Более 3/4 ее общей численности продолжает оставаться рассеянной в течение всей ночи, в основном в зоне глубин 5—15 м, и, таким образом, не участвует в подъеме.

Копеподиты начинают подъем наверх из центра своего дневного распространения (5—15 м) также около 17—18 часов. Уже к этому времени часть рачков появляется в слое 0—2 м, но основная их масса продолжает оставаться глубже 5 м.

К 19—20 ч., т. е. на закате солнца и сразу после него, наблюдается максимальная концентрация старших рачков в верхнем (0—2 м) слое. Численность их здесь доходила в период наших наблюдений к 21 часу до 100 тысяч экземпляров в 1 м³, причем в подъеме в верхний (0—2 м) слой участвует до 50—70% общей численности рачков.

Образовавшиеся вечером (к 20—21 часу) в верхнем (0—2 м) слое воды концентрации рачков всех возрастов продолжают обычно оставаться густыми в течение всей ночи. Однако иногда замечается тенденция к некоторому, хотя и частичному, опусканию и рассеянию рачков в самый темный период ночи и затем к новому их подъему к утру (см., например, в таблицах серию за 23—24/VII).

Перед восходом солнца рачки всех возрастных групп в основной своей массе покидают верхний (0—2 м) слой. Из науплиусов к 7—8 ч. утра в этом слое остается обычно не более 2—6% общей их численности. Копеподиты в условиях ясной погоды начинают покидать верхний слой, по-видимому, еще на рассвете, а к 6 ч. утра, т. е. во время восхода солнца, концентрация их в слое 0—2 м становится очень небольшой. К 8—9 ч. они снова рассеиваются в нижележащих слоях воды с центром своего распространения в слое 5—10—15 м.

В облачные дни вертикальные перемещения рачков в течение суток менее резки, чем в ясные. Рачки утром задерживаются в верхних слоях воды, а значительная их часть остается здесь и на день или во всяком случае погружается неглубоко.

Можно сказать, что вечерний подъем копеподитных рачков из центра их дневного распространения (10—25 м) и опускание их в этот слой утром происходят в течение не более 2—3 часов.

Вертикальные суточные перемещения с большой амплитудой имеют место у пелагического бокоплава-юра (*Macrobrachium*). Он в дневное время рассеян в более глубоких, чем епишура, слоях воды, с центром своего распространения около 100—150 м. Летом, в июле-августе, он из этих глубин в вечернее время поднимается в верхний (0—5 м) слой и нередко образует очень густые концентрации у самой поверхности воды. Время появления его здесь — сумерки, а к 20—21 ч. (в июле-августе) концентрация этого рачка в верхнем слое становится максимальной. К утру юр из верхних слоев быстро опускается в глубь. Амплитуда суточных миграций этого рачка в среднем не менее 100—150 м.

Поведение мигрирующих организмов, как мы полагаем, определяется их физиологическим состоянием, их жизненными потребностями. Физиологическое состояние организма — это ощущение голода или сытости, общее ослабление активности вследствие старения или ее повышение в молодом возрасте, когда организм растет и остро нуждается в питании. Половозрелые самки епишуры, как мы неоднократно наблюдали, живут на значительных глубинах, нередко преобладают в слое 50—100 и больше метров, откуда они не в состоянии совершать суточные вертикальные подъемы в зону фотоминтеза. Нередко наблюдаются

опускания копепоидитных рачков в глубокие слои—в 100—200 м и глубже—одновременно с опусканием в глубь весенних диатомей.

В обычные годы основной зоной «жировки» рачков являются верхние слои воды, т. е. зона наибольшей плотности планктонных водорослей (перидиней и диатомей), а отчасти и бактерий, служащих рачкам пищей. Но эта зона днем ярко освещена, рачки хорошо видимы их потребителям и подвергаются истреблению ими.

Это противоречие в историческом процессе приспособления и разрешается в явлении суточных вертикальных перемещений рачков. В результате их возникает известный ритм в питании рачков. Они всплывают для «жировки» в верхний слой воды, т. е. в зону питания, лишь в темное время суток, когда они мало видимы врагам и лучше сохраняются от истребления ими. С появлением света рачки уходят в глубь, в зону «убежища», т. е. в слои воды, где господствует «сумеречное» освещение.

В результате у каждого вида и возрастной стадии рачков вырабатывается инстинкт, регулирующий их обитание в зоне с определенной силой освещенности, оптимальной для жизни вида, т. е. относительно обеспечивающей его сохранность от полного истребления. Для эпишур таким оптимумом является, по-видимому, сумеречное освещение, причем для рачков разных возрастных групп — разной интенсивности. Для крупного бокоплава *Macrathorpus* оптимальной является очень слабая интенсивность освещения, т. к. зона его дневного обитания проходит приблизительно на глубине около 100—150 м.

Усиление света заставляет рачков погружаться вниз, активно уходить от света; убыль освещения, наоборот, служит им импульсом (сигналом) для поднятия в зону питания кверху, если, конечно, животные нуждаются в нем; в противном случае рачки остаются на месте, в зоне «убежища», круглые сутки.

С этой точки зрения понятно и некоторое рассеивание и частичное опускание уже поднявшихся кверху эпишур темной ночью, когда освещенность понижается за пределы оптимума во всей толще вод, в том числе и в верхнем слое, что дезориентирует рачков.

Таким образом, мы полагаем, что не свет, как прямо действующий фактор, а изменение его интенсивности выше или ниже оптимальной является сигналом к вертикальным передвижениям рачков.

Конечно, при резком усилении света (как и при резком изменении температуры) он (или температура) может оказать непосредственное и большей частью губительное и дезориентирующее влияние на организм. Но такие резкие изменения в природе редки и необычны для условий, среди которых вырабатываются приспособительные реакции организмов, и поэтому они лишь нарушают нормальные реакции последних или дезориентируют их поведение.

Указанные выше периодические перемещения массовых видов рачков в течение суток из одного слоя в другой обуславливают известную суточную ритмичность в питании рыб-планктофагов и появление их густых скоплений в разных слоях воды.

Летний промысел омуля дрифтерными сетями на Байкале имеет почти вековую давность. Опыт промысла показал, что наиболее добычливым временем для дрифтерных сетей является темное время суток, причем на ночь сеть подвешивается на поплавки в самых верхних горизонтах воды. Обычно сети выставляются на вечерней заре и выбираются на утренней.

Мы видим, что вечерняя заря — это время массового появления рачков в верхних горизонтах, а утренняя — время их массового опускания в глубь, темное же время суток — это период наиболее густых скоплений рачков в верхних слоях воды.

Однако при постановке сетей рыбаки всегда затрудняются решить, на какую глубину подвесить их: отпустить ли поводки верхней подборы на 5—10 м или лишь на доли метра. Некоторые рыбаки при этом делают пробные замёты, опуская вечером небольшие порядки сетей на разные глубины. Иногда таким способом удается действительно установить «уловистый» слой, но нередко происходят и ошибки.

Этих ошибок в известной мере можно было бы избежать, опираясь на данные о распределении плотности скоплений рачков на разных глубинах. При этом нет необходимости брать пробы с глубин больше 20—25 м, т. к. рачки в этой зоне не образуют сколько-нибудь густых скоплений.

Мы видели, что в течение вечерних, ночных и предутренних часов слоем наибольшей плотности рачков почти всегда бывает слой от 0 до 5—6 м и особенно верхний 2—3 м. И вряд ли целесообразно ставить на ночь сети глубже этой зоны при условии, что они построены из тонкой капроновой нити и окрашены в синие или буровато-синие тона, что резко понижает их видимость для омуля. Омуль очень чутко реагирует на окраску. Можно полагать, что даже в безлунную, но звездную ночь омуль видит белое (неокрашенное) полотно сети на расстоянии не менее 2—3 м.

Далее следует учитывать, что при восходе яркой луны рачки из самого верхнего (0—2 м) слоя отодвигаются в глубь и несколько рассеиваются в толще вод, что, очевидно, ведет и к рассеиванию омулевых скоплений. При таких условиях сеть следует ставить несколько глубже. В условиях густой облачности даже утром, а иногда и днем рачки образуют довольно густые концентрации в верхнем слое воды. В такие дни, очевидно, сети следует ставить еще до зари и выбирать их позднее, после восхода солнца, или даже оставлять их на день.

Во время шторма зоопланктон рассеивается, не образует плотных скоплений, да и температура в слое 0—25 м и даже 0—50 м сильно выравнивается. Это ведет к затуханию миграций рачков и, следовательно, к рассеиванию омулевых косяков или уходу их из участка, где они кормились, вслед за угнанной ветром водой, нередко на многие километры.

Однако обычно через 2—3 дня последствия шторма сглаживаются, восстанавливается слоистость и в распределении рачков.

Выше было сказано, что значительную долю корма омуля составляет летом молодь бычков-желтокрылок. На мелководьях личинки и мальки бычков начинают появляться в массовом количестве уже в начале июля, в более открытых районах и в условиях затяжной весны — в конце июля — начале августа.

В тихую погоду эта молодь тучами плавает вдоль берегов в районе нерестилищ бычков в самом верхнем слое воды. Почувыв движение весел лодки или появление крупной рыбы, мальки бросаются обычно не вниз, а веером «рассыпаются» в разные стороны и кверху, нередко выскакивая из воды. Лишь в бурную погоду они опускаются глубже.

Натыкаясь на такие скопления бычковой молоди, омуль надолго здесь задерживается, даже при наличии ракового планктона, и истребляет эту молодь в огромных количествах. В таких участках тихим утром, особенно на заре, омуль нередко «плавится» в самом верхнем

слое воды, гоняясь за молодью и образуя при движении своеобразную рябь. При наличии этой молоди омуль переходит почти исключительно на питание ею.

Однако урожай бычков очень резко колеблется, что вызывает также изменения и в поведении омуля. В неурожайные по бычкам годы косяки омуля в июле—августе быстро передвигаются вдоль берегов в поисках скоплений бычков и, не обнаруживая их, уходят в открытые районы, питаясь здесь почти исключительно раковым планктоном.

Таким образом, в тоды обилия молоди бычков-желтокрылок необходимо ожидать промысловые скопления омуля вдоль берегов в тех районах, которые являются местами нерестилищ бычков.

Резюме

1. Для выяснения условий образования промысловых скоплений пелагических рыб и их перемещений в водной толще необходимо изучение распределения зоопланктона как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, закономерностей образования густых его концентраций, вертикальных сезонных и суточных миграций особо массовых форм планктона, служащих главным источником пищи для рыб.

2. В статье дается схема распределения температуры воды, ракового планктона и миграций омуля в средней и северной частях оз. Байкал в 1954 г., устанавливается прямая связь между температурой и распределением максимальных концентраций планктона, с одной стороны, и основными путями миграций омуля, — с другой.

3. Летом 1955 г. были проведены исследования вертикальных суточных миграций *Epischura baicalensis* в районе Б. Котов. Результаты исследований указаны в таблицах. На основе этих результатов и исследований суточных миграций рачков другими авторами (А. А. Захваткин, Г. Ф. Мазепова, Л. Н. Могилев) даются рекомендации для промысловой разведки омуля, а также для установки сетей во время летнего дрифтерного промысла омуля.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Захваткин А. А. К познанию суточных вертикальных миграций байкальского зоопланктона. Тр. Байкальской лимнолог. станции, т. II, 1932.

Кожов М. М. Животный мир оз. Байкал, Иркутск, 1947.

Кожов М. М. Сезонные и годовые изменения в планктоне оз. Байкал. Труды Всесоюзн. гидробиол. об-ва, т. VI, 1954.

Кожов М. М. Горизонтальное распределение планктона и планктоноядных рыб оз. Байкал. Труды Байкальской лимнологич. станции Академии Наук СССР, т. XVI, 1956.

Кожов М. М. О вертикальном распределении планктона и планктоноядных рыб оз. Байкал. Вопросы ихтиологии, в. 2, 1954.

Кожов М. М. Новые данные о жизни толщи вод Байкала. Зоолог. журнал, т. XXXIV, вып. 1, 1955.

Мазепова Г. Ф. Вертикальное распределение байкальского циклопа в озере Байкал. Изв. Биолого-географ. инст. Иркутского университета, т. XII, в. 2, 1952.

Мишарин К. И. Естественное размножение и искусственное разведение Посольского омуля на Байкале. Изв. Биолого-географ. н.-и. института, т. 14, в. 1—2, 1953.