

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ИХТИОПЛАНКТОННОГО КОМПЛЕКСА В ЗАЛИВЕ БАЙКАЛ
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ САХАЛИН)**

О.Н. Мухаметова

*Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, ул. Комсомольская, 196, Южно-Сахалинск, 693023,
E-mail: olga@sakhniro.ru*

В 2009 г. впервые были получены данные по видовому составу, численности, особенностям локализации и суточной динамике икры и личинок рыб в заливе Байкал и в прилежащих водах Сахалинского залива. Выделены морской и лагунный комплексы и зоны их трансформации. Установлено, что в июле залив Байкал не имеет существенного значения в воспроизводстве рыб-пелагофилов и не является основным районом развития и нагула пелагических личинок. Максимальные концентрации ихтиопланктона формируются в прибрежных водах Сахалинского залива.

**SOME PECULIARITIES OF FORMATION OF
ICHTHYOPLANKTON COMPLEX IN BAYKAL BAY
(NORTHWESTERN SAKHALIN)**

O.N. Moukhametova

*Sakhalin Research Institute of Fisheries & Oceanography (SakhNIRO),
196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, E-mail: olga@sakhniro.ru*

Data on species list, abundance, peculiarities of localization and diurnal dynamics of fish eggs and larvae in Baykal Bay and adjacent waters of Sakhalinskiy Bay were obtained in 2009 for the first time. Sea and lagoon complexes and zones of their transformation were distinguished. It was established, that Baykal Bay had no essential importance as a spawning area for pelagophilous fishes and as a nursery zone for pelagic fish larvae. Maximal concentrations of ichthyoplankton were formed in nearshore waters of Sakhalinskiy Bay.

Лагуны северо-западного Сахалина, включая залив Байкал, представляют собой уникальные экосистемы, имеющие важное хозяйственное значение. В то же время комплексы морских организмов и условия их обитания в данном районе, уже испытавшем мощное антропогенное воздействие и отнесенном П. Ф. Бровко (1990) к участкам, «сильно измененным человеком», совершенно не изучены. В литературе можно встретить весьма ограниченную информацию о составе ихтиофауны (Сафронов, Худя, 1971; Дудник, Щукина, 1990). Сведения об особенностях размножения прибрежных видов рыб и формирования ихтиопланктонных ком-

плексов района полностью отсутствуют. В данной работе впервые представлены результаты таких исследований.

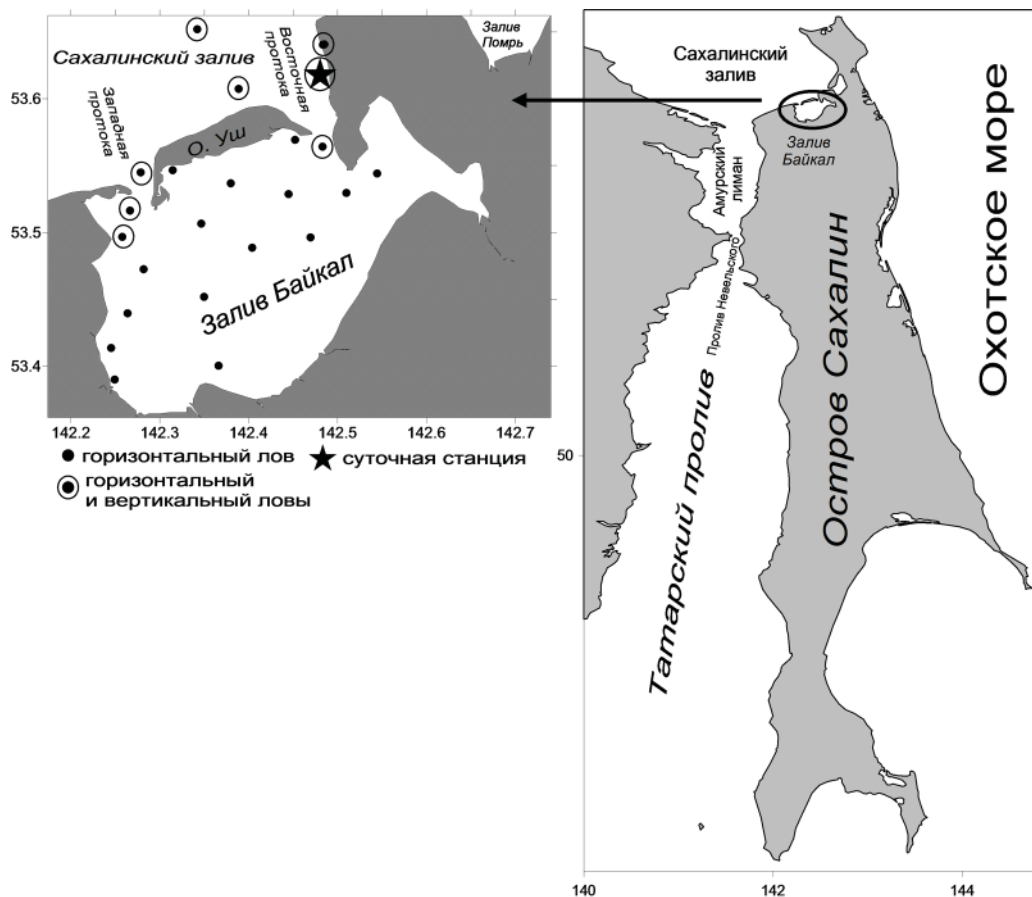


Рис. 1. Схема отбора проб иктопланктона в июле 2009 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Иктопланктон был отобран в июле 2009 г. на 20 станциях в заливе Байкал и на 4 станциях в прибрежной зоне Сахалинского залива (рис. 1). Для отбора проб использовали малую икорную сеть ИКС-50 с площадью входного отверстия 0,2 м². Траления осуществляли в поверхностном слое на протяжении 100 м. На станциях с глубинами более 4 м (район проток и прилежащие участки) дополнительно были проведены тотальные вертикальные обловы. Отбор проб на каждой станции сопровождался измерением температуры и солености с помощью зонда YSI 86. Обработка проб была проведена в соответствии со стандартными методиками (Расс, Казанова, 1966; Рекомендации..., 1987). Анализ результатов выполнен в программах Excel и Statistica 6, графическое построение карт – в программе Surfer 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Залив Байкал относится к крупным (более 447 км²) соленым полукрытым лагунам (Бровко, 1990). Водообмен с Сахалинским заливом осуществляется через две протоки – западную (Западный проход) и восточную (Восточный проход). Преобладающие глубины в заливе – 0,5–1,5 м, максимальные (20 м и более) отмечены в районе восточной протоки. В северной части залив Байкал отделен от Сахалинского залива островом Уш. Большая часть залива Байкал представляет собой обширную литораль, обнажающуюся во время отливов. Во время проведения съемки в заливе наблюдались неправильные суточные приливы с амплитудой около 1,3 м. Максимальный уровень воды и скорости приливного течения приходились на ночные часы. В прибрежной зоне Сахалинского залива поверхностный слой заполняли теплые опресненные воды Амурского течения, направленного с юга на север (Леонов, 1960).

В июле 2009 г. в заливе Байкал встречались икра, личинки и мальки 11 видов рыб из шести семейств (табл. 1). Вертикальные ловы характеризовались ограниченным видовым составом (4 вида) и высокой численностью ихтиопланктона, определяемой плотными концентрациями икры камбал – желтоперой *Limanda aspera*, хоботной *Limanda proboscidea*, сахалинской *Limanda sakhalinensis* и звездчатой *Platichthys stellatus*. Средняя численность ихтиопланктона в столбе воды превышала 17 экз./м³, в районе западной протоки достигала 71 экз./м³. Около 94 % численности приходилось на долю икры рыб. Поверхностный слой отличался низкой численностью ихтиопланктона (средняя – 0,9 экз./м³, максимальная – 6 экз./м³), более разнообразным видовым составом (11 видов) и более высокой относительной численностью личинок рыб (18 %).

Структура ихтиопланктонного комплекса в толще воды и в поверхностном слое имела, как некоторые общие черты, так и отличия. Видовой состав и соотношение икры камбал в обоих слоях имели много общего. Доминирующей формой являлась икра желтоперой камбалы, формировавшая свыше 54 % суммарной численности ихтиопланктона в толще воды и около 68 % в поверхностном слое. Выживаемость икры камбал находилась на достаточно высоком уровне – для большинства видов более 70–80 %. Существенные различия по слоям наблюдались в составе личинок рыб. Несмотря на то, что концентрации личинок в толще воды были значительно выше, чем в поверхностном слое – 1,1 экз./м³ и 0,2 экз./м³ соответственно, видовое разнообразие было максимальным в поверхностном слое. В обоих слоях были представлены личинки желтоперой и звездчатой камбал и мальки бородатой лисички *Pallasina barbata*. Превалирующей формой являлись личинки желтоперой камбал с относительной численностью 3% в толще воды и 9% в поверхностном слое от соответствующих суммарных показателей. Личинки рыб прибрежно-лагунного комплекса, встречающиеся в массе в большинстве лагун и озер о. Сахалин, а также в прибрежной зоне вдоль его северо-западного побережья (лапши-рыбы *Salangichthys microdon*, корюшки *Hypomesus japonicus*, бычковых Gobiidae), были отмечены только в поверхностном слое. После наиболее массовых личинок желтоперой камбалы в порядке убывания численности следовали личинки лапши-рыбы (3,9 % суммарной численности), морской малоротой корюшки (1,7 %) и пресноводного дальневосточного бычка *Gymnogobius urotaenia* (1,7 %).

Таблица 1

Видовой состав ихтиопланктона в заливе Байкал в июле 2009 г.

№	Таксономический список	Биотопическая характеристика	Зоогеографическая характеристика	Фазы развития	
				икра	личинки
I. Сем. Clupeidae – сельдевые					
1	<i>Clupea pallasii</i> Valenciennes, 1847 – тихоокеанская сельдь	неритический морской и лагунный	арктическо-бореальный	–	+
II. Сем. Osmeridae – корюшковые					
2	<i>Hypomesus japonicus</i> (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка	неритический морской	широкобореальный приазиатский	–	+
III. Сем. Salangidae – саланксовые					
3	<i>Salangichthys microdon</i> (Bleeker, 1860) – рыба-лапша	неритический проходной	низкобореальный	–	+
IV. Сем. Agonidae – лисичковые					
4	<i>Pallasina barbata</i> (Steindachner, 1876) – бородачатая лисичка	сублиторальный морской	высокобореальный	–	+
V. Сем. Gobiidae – бычковые					
5	<i>Gymnogobius urotaenia</i> (Hilgendorf) – пресноводный дальневосточный бычок	донный амфидромный	умереннобореальный	–	+
6	<i>Gymnogobius</i> sp.	–	–	–	+
VI. Сем. Pleuronectidae – Камбаловые					
7	<i>Cleisthenes herzensteini</i> (Schmidt 1904) – остроголовая камбала	элиторальный морской	низкобореальный	+	–
8	<i>Limanda aspera</i> Pallas, 1811 – желтоперая камбала	элиторальный морской	широкобореальный приазиатский	+	+
9	<i>Limanda proboscidea</i> (Gilbert, 1896) – хоботная камбала	сублиторальный морской	высокобореальный приазиатский	+	–
10	<i>Limanda sakhalinensis</i> Hubbs 1915 – сахалинская лиманда	элиторальный морской	широкобореальный приазиатский	+	–
11	<i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1814) – звездчатая камбала	сублиторальный морской	арктическо-бореальный	+	+
Всего форм				5	8
Итого видов				11	
Итого форм				13	

Для установления путей формирования ихтиопланктонного комплекса залива Байкал были проанализированы особенности распределения икры и личинок рыб в зависимости от ряда факторов среды. Ихтиопланктонная съемка была вы-

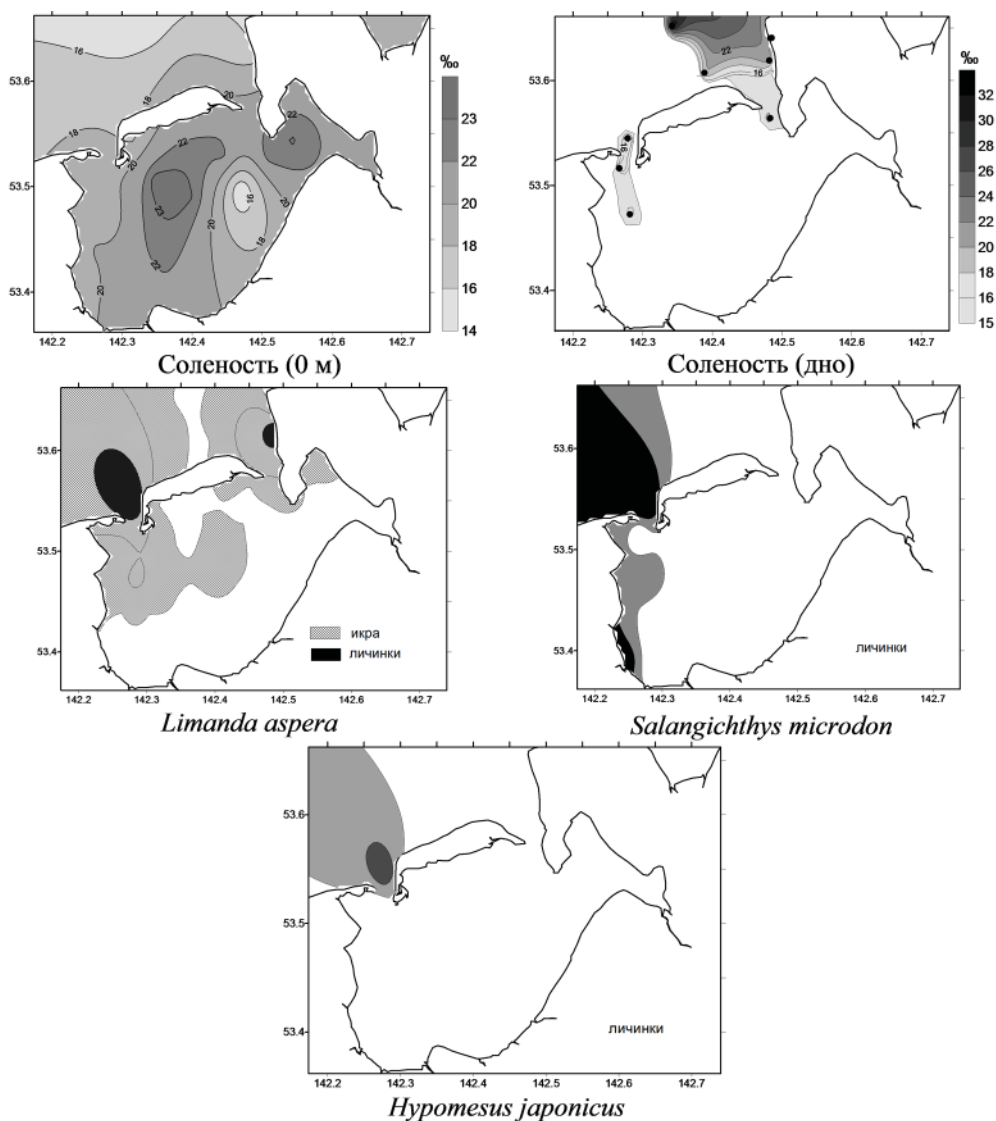


Рис 2. Распределение солености и массовых форм иктиопланктона в заливе Байкал и в прилегающих водах Сахалинского залива в июле 2009 г.

полнена во время прилива. Ожидалось, что в прилив котловину лагуны должны заполнять опресненные воды Сахалинского залива. Результаты исследований показали, что соленость в поверхностном слое залива Байкал в период съемки была выше, чем в прилегающих водах Сахалинского залива, – в среднем 20,65 ‰ и 16 ‰ соответственно. Средняя температура в поверхностном слое в заливе Байкал имела более высокие значения, чем в Сахалинском заливе, – 17,4 °С и 15,5 °С. Резкий градиент солености и температуры наблюдался только в Сахалинском заливе на глубине около 20 м и более, где прослеживались холодные (0,2 °С) охотоморские воды с соленостью 32,5 ‰ (рис. 2). Повышенная соленость в заливе Байкал могла быть связана с проникновением в прилив морских вод по дну фарватеров, а также – с интенсивным испарением, ведущим к еще большему осолонению хорошо прогреваемых мелководных участков. Наличие остаточных линз морской воды с

термогалинными параметрами, характерными для морской прибрежной зоны (высокая соленость и низкая температура), в придонном слое было отмечено и для других прибрежных лагун о. Сахалин (Moukhametova, 2006). В отличие от этих процессов, в заливе Байкал воды с более высокой соленостью прослеживались в поверхностном слое мелководной части залива и характеризовались более высокой температурой.

Распределение ихтиопланктона не имело четкой зависимости от термогалинных характеристик. Численность преобладающих в ихтиопланктоне икры и личинок желтоперой камбалы в большей степени зависела от глубины ($C=0,52$ и $C=0,34$). В прилежащих водах Сахалинского залива также прослеживалось увеличение плотности икры камбал (экз./м³) по мере увеличения глубины на станции. Более четко такого рода зависимость была выражена для вертикальных ловов ($C=0,91$). В поверхностном слое связь этих параметров была несколько слабее ($C=0,58$). Слабая положительная зависимость была отмечена между численностью личинок лапши-рыбы и температурой ($C=0,52$), слабая отрицательная – между численностью личинок этого же вида и соленостью ($C=-0,38$). Наличие этой связи

могло быть обусловлено переносом личинок лапши-рыбы со стоковыми водами теплого опресненного Амурского течения. Личинки лапши-рыбы широко распространены в мелководных районах и лагунах северо-западного Сахалина от пролива Невельского до мыса Марии. В проливе Невельского их осенние миграции также связаны со стоком р. Амур (Moukhametova, 2010).

Градиент солености является фактором, структурирующим распределение планктонных организмов, включая икру и личинок рыб, в эстуариях и лагунах. Районы фронтальных зон характеризуются повышенными концентрациями ихтиопланктона и их кормовых организмов (Campfield, Houde, 2011). Сходная картина наблюдалась в распределении ихтиопланктона в районе северо-западного Сахалина. Основные концентрации ихтиопланктона биотопически были привязаны к районам про- токов в прибрежной зоне Сахалин-

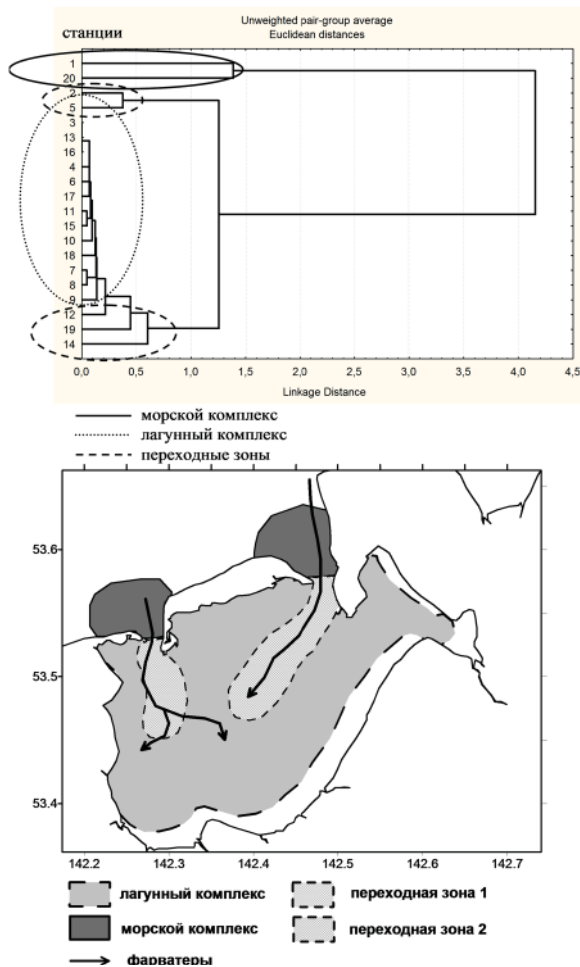


Рис. 3. Дендрограмма сходства и пространственная локализация ихтиопланктонных комплексов в заливе Байкал в июле 2009 г.

Таблица 2

Структура ихтиопланктонных комплексов в заливе Байкал в июле 2009 г

Видовой состав	Лагунный комплекс		Морской комплекс		Переходная зона 1		Переходная зона 2	
	Численность							
	m*	%	m	%	m	%	m	%
Икра								
<i>Limanda aspera</i>	0,023	21,4	4,275	76,7	1,275	71,8	0,217	37,1
<i>Limanda proboscidea</i>	0,004	3,6	0,375	6,7	0,150	8,5	–	–
<i>Limanda sakhalinensis</i>	0,008	7,1	0,075	1,3	0,125	7,0	0,100	17,1
<i>Cleisthenes herzensteini</i>	–	–	–	–	0,075	4,2	–	–
<i>Platichthys stellatus</i>	–	–	–	–	0,025	1,4	0,183	31,4
Итого, икра	0,035	32,1	4,725	84,8	1,650	93,0	0,500	85,7
Личинки и мальки								
<i>Clupea pallasii</i>	0,004	3,6	–	–	–	–	–	–
<i>Hypomesus japonicus</i>	0,008	7,1	0,075	1,3	–	–	0,017	2,9
<i>Salangichthys microdon</i>	0,031	28,6	0,100	1,8	0,050	2,8	–	–
<i>Gymnogobius sp.</i>	0,008	7,1	–	–	–	–	–	–
<i>Gymnogobius urotaenia</i>	0,004	3,6	0,025	0,4	–	–	0,067	11,4
<i>Limanda aspera</i>	0,012	10,7	0,650	11,7	0,075	4,2	–	–
<i>Platichthys stellatus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого, личинки	0,073	67,9	0,850	15,2	0,125	7,0	0,083	14,3
Весь ихтиопланктон	0,108	100,0	5,575	100,0	1,775	100,0	0,583	100,0
Итого, видов	9		6		6		5	
Итого, форм	9		7		7		5	
Параметры среды								
T, °C	17,5		17,1		17,4		17,1	
S, ‰	20,3		21,2		20,3		21,2	

Примечание: * – экз./м³

ского залива, где в придонном слое прослеживался градиент солености и температуры, формирующийся на стыке опресненных вод Амурского течения и холодных охотоморских вод. Личинки желтоперой камбалы и морской малоротой корюшки были распределены преимущественно за пределами залива Байкал. Личинки лапши-рыбы встречались, как в Сахалинском заливе, так и вдоль всего юго-западного побережья залива Байкал, формируя повышенные концентрации (около 0,2 экз./м³) в прибрежной зоне в районе западной протоки и на мелководных станциях в заливе Байкал.

По характеру распределения личинок рыб хорошо прослеживались пути их транспорта в залив Байкал из прибрежных вод Сахалинского залива (рис. 2). В то же время не исключено, что в заливе Байкал могут нагуливаться одновременно личинки, занесенные во время прилива из прибрежных районов Сахалинского залива, и личинки местного происхождения. В качестве подтверждения такой возможности можно рассматривать нахождение мелкоразмерных личинок лапши-рыбы (около 6 мм) на удаленных от протоки мелководных участках западной части залива. В целом, скопления личинок рыб в заливе Байкал и в прилегающей акватории Сахалинского залива совпадали с высокими концентрациями кормовых план-

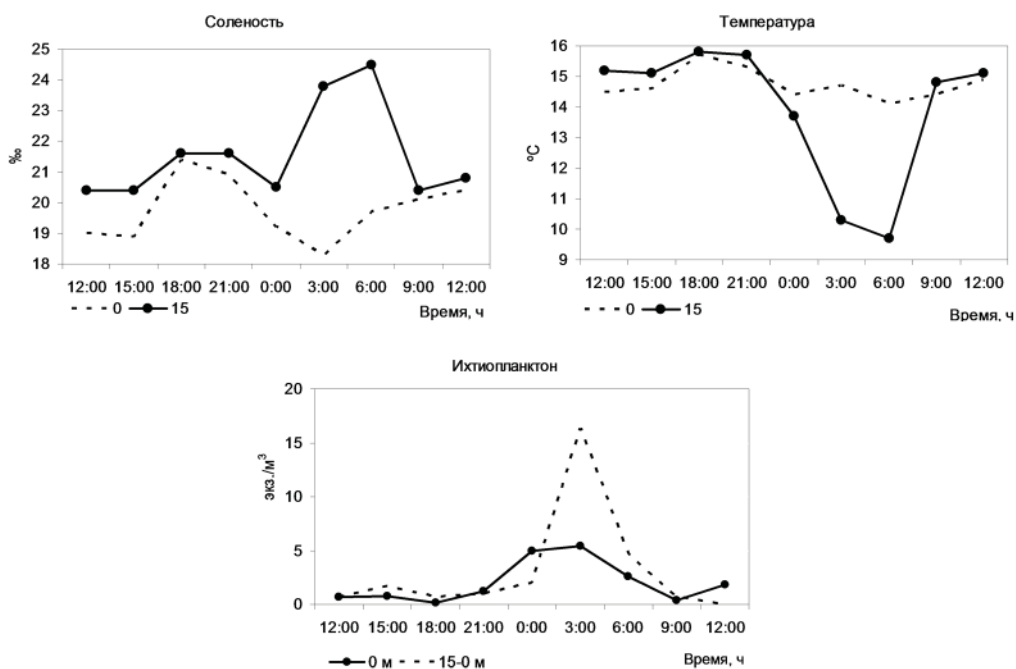


Рис. 4. Суточная динамика термогалинных характеристик и численности ихтиопланктона на фарватере 29–30 июля 2009 г

ктонных организмов (Nemchinova, 2011). Накопление зоо- и ихтиопланктона на отдельных участках было связано, прежде всего, с особенностями динамики вод. В то же время крупные личинки рыб при ослаблении приливоотливных течений могут проявлять активность при выборе участков нагула. В размерном ряду личинок лапши-рыбы почти 80% численности приходилось на долю старшевозрастной группы длиной более 12 мм. Во время стоп-воды воды такие особи могли перемещаться к местам скопления кормового зоопланктона.

В поверхностном слое залива Байкал, включая протоки, было выделено два основных ихтиопланктонных комплекса – морской и лагунный (рис. 3). Лагунный комплекс занимал всю центральную часть залива Байкал, исключая фарватеры. В лагунном комплексе выделялись две преобладающие по численности формы – личинки лапши-рыбы (около 29% суммарной численности) и икра желтоперой камбалы (21%). Морской комплекс, характеризующийся высокой численностью икры желтоперой камбалы, был локализован в районе проток в прибрежных водах Сахалинского залива. Вдоль фарватеров в заливе Байкал формировались переходные зоны с промежуточными качественными и количественными показателями ихтиопланктона. При этом термогалинные характеристики в разных комплексах не имели существенных различий (табл. 2). Переходная зона 1, расположенная в районе западной протоки, выделялась достаточно четко (рис. 3). По соотношению и численности отдельных форм эта зона была близка к морскому комплексу. В соответствии со шкалой Любарского (Баканов, 1987), абсолютным доминантом в морском комплексе и в переходной зоне 1 являлась икра желтоперой камбалы, формировавшая более 70% суммарной численности ихтиопланктона. К основным отличиям переходной зоны следует отнести значительное снижение плотности их-

тиопланктона (до 1,8 экз./м³), по сравнению с морским комплексом (5,6 экз./м³). Переходная зона 2, пространственно совпадающая с восточным фарватером, по большинству параметров была сходна с лагунным комплексом. Для переходной зоны 2, также как для лагунного комплекса, была характерна низкая суммарная численность ихтиопланктона – около 0,08 экз./м³. В отличие от лагунного комплекса здесь встречалась икра звездчатой камбалы, имевшая достаточно высокий вклад в численность – более 31 %. Распределение икры звездчатой камбалы в Сахалинском заливе в период съемки было связано с холодными охотоморскими водами, залегавшими в придонном слое. С ними же во время прилива икра этого вида могла проникать в залив Байкал. Ряд массовых форм (икра и личинки желтоперой камбалы, личинки лапши-рыбы, морской малоротой корюшки, бычковых) были характерны, как для морского, так и для лагунного комплексов. Несмотря на обширное распространение перечисленных форм в водах залива Байкал и Сахалинского залива, локализация основных скоплений достаточно четко указывает на их занос из прибрежной зоны Сахалинского залива.

Изменение численности и видового состава ихтиопланктона в зависимости от фазы приливоотливного цикла в течение суток также являлось подтверждением формирования ихтиопланктонного комплекса залива Байкал в основном за счет транспорта икры и личинок рыб из Сахалинского залива. Значительное увеличение численности ихтиопланктона происходило в часы максимального по амплитуде ночного прилива (рис. 4). Если во время малой (дневной) полной воды численность ихтиопланктона изменялась от 0 до 1,7 экз./м³, то в период ночного максимума с 0 до 3 часов численность ихтиопланктона увеличивалась до 16,3 экз./м³ в толще воды и до 5,4 экз./м³ в поверхностном слое. Основу численности ихтиопланктона в течение суток формировали икра и личинки желтоперой камбалы. Доля икры желтоперой камбалы варьировалась в зависимости от времени от 43 до 100% в толще воды и от 27 до 76% в поверхностном слое.

Таким образом, в июле залив Байкал не являлся зоной нереста прибрежных видов камбал, чем существенно отличался от аналогичного по условиям среды лагунного оз. Изменчивое (юго-восточный Сахалин), где было отмечено их интенсивное икрометание в летний период (Мухаметова, 2008). Отсутствие икрометания пелагофилов в заливе Байкал является следствием особенностей его морфологического строения. Значительная часть залива мелководна и покрыта плотными зарослями zostеры. Пелагиаль слабо развита. Биотопы, пригодные для развития пелагической икры и личинок, ограничены районами фарватеров, характеризующихся высокими скоростями приливоотливных течений, тогда как развитие икры камбал происходит в основном в зонах со слабой гидродинамикой (Тарасюк, 1990, 1994). Низкая соленость в Сахалинском заливе далеко не оптимальна для развития икры морских видов камбал (Перцева-Остроумова, 1961), но не препятствует их интенсивному икрометанию и достаточно высокой выживаемости икры, что свидетельствует о широких адаптивных возможностях большинства прибрежных видов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Баканов А.И.** 1987. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах. Рукопись деп. В ВИНТИ 08.12.1987. № 8593-В87. 63 с.

- Бровко П.Ф. 1990.** Развитие прибрежных лагун. Владивосток: ДВГУ. 148 с.
- Дудник Ю.И., Щукина Г.Ф. 1990.** О нересте зубастой корюшки *Osmerus mordax dentex* в реках северо-западного Сахалина // Вопр. ихтиологии. Т. 30, вып. 1. С. 151–154.
- Леонов А. К. 1960.** Региональная океанография. Л.: Гидрометеиздат. Ч. 1. 765 с.
- Мухаметова О.Н. 2008.** Ихтиопланктон лагунных озер юго-восточной части острова Сахалин: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 20 с.
- Перцева-Остроумова Т.А. 1961.** Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: изд-во АН СССР. 484 с.
- Расс Т.С. Казанова И.И. 1966.** Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальцов рыб. М: Пищевая промышленность. 43 с.
- Рекомендации по сбору и обработке ихтиопланктона зоны течения Куроиси. 1987.** Владивосток: ТИНРО. 70 с.
- Сафронов С.Н., Худя В.Н. 1981.** Состав ихтиофауны Сахалинского залива весной 1978 года // Итоги исслед. по вопр. рац. использ. и охраны биол. ресурсов Сахалина и Курильских о-вов: тез. докл. науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск. С. 27–29.
- Тарасюк С.Н. 1994.** О возможных причинах, обуславливающих урожайность поколений желтоперой камбалы // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: СахНИРО. С. 23–32.
- Тарасюк С.Н. 1990.** Распределение и температурные условия развития икры япономорской палтусовидной камбалы в Татарском проливе // Биология шельфовых и проходных рыб. Владивосток. С. 33–38.
- Campfield P.A., Houde E.D. 2011.** Ichthyoplankton community structure and comparative trophodynamics in estuarine transition zone // Fish. Bull. № 109. P. 1–19.
- Moukhametova O.N. 2006.** The structure and diurnal variability of ichthyoplankton in Lagoon of Izmenchivaya (the Eastern Sakhalin) in June, 2004 // Proceedings of the 21st International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice Mombetsu, Hokkaido, Japan. P. 208–211.
- Moukhametova O.N. 2010.** Some data of biology and distribution of Shirauo, *Salangichthys microdon*, larvae in Sakhalin waters // Proceedings of the 25th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice, Mombetsu, Hokkaido, Japan. P. 236–239.
- Nemchinova I.A. 2011.** Structure and quantitative description of zooplankton in Baykal Bay off Northwestern Sakhalin in July 2009 // Proceedings of the 26th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice Mombetsu, Hokkaido, Japan (в печати).