

На правах рукописи

МУХАМЕТОВА Ольга Николаевна

**ИХТИОПЛАНКТОН ЛАГУННЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
ОСТРОВА САХАЛИН**

03.00.10 – ихтиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



Южно-Сахалинск

2008

Работа выполнена в Лаборатории гидробиологии Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии

Научный руководитель

кандидат биологических наук,  
Баланов Андрей Анатольевич

Официальные оппоненты

доктор биологических наук,  
профессор,  
Иванков Вячеслав Николаевич

кандидат биологических наук,  
доцент,  
Григорьев Сергей Сергеевич

Ведущая организация

Институт океанологии  
им. П.П. Ширшова РАН

Защита состоится 28 ноября 2008 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря имени А. В. Жирмунского ДВО РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17. Телефон: (4232)310-905; Факс: (4232)310-900. E-mail: [inmarbio@mail.primorye.ru](mailto:inmarbio@mail.primorye.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан      октября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
Кандидат биологических наук



Костина Е.Е.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Лагунные водоемы юго-восточной части о. Сахалин имеют важное промысловое и рекреационное значение. Большинство из них являются особо охраняемыми природными территориями, как районы с высоким биоразнообразием. Велико значение лагун, лагунных озер и эстуариев для воспроизводства рыб, как на о. Сахалин, так и в других регионах мира (Magiani, 2001; Matic-Skoko et al., 2005). Экосистемы лагунных водоемов очень уязвимы, характеризуются быстрой реакцией на воздействие внешних факторов, что проявляется в изменении структуры сообществ и существенных колебаниях численности отдельных видов (Саматов и др., 2002). Дополнительным источником стресса становится все более возрастающая антропогенная нагрузка. Соответственно возникает необходимость постоянного наблюдения за изменениями, происходящими в гидрологическом режиме лагунных водоемов и их ихтиоценозах. Исследования ихтиопланктона являются незаменимым инструментом для мониторинга популяций рыб, имеющих пелагические стадии развития (Давыдова, Кузнецова, 2005). Они менее трудоемки, не требуют больших затрат времени и средств, позволяют оптимально скорректировать ихтиологические исследования и промысел. Несмотря на важное репродуктивное значение лагунных водоемов о. Сахалин, вопросам изучения раннего онтогенеза рыб уделялось очень мало внимания. Ихтиопланктонные исследования ограничивались изучением миграций пелагических личинок тихоокеанской сельди в заливе Ныйский (Эффективность нереста сельди..., 1963; Гриценко, Шилин, 1979). Ихтиопланктон водоемов юго-восточной части острова до начала наших работ был совершенно не изучен.

**Цели и задачи исследования.** Целью работы являлось описание и сравнение ихтиопланктонных комплексов Вавайско-Чибисанской системы озер, оз. Тунайча и лагунного оз. Изменчивое, различающихся морфологическим строением и особенностями гидрологического режима.

Для реализации основной цели были поставлены следующие задачи:

- дать характеристику условий развития пелагических икры и личинок рыб в безледный период;
- изучить видовой состав, распределение, сезонную и межгодовую динамику ихтиопланктона в зависимости от гидрологического режима водоемов;
- выявить сходство и различие в функционировании ихтиопланктонных комплексов лагунных водоемов разных типов;

- уточнить сроки нереста рыб по продолжительности встречаемости икры и предличинок;
- составить краткое описание икры и личинок некоторых трудно идентифицируемых и массовых видов рыб.

**Научная новизна.** Впервые проведены исследования ихтиопланктона в лагунных водоемах юго-восточной части о. Сахалин: Вавайско-Чибисанской системе озер (ВЧС), оз. Тунайча, лагунном оз. Изменчивое, составлены списки видового состава икры и личинок рыб.

Таксономический список ихтиофауны дополнен пятью видами, в том числе новым для водоемов о. Сахалин восьмиусым пескарем *Gobiobotia* s.f. *pappencheimi*, икра которого обнаружена в оз. Большое Чибисанское. Впервые для лагунного оз. Изменчивое были указаны двенадцатигранная лисичка *Ocella dodecaedron*, полосатый *Pholis fasciata* и расписной *Pholis picta* маслюки и японская камбала *Pseudopleuronectes yokohamae*.

Впервые установлены сроки размножения ряда видов (саланкса *Salangichthys microdon* оз. Тунайча, бычковых Gobiidae оз. Тунайча и ВЧС), уточнены периоды икрометания и развития пелагических личинок некоторых промысловых рыб (сельди *Clupea pallasii* и малоротых корюшек р. *Hypomesus* оз. Тунайча, камбал оз. Изменчивое); приведены количественные оценки и данные по пространственному распределению ихтиопланктона; выявлены особенности сезонной и межгодовой динамики ихтиопланктона в лагунных водоемах, характеризующихся разным морфологическим строением и гидрологическим режимом.

Установлено, что численность японского колючего *Acanthogobius lactipes*, пятнистого щуковидного *Luciogobius guttatus* бычков и саланкса в ихтиоценозе оз. Тунайча, короткоперого трехзубого бычка *Tridentiger brevispinus* в ихтиоценозе ВЧС выше, чем было получено по данным уловов невода и мальковой волокуши.

Впервые в природных условиях на модельном объекте оз. Изменчивое был изучен начальный этап изменения структуры ихтиопланктонного комплекса в результате прекращения функционирования протоки, соединяющей водоем с морем, резкой смены гидрологического режима и полной изоляции ихтиофауны.

Выявлены общие тенденции функционирования ихтиопланктонных комплексов в разных типах озер, связанные с единством происхождения водоемов и их ихтиофауны, и различия, определяемые разнообразием условий обитания видов.

Впервые описаны личинки японского колючего бычка. Личинки бычка Бройнига *Gymnogobius breunigii*, пресноводного дальневосточного бычка *Gymnogobius urotaenia*,

короткоперого трехзубого бычка описаны впервые для водоемов азиатской части России, личинки пятнистого шуковидного бычка – впервые для водоемов о. Сахалин.

**Практическое значение.** Полученные результаты могут применяться для:

- оценки видовой структуры и численности промысловых и непромысловых видов рыб изученных водоемов, имеющих пелагические стадии развития;
- мониторинга ихтиофауны и своевременного выявления негативных изменений ихтиоценов под влиянием биотических и абиотических факторов;
- рациональной организации многовидового рыболовства в лагунных водоемах юго-восточной части о. Сахалин: выбора сроков, районов и орудий лова;
- прогнозирования изменений в ихтиопланктонных комплексах и, соответственно, в ихтиоценозах лагунных водоемов о. Сахалин и сопредельных регионов при воздействии факторов внешней среды, аналогичных изученным.

Описания икры и личинок рыб, дополненные краткими определительными таблицами, рисунками и фотографиями могут быть полезными для видовой идентификации ранних стадий развития ряда пресноводных, солоноватоводных и морских видов.

**Защищаемые положения.** 1. Ихтиопланктонные комплексы Вавайско-Чибисанской системы озер, оз. Тунайча и лагунного оз. Изменчивое имеют сходные черты, определяемые единством происхождения водоемов и заселением их изначально сходной ихтиофауной.

2. Для изученных водоемов свойственны различия в динамике видового состава и численности ихтиопланктона, связанные с различиями гидрологического режима в каждом из них.

3. Реакция ихтиопланктона на стресс, проявляющаяся в снижении видового разнообразия; переходе к монодоминантному типу за счет увеличения численности одного вида на фоне снижения численности других видов; изменении пространственной локализации икры и личинок рыб сходна с реакцией на стресс других групп гидробионтов: фитопланктона, зоопланктона и бентоса (Гидролого-гидробиологическая характеристика..., 2008).

**Вклад автора в проведенное исследование.** Автор принимал участие в большинстве экспедиций. Обработка проб, анализ полученных результатов, фондовых материалов СахНИРО и литературных источников, расчеты, построение карт, графиков, рисунки и фотографии икры и личинок выполнены лично автором.

**Апробация работы.** Результаты работы были представлены и обсуждены на коллоквиумах отдела прикладной экологии Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Ученых Советах СахНИРО (Южно-Сахалинск, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 гг.), на 1-м Международном симпозиуме «Биоразнообразие рыб пресных вод реки Амур и сопредельных территорий» (Хабаровск, 2002 г.), на IX Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования (Мурманск, 2004 г.), на 3-й и 4-й конференциях «Чтения памяти профессора В. Я. Леванидова» (Владивосток, 2005, 2008 гг.), на 21-м Международном Симпозиуме «Охотское море и северные моря» (Япония, Момбетцу, 2006 г.), на Объединенном гидробиологическом, ихтиологическом и экологическом семинаре ИБМ ДВО РАН (Владивосток, 2008 г.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 12 работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 197 страницах, включает 14 таблиц, 79 рисунков, состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и пяти приложений. Список литературы включает 244 источника, из которых 19 на иностранных языках.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность начальнику отдела прикладной экологии СахНИРО к.б.н. А. Д. Саматову за поддержку инициативы по исследованию внутренних водоемов о. Сахалин, заведующему лабораторией гидробиологии СахНИРО к.б.н. В. С. Лабаю за помощь в организации исследований. Автор искренне признательна за ценные советы и замечания научному руководителю, заведующему лаборатории ихтиологии ИБМ РАН к.б.н. А. А. Баланову. Сбор материала и подготовка работы были бы невозможны без активного участия в экспедициях сотрудников лаборатории гидробиологии и консультаций сотрудников лаборатории внутренних водоемов СахНИРО.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Материал и методики

Работа основывается на результатах ихтиопланктонных съемок, проведенных в безледный период (с апреля по ноябрь) в лагунных озерах юго-восточной части о. Сахалин: в оз. Тунайча – в 2002–2003 гг., в Вавайско-Чибисанской системе озер и в лагунном озере Изменчивое в 2004–2007 гг. (рис. 1).

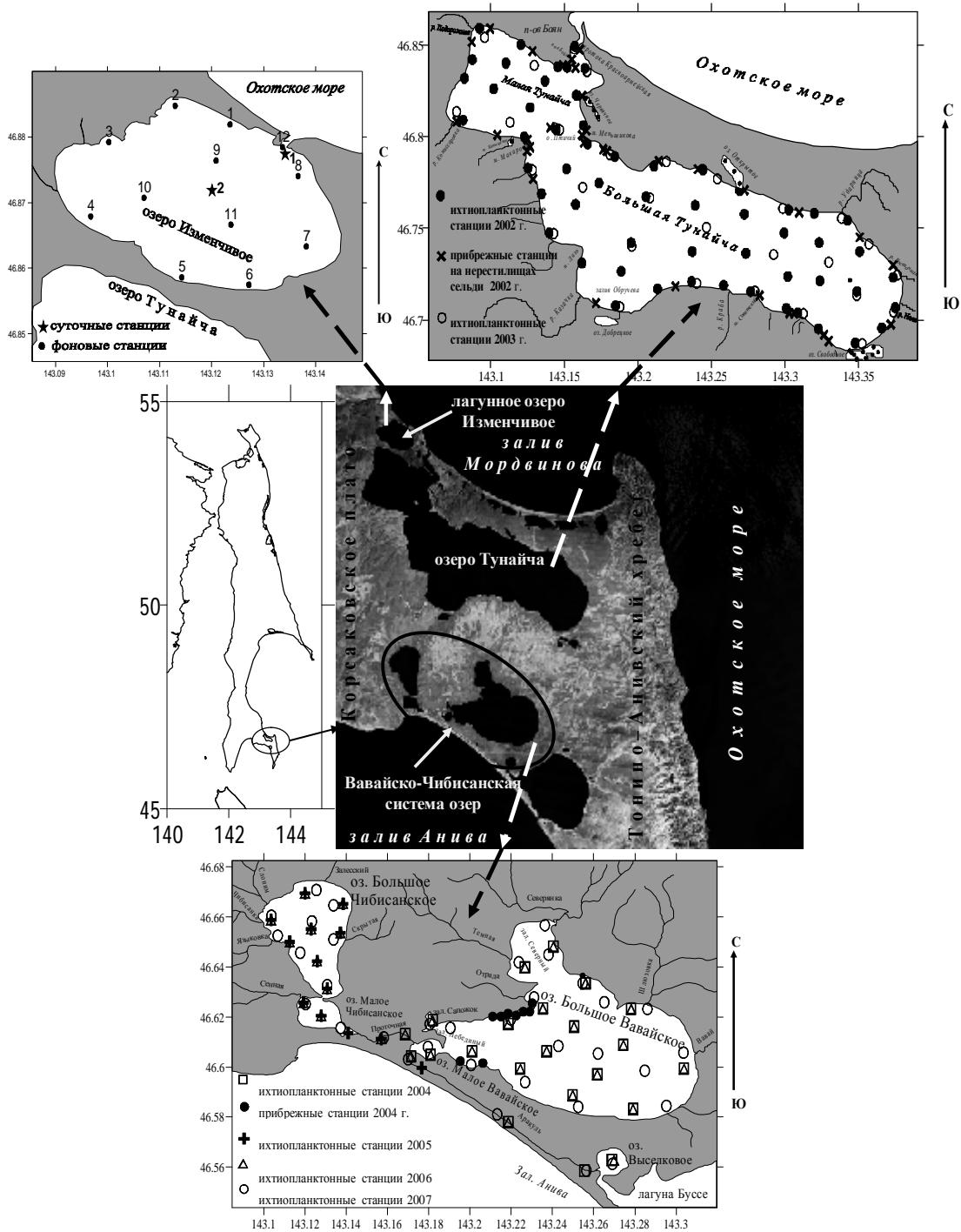


Рис. 1. Карта-схема района работ с сеткой станций (эллипсом выделена ВЧС)

ВЧС представляет собой комплекс озер – Большое и Малое Вавайские, Большое и Малое Чибисанские, Выселковое, соединенных между собой протоками. Протока Аракуль связывает озера Малое Вавайское и Выселковое, протока Проточная – Малое Чибисанское и Малое Вавайское. Некоторые авторы включают в систему также лагуну Буссе. Лагуна Буссе является памятником природы с ограниченным режимом природопользования. Исследования в лагуне Буссе были невозможны из-за отсутствия специального разрешения природоохранных органов.

Отбор ихтиопланктонных проб осуществляли малой икорной сетью ИКС–50 с площадью входного отверстия 0,2 м<sup>2</sup> методом буксировки сети в поверхностном слое на протяжении 100–200 м в зависимости от концентраций ихтиопланктона (Расс, 1965). Для работы использовали маломерное плавсредство. Пройденное расстояние и местоположение станций фиксировали при помощи GPS. За весь период работ было обработано 1070 проб, взятых на 1018 станциях. Отбор проб на каждой станции сопровождался измерением температуры и солености при помощи гидрологических зондов YSI 63 и YSI 95. В оз. Изменчивое структура ихтиопланктонного комплекса в значительной степени определялась приливоотливными течениями, поэтому, помимо стандартных фоновых съемок, здесь были выполнены суточные станции. Суточная станция 1 была расположена в районе протоки на участке с глубинами около 1 м, суточная станция 2 – в центральной части озера с глубинами более 5 м (см. рис.1).

В уловах ихтиопланктонной сети в поверхностном слое озер в большом количестве присутствовала демерсальная икра сельди, малоротых корюшек и саланкса, вынесенная с мест нереста вместе с субстратом или без него. Демерсальная икра рыб, также как и личинки карповых и колюшковых, ведущие преимущественно скрытый образ жизни в прибрежных зарослях растительности, но в определенных местах и в определенные периоды попадавшие в ихтиопланктонную сеть, рассматривались как составная часть ихтиопланктонных уловов, но не учитывались при сравнительном анализе ихтиопланктонных комплексов.

После отбора пробы фиксировали 4%–ным раствором формалина и этикетировали. Дальнейшая обработка проб была проведена в камеральных условиях при помощи бинокля МБС–10 под 8–16-кратным увеличением. Уловы ихтиопланктона на станциях пересчитывали на единицу объема (1 м<sup>3</sup>) с применением коэффициента уловистости 0,9 (Рекомендации по сбору..., 1987) по формуле:

$$N = \frac{n \times 5}{S \times 0,9}, \text{ где}$$

$N$  – численность ихтиопланктона в 1 м<sup>3</sup>;

$n$  – численность ихтиопланктона в улове;

$S$  – расстояние, пройденное сетью;

5 – коэффициент приведения площади входного отверстия сети к 1 м<sup>2</sup>;

0,9 – коэффициент уловистости сети.

Оценку численности ихтиопланктона осуществляли по методу полигонов Альстрёма (Дехник, Ефимов, 1984) по формуле:



$$N_{\text{общ.}} = \sum Ni \times Si, \text{ где}$$

$N_{\text{общ.}}$  – численность ихтиопланктона в водоеме;

$N_i$  – численность ихтиопланктона на станции, приравненная к средней численности ихтиопланктона на определенном участке, ограниченном условными линиями, проведенными через середину расстояний между двумя соседними станциями;

$S_i$  – площадь участка.

Карты распределения ихтиопланктона построены в десятичной системе координат с использованием программы «Surfer». Видовые названия пресноводных рыб даны по «Каталогу бесчелюстных и рыб...» (Богуцкая, Насека, 2004), морских – по «Каталогу позвоночных Камчатки...» (Шейко, Федоров, 2000) и Интернет–Каталогу видов рыб (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

При помощи индексов, наиболее часто используемых в гидроэкологии, были оценены ценотическое сходство ихтиопланктона, его сезонная динамика с мая по сентябрь и межгодовые различия видового разнообразия (табл. 1).

Таблица 1

#### Индексы видового разнообразия и ценотического сходства

Название	Формула	Примечание
Индекс доминирования Симпсона (Одум, 1986; Шитиков и др., 2003)	$c_1 = \sum (n_i / N)^2$	$n_i$ – оценка значимости каждого вида; $N$ – сумма оценок значимости
Индекс разнообразия Симпсона (Одум, 1986; Шитиков и др., 2003; Архипов, 2006)	$c_2 = 1 - \sum (n_i / N)^2$	$n_i$ – оценка значимости каждого вида; $N$ – сумма оценок значимости; 0,05–0,2 – низкое биотическое разнообразие; более 0,7 – высокое биотическое разнообразие
Индекс видового сходства (Одум, 1986; Терехов, 1994)	$K_1 = \frac{2c}{a+b} * 100\%$	$a, b$ – количество видов в сравниваемых выборках; $c$ – количество общих видов
Индекс Константина (Терехов, 1994)	$K_2 = \sum_{i=1}^N \min (a_i^1, a_i^2)$	$a_i^1, a_i^2$ – численность $i$ -того видов в процентах от общей численности в двух сравниваемых биоценозах; $N$ – общее число видов

## Глава 2. Физико-географическая характеристика района

Физико-географическая характеристика района составлена на основании литературных источников и фондовых материалов СахНИРО. Сбор данных по термогалинному режиму озер, распределению грунтов и растительности осуществлялся одновременно с ихтиопланктонными съемками.

На современном этапе общей чертой ВЧС, оз. Тунайча и лагунного оз. Изменчивое является наличие их связи с морем. Разная интенсивность водообмена с морем в изученных водоемах приводит к различиям солености. ВЧС представляет собой комплекс

из четырех пресных озер, полностью отделенных от моря, с незначительным градиентом температур между придонным и поверхностным горизонтами в теплый период года, и солоноватоводного оз. Выселковое с соленостью не более 7‰. Оз. Тунайча является наибольшим по площади и глубине олигогалинным водоемом со слабым затоком морских вод, устойчивой двухслойной стратификацией толщи и соленостью поверхностного слоя не более 2,6‰. Лагунное оз. Изменчивое функционирует, либо как открытая прибрежная лагуна с соленостью 29–32‰ при наличии протоки, либо как изолированное соленое озеро в периоды ее естественного замыкания. В лагунный период гидрологический режим озера определяется приливоотливным течением. На озерном этапе наблюдаются следующие процессы: выравнивание термогалинных параметров во всем водоеме, ускоренный прогрев воды и снижение солености до 26‰.

### **Глава 3. Ихтиофауна лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин**

Глава выполнена на основе литературных данных и архивных материалов СахНИРО. Ихтиофауна ВЧС, оз. Тунайча и лагунного оз. Изменчивое насчитывает 72 вида рыб из 23 семейств. Наибольшим числом таксонов представлены семейство карповых Cyprinidae – 10 видов, или около 14% видового состава ихтиофауны и семейство камбаловых Pleuronectidae – 8 видов (11% ихтиофауны). Корюшковые Osmeridae, колюшковые Gasterosteidae, бычковые и рогатковые Cottidae имеют одинаковое соотношение в видовом списке – около 7% видового состава (по 5 видов).

### **Глава 4. Структура ихтиопланктонных комплексов лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин**

В ихтиопланктонных уловах ВЧС, оз. Тунайча и лагунного оз. Изменчивое были обнаружены икра и личинки 41 вида рыб из 11 семейств – около 57% ихтиоцена (табл. 2). Из них к собственно пелагическим относятся икра и личинки порядка 33 видов, или около 46% ихтиофауны. В результате проведения исследований ихтиопланктона видовой список ихтиофауны изученных лагунных озер был дополнен пятью видами рыб, в том числе новым для водоемов о. Сахалин восьмиусым пескарем. В оз. Большое Чибисанское была обнаружена икринка восьмиусого пескаря, единственного для обследованных водоемов юга Сахалина пресноводного вида, имеющего пелагическую икру.

Таксономический состав икры и личинок рыб лагунных озер юго-восточной части  
о. Сахалин

Таксономический состав	Общее кол-во видов в ихтиопланктонных ловах	Количество видов							
		ВЧС				Оз. Тунайча		Лагунное озеро Изменчивое	
		оз. Выселковое		Вавайские и Чибисанские пресные озера					
		И*	Л**	И	Л	И	Л	И	Л
I. Сем. Engraulidae	1							1	1
II. Сем. Clupeidae	1					1	1		1
III. Сем. Cyprinidae	7			1	6		1		
IV. Сем. Osmeridae	5		2	1	3	3	3	1	2
V. Сем. Salangidae	1					1	1		
VI. Сем. Gasterosteidae	4				3	1	3		
VII. Сем. Agonidae	3								3
VIII. Сем. Stichaeidae	3								3
IX. Сем. Pholidae	3								3
X. Сем. Gobiidae	5		1		3		3		
XI. Сем. Pleuronectidae	8							7	8
ИТОГО	41	–	3	2	15	6	12	9	21
Всего, видов		3		16		12		21	
Из них собственно пелагических стадий			3	1	8	0	12	8	21
Доля пелагических стадий от общего числа видов, %		–	100	50	53,3	0	100	88,9	100

\* – Икра. \*\* – Личинки

Диаметр икринки 2,46 мм, диаметр желтка 0,57 мм (рис. 2). Икринка находилась на II стадии развития. Оболочка тонкая. В перивителлиновом пространстве заметны

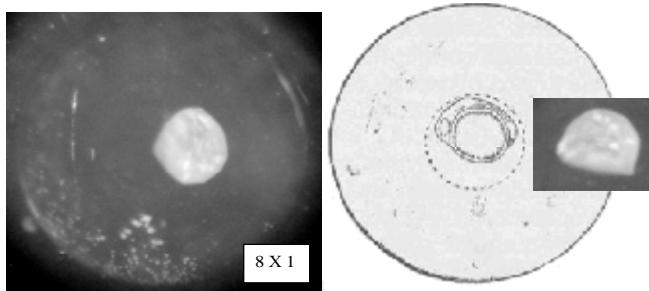


Рис. 2. Фотография икры *Gobiobotia* s.f. *rappeneheimi* из оз. Большое Чибисанское (ст. 7А, 28.06.2006) и рисунок икринки *Gobiobotia* sp. (Крыжановский и др. (1951))

включения мелких гранул. Сходные по строению икринки из р. Амур описаны С. Г. Крыжановским с соавторами (Крыжановский и др., 1951). Личинки и взрослые особи восьмиусого пескаря пока не найдены.

#### **4.1 Вавайско-Чибисанская система озер.**

Структура и пространственное распределение ихтиопланктона. В ВЧС

были обнаружены икра и личинки 16 видов рыб из четырех семейств: корюшковых, карповых, колюшковых и бычковых. Икра и личинки принадлежали видам трех зоогеографических группировок: аркто-бореальной, бореальной и низкобореальной, включавшей сино-индийские виды, в том числе акклиматизированные в озерах. Число низкобореальных видов в ихтиопланктоне увеличивалось от мая к августу по мере

прогрева воды. Численность ихтиопланктона в озерах находилась на низком уровне. В июне средняя концентрация личинок рыб не превышала 0,1–0,3 экз./м<sup>3</sup>. К июлю происходило снижение численности на порядок. Более существенные концентрации личинок – до 1,7 экз./м<sup>3</sup> формировались в протоках. Такое распределение личинок объясняется особенностями размножения обитающих в системе озер видов рыб. Преобладающие здесь представители семейства карповых и колюшковых откладывают икру на водную растительность в прибрежной зоне озер и в протоках. Их личинки вскоре после выклева распределяются в зарослях растений. Чем выше плотность растительности, тем соответственно выше концентрации личинок.

Собственно пелагические личинки характерны для семейств корюшковых и бычковых. В ВЧС размножаются обыкновенная *Hypomesus olidus* и японская *H. nipponensis* малоротые корюшки и зубатая корюшка *Osmerus dentex*. Икрометание зубатой корюшки было отмечено только в среднем и нижнем течении протоки Аракуль на песчаных грунтах. Предличинки сразу после выхода из грунта скатывались в оз. Выселковое. Личинки японской малоротой корюшки доминировали в июне, составляя 80–90% суммарной численности ихтиопланктона. На отдельных участках концентрации личинок превышали 1,4 экз./м<sup>3</sup>. Личинки встречались на обширной акватории в Вавайских и Чибисанских озерах, в протоке Аракуль и в оз. Выселковое. В целом прослеживалось тяготение их основных скоплений к приустьевым пространствам крупных рек с песчаными и гравийно-галечными грунтами. Южнее залива Северный были обнаружены озерные нерестилища японской малоротой корюшки. Личинки обыкновенной малоротой корюшки встречались в скоплениях совместно с личинками японской корюшки во всех пресных озерах системы. Пик их численности приходился на июнь, доля в уловах изменялась от 4 до 21%.

В ихтиопланктоне ВЧС протекало развитие личинок трех видов бычков – короткоперого трехзубого, Бройнига и пресноводного дальневосточного. Наиболее ранний нерест был отмечен для пресноводного дальневосточного бычка и бычка Бройнига. Личинки обоих видов встречались локально в прибрежной зоне озер, начиная с июня. В июле основу ихтиопланктонного комплекса – 60–90% суммарной численности, формировали личинки короткоперого трехзубого бычка. В то же время доля половозрелых особей этого вида в уловах мальковой волокуши и невода не превышала 1%. Личинки трехзубого бычка встречались, как в пресных озерах, так и в протоках и в солоноватоводном оз. Выселковое преимущественно над песчаными грунтами.

Сезонная динамика численности ихтиопланктона. Развитие пелагических стадий

рыб в ВЧС было ограничено периодом с июня по июль. Максимум численности

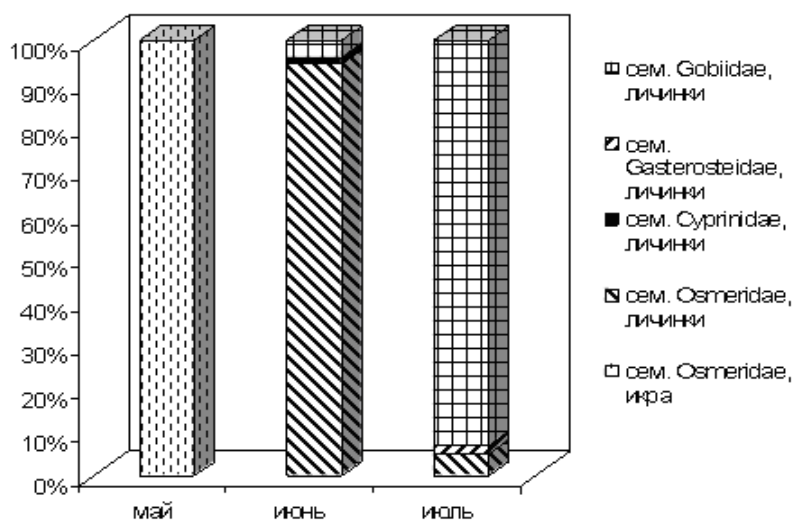


Рис. 3. Доля икры и личинок различных семейств рыб в поверхностном слое ВЧС в 2007 г.

наблюдался в июле. В мае в уловах была отмечена только донная икра зубатой корюшки (рис. 3). В июне состав уловов увеличился до восьми видов. Наряду с икрой появились личинки зубатой корюшки. Их численность не превышала 0,01% суммарной численности ихтиопланктона. На 95,8% ихтиопланктонный комплекс был сформирован личинками малоротых корюшек с

преобладанием японской малоротой корюшки.

В июле в состав ихтиопланктона входили личинки пяти видов рыб. Суммарная численность была максимальной, достигая 14,5 млн. экз. Основу ихтиопланктонного комплекса формировали личинки короткоперого трехзубого бычка с численностью 12,8 млн. экз.

Межгодовая динамика численности ихтиопланктона. В июне основу ихтиопланктонного комплекса ВЧС, как в теплые, так и в холодные годы, слагали личинки японской малоротой корюшки, в июле – личинки короткоперого трехзубого бычка. Более холодные годы характеризовались снижением суммарной численности ихтиопланктона и сокращением площадей распространения личинок рыб при сохранении мест их основных концентраций. Наибольшее снижение численности в более холодные годы отмечено для личинок теплолюбивых видов бычковых.

## 4.2. Озеро Тунайча.

### Структура и пространственное распределение ихтиопланктона

В оз. Тунайча и соединяющихся с ним озерах были обнаружены икра и личинки 12 видов рыб аркто-бореального, широкобореального и низкобореального фаунистических комплексов. В мае–июне в ихтиопланктоне преобладали аркто-бореальные и широкобореальные виды, в теплый период, в июле–августе, – низкобореальные.

Нерест сельди в оз. Тунайча начинается в конце апреля – начале мая. Икрометание протекает во всей прибрежной зоне, где есть подходящий субстрат – рдесты *Potamogeton sp.* и кладофора *Cladophora sp.* Первые личинки появляются в мае. Средняя численность личинок не превышает 0,002 – 0,02 экз./м<sup>3</sup>.

В оз. Тунайча встречаются три вида малоротых корюшек: японская, обыкновенная и морская *Hypomesus japonicus*. Наиболее массовым видом является японская малоротая корюшка. Ее нерест длится с конца мая до начала августа. Икра этого вида в большом количестве выносится в поверхностный слой озера в первой половине июня. Личинки встречаются с начала июня до конца августа. Максимальные концентрации личинок превышают 16 экз./м<sup>3</sup>. Появление икры и личинок обыкновенной малоротой корюшки происходит в первой декаде июня. Личинки встречаются до начала августа. Пик нереста морской малоротой корюшки приходится на первую половину июня. В это же время в уловах появляются ее личинки. Максимальная численность и площадь распространения личинок наблюдается в конце июня. Личинки саланкса облавливаются с июня до сентября от минимальных глубин до 10–20 м. В августе отмечены их максимальная численность и частота встречаемости. В распределении икры и предличинок проходных и полупроходных видов рыб, образующих различные экологические группировки (сельдь, малоротые корюшки, саланкс) наблюдаются сходные черты, заключающиеся в тяготении их основных скоплений к устьям крупных рек Ударница, Нака, Восточная, Комиссаровка и проток пресных озер Открытое, Крестоножка, Добрецкое и Свободное.

В оз. Тунайча обитают три вида семейства бычковых: японский колючий, пятнистый щуковидный и пресноводный дальневосточный бычки. Личинки пресноводного дальневосточного бычка появляются в первой половине июня, достигая к концу месяца максимальной численности. Места локализации личинок тянутся вдоль всего северо-восточного берега озера. Личинки японского колючего бычка облавливаются в конце июня. Начиная с июля и до середины августа, они имеют высокую численность, распределяясь на обширной акватории озера, а с конца августа и в течение сентября доминируют в уловах. Скрытный образ жизни щуковидного бычка затрудняет оценку его численности при проведении ихтиологических работ. Данные о значительном количестве представителей этого вида в оз. Тунайча первоначально удалось получить исключительно в результате проведения ихтиопланктонных съемок. Личинки щуковидного бычка встречаются с конца июня до конца августа. Участки с повышенными плотностями отмечаются даже над глубинами более 20 м. Личинки облавливаются не только в озере, но и в протоке Красноармейская. В отличие от личинок

саланкса и корюшковых, личинки бычковых проводят в поверхностном слое короткий период времени. В уловах постоянно преобладают предличинки и ранние личинки длиной 3–5 мм.

Из колюшковых по численности и частоте встречаемости доминируют личинки и мальки трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus*. Первые личинки появляются в конце июня. В августе личинки и мальки трехиглой колюшки достаточно часто встречаются в уловах. Размножение трехиглой колюшки продолжается до середины сентября.

В распределении личинок солоноватоводных видов (бычковые, колюшковые) не выявлено привязанности к стокам пресных вод.

Сезонная динамика численности ихтиопланктона. В мае в уловах ихтиопланктонной сети в оз. Тунайча встречаются только икра и личинки сельди (рис. 4.)

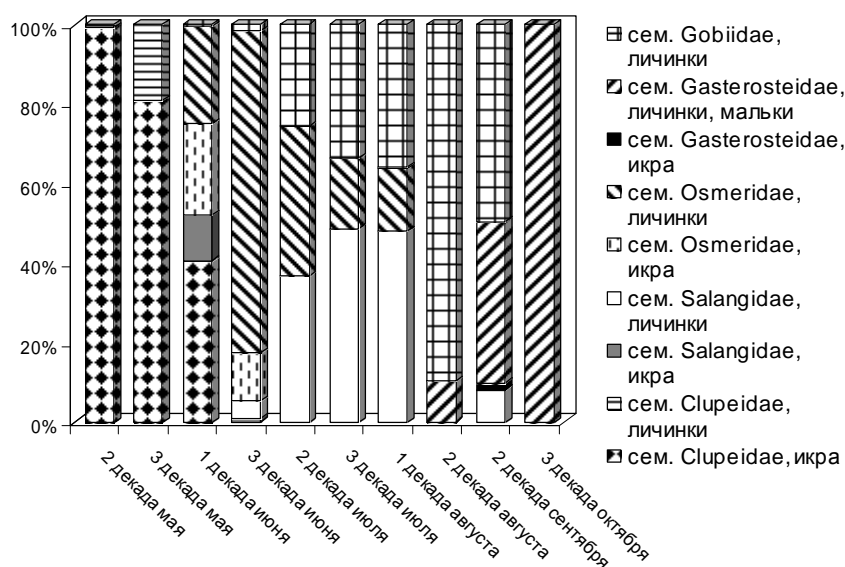


Рис. 4. Доля икры и личинок различных семейств рыб в оз. Тунайча в мае-октябре 2002 г.

Одной из особенностей этого периода является увеличение численности собственно пелагических стадий развития рыб, представленных в оз. Тунайча только личинками. После снижения в июле числа видов и численности ихтиопланктона до 10,5 млн. экз., в августе снова отмечается увеличение видового разнообразия и численности личинок рыб до 38,9 млн. экз. Основу ихтиопланктонного комплекса в это время формируют личинки японского колючего бычка и саланкса. Доля личинок обоих видов в течение месяца варьируется от 30 до 50% от общей численности ихтиопланктона. В августе период размножения большинства видов завершается, начинается устойчивое снижение численности пелагических личинок, которые в октябре исчезают из уловов.

Нерестовый период разных видов рыб в оз. Тунайча имеет различную продолжительность. Наиболее длительный нерест характерен для японской малоротой

Максимальная численность личинок сельди приходится на конец мая. В июне происходит увеличение числа видов рыб в ихтиопланктоне за счет появления пелагических личинок малоротых корюшек, формирующих около 80% его суммарной численности. Максимум численности икры и личинок рыб – 158,8 млн. экз., приходится на конец июня.

корюшки, саланкса, трехиглой колюшки – около 3 месяцев. В более сжатые сроки проходит икрометание бычковых – японского колючего и щуковидного бычков – в течение 2,5 месяцев. Несколько короче нерестовый сезон пресноводного бычка – чуть более одного месяца. Приблизительно в такой же период завершается эффективный нерест сельди, сопровождающийся выходом личинок.

Межгодовая динамика численности ихтиопланктона. Межгодовые различия количественных показателей ихтиопланктона были вызваны вариациями термического режима верхнего однородного слоя озера. В более теплом 2002 г. пик нереста сельди приходился на первую–вторую декады мая. В третьей декаде мая личинки распределялись на значительной акватории озера. Вынос икры наблюдался только в северо-восточной части оз. Тунайча. В более холодном 2003 г. нерест сельди начался позднее. В третьей декаде мая вынос икры происходил на всей акватории озера. Численность личинок была ниже в 17 раз, по сравнению с аналогичным периодом 2002 г. Личинки распределялись локально в юго-восточной части озера.

Анализ температуры показал, что в теплом 2002 г. в результате интенсивного прогрева верхнего слоя подходящие для нормального развития икры сельди условия (температуры ниже 10°C) сохранялись только в восточной части озера с глубинами более 5 м. В 2003 г. верхний 10-метровый слой был прогрет равномерно до 6–7°C. Температурный режим на всей акватории озера был благоприятен для эффективного нереста сельди.

Изменения в ихтиопланктонном комплексе в августе заключались в сокращении численности и площади распространения личинок большинства видов рыб в более холодном 2003 г., по сравнению с аналогичным периодом 2002 г. при сохранении доминирования личинок саланкса и японского колючего бычка. В 2003 г по уменьшению размеров личинок прослеживалась задержка нереста большинства массовых видов рыб.

### **Глава 4.3. Лагунное озеро Изменчивое**

Структура и пространственное распределение ихтиопланктона. В оз. Изменчивое были обнаружены икра и личинки 21 вида, относящиеся к семи семействам: анчоусовым Engraulidae, сельдевым, корюшковым, лисичковым Agonidae, стихеевым Stichaeidae, масляковым Pholidae, камбаловым. Наибольший вклад в структуру ихтиопланктонного комплекса вносили икра и личинки камбаловых. В мае–июне основу ихтиопланктонного комплекса формировали широкобореальные и низкобореальные виды. Доля низкобореальных видов была существенно выше, чем в других районах



южной части Охотского моря, изменяясь в течение мая–июля от 37,5 до 50,0%. Наибольшее число эвригалинных видов (сельдь, морская малоротая корюшка) в ихтиопланктоне было отмечено в мае–июне при минимальных за период исследования значениях солености – около 26‰. В составе ихтиопланктона встречались икра и личинки четырех биотопических группировок рыб: литоральной, сублиторальной, элиторальной и неритической. Преобладали икра и личинки сублиторальной и литоральной группировок, представленных прибрежными видами камбал – темной *Pseudopleuronectes obscurus*, длиннорылой *Limanda punctatissima*, звездчатой *Platichthys stellatus* и видами других семейств.

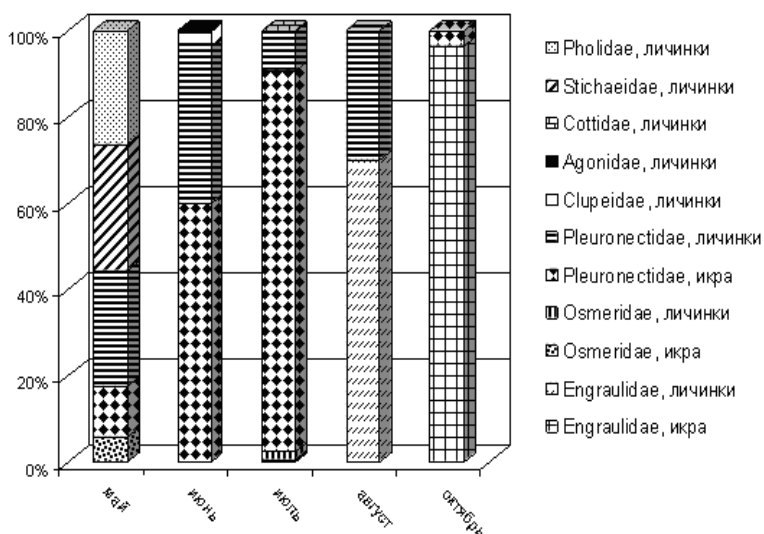


Рис. 5. Доля икры и личинок разных семейств рыб в лагунном оз. Изменчивое в мае – октябре 2005 г.

Скопления ихтиопланктона, образованные личинками стихеевых и маслюковых с суммарной долей 55%, а также икрой и личинками камбаловых с суммарной долей около 38% (рис. 5) наблюдались в основном в районе протоки, находящейся под постоянным воздействием морских вод. В июне–июле в озере сформировались условия благоприятные для размножения летненерестящихся видов камбал – соленость около 31–32‰ и температура не выше 15–16°C. Икра и личинки рыб в этот период распределялись на значительной акватории озера. Максимум суммарной численности ихтиопланктона – 59,7 млн. экз., сформированный на 83% икрой длиннорылой камбалы пришелся на июль. Высокие температуры воды в августе (более 20–21°C) привели к резкому снижению численности ихтиопланктона и смещению малочисленных личинок желтоперой камбалы *Limanda aspera* и японского анчоуса *Engraulis japonicus* в район протоки, находящейся под воздействием морских охлажденных вод. В сентябре ихтиопланктон в озере не встречался. В октябре наблюдался остаточный нерест анчоуса и желтоперой камбалы.

### Сезонная изменчивость ихтиопланктона.

Сезонная структура ихтиопланктонного комплекса оз. Изменчивое определялась двумя основными параметрами – температурой и соленостью. В конце мая низкая соленость (около 26‰) на значительной акватории озера создавала неблагоприятные условия для размножения рыб.

Межгодовая изменчивость. В лагунный период ихтиопланктонный комплекс оз. Изменчивое формировался икрой и личинками, появляющимися в самом озере и проникающими из моря через протоку. В прилив в озеро транспортировались икра японской камбалы *Pseudopleuronectes yokohamae*, икра и личинки узкозубой палтусовидной камбалы *Hippoglossoides elassodon*. В отлив из озера в море попадали икра звездчатой, желтополосой *Pseudopleuronectes herzensteini* и длиннорылой камбал, а также личинки темной камбалы. В более холодный год были отмечены следующие изменения: сокращение суммарной численности ихтиопланктона более чем в два раза за счет снижения численности, как икры, так и личинок рыб; увеличение смертности икры некоторых видов (желтополосой и желтоперой камбал); сокращение размерного ряда массовых личинок темной камбалы.

В озерный период структура ихтиопланктонного комплекса определялась составом ихтиофауны, изолированной в водоеме и сохранившей способность размножаться. После замыкания протоки исчезли ранние стадии развития морских видов: глазчатого опистоцентра *Opistocentrus ocellatus*, носатой лисички *Brachiopsis segaliensis*, палтусовидной камбалы. Ихтиопланктонный комплекс на 94,1% был сформирован икрой желтополосой камбалы. Отсутствие приливоотливного течения, определявшего расположение нерестилищ и разнос ихтиопланктона в лагунный период, привело к изменению локализации скоплений икры и личинок ряда видов рыб. В стрессовых условиях, вызванных резкой сменой гидрологического режима на озерном этапе, произошло снижение видового разнообразия, рост суммарной численности ихтиопланктона до 56 млн. экз., переход от полидоминантного к монодоминантному типу за счет увеличения численности икры одного вида (желтополосой камбалы) на фоне снижения численности икры и личинок других видов. Аналогичные изменения были зафиксированы и в других группах гидробионтов – фитопланктоне, зоопланктоне и бентосе (Гидролого-гидробиологическая характеристика..., 2008). Отсутствие более резких изменений в видовом составе ихтиопланктона на озерном этапе связано с тем, что соленость в озере не опустилась ниже критических значений, характерных для  $\beta$ -хорогалинной зоны – 22–26‰, разделяющей морскую и солоноватоводную ихтиофауну. В озере нормально развивались икра и личинки некоторых морских видов, изолированных после замыкания протоки.

## Глава 5. Сравнительная характеристика ихтиопланктонных комплексов лагунных озер юго-восточной части о. Сахалин

Общей чертой для всех типов лагунных озер являлось преобладание в ихтиопланктоне икры и личинок низкобореальных видов рыб. В ВЧС и оз. Изменчивое наибольшее количество видов в ихтиопланктоне пришлось на июнь. В оз. Тунайча наблюдалось два максимума видового разнообразия – в июне и августе. Наличие двух пиков было связано с протяженным нерестовым периодом японской, обыкновенной и морской малоротых корюшек и колюшек, личинки которых встречались с июня до конца августа. В то же время, в августе произошло увеличение числа видов низкобореального комплекса.

В ВЧС и в лагунном оз. Изменчивое наблюдался один максимум численности

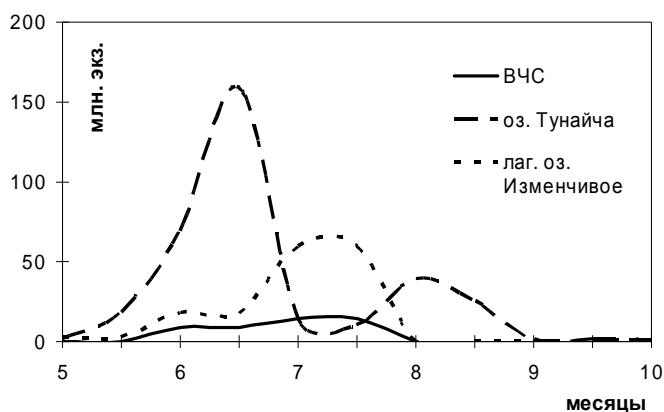


Рис. 6. Сезонное изменение численности ихтиопланктона в лагунных озерах

ихтиопланктона – в июле (рис. 6). В ВЧС основу численности формировали личинки короткоперого трехзубого бычка, в оз. Изменчивое – икра длиннорылой камбалы. В оз. Тунайча наблюдалось два максимума численности – в июне и в августе. Первый формировали личинки японской малоротой корюшки, второй – личинки саланкса и японского колючего бычка.

Увеличение количества биотопов в оз. Тунайча за счет ручьев, рек различной протяженности, вторичных лагун является важным фактором, способствующим образованию экологических группировок рыб, различающихся местами, сроками нереста и ската личинок. Расширение зоны и условий нереста привело к увеличению продолжительности нерестового периода многих видов рыб. Пелагические стадии развития рыб встречались здесь с мая по сентябрь. Устойчивое снижение численности ихтиопланктона началось только в конце августа. В мелководных, быстро прогреваемых озерах ВЧС и в оз. Изменчивое оптимальные для икрометания и развития икры температуры держались в течение непродолжительного времени. Период нереста рыб и встречаемости пелагических стадий развития соответственно сильно сокращался.

Наибольшее число видов рыб в ихтиопланктоне наблюдалось в лагунном оз. Изменчивое с морской соленостью и в пресных озерах ВЧС. Для вод оз. Тунайча с

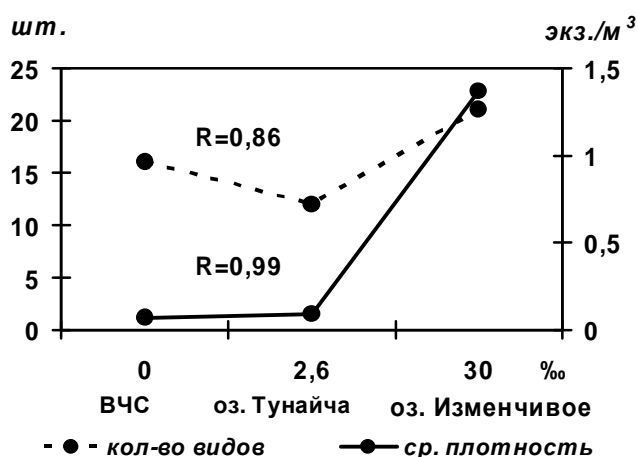


Рис. 7 – Число видов рыб в ихтиопланктоне в лагунных водоемах юго-восточной части о. Сахалин

соленостью 2,4–2,6‰ был отмечен минимум видов (рис. 7). Соленость в озере имеет значения ниже критических, характерных для  $\alpha$ -хорогалинной зоны 5–8‰, разделяющей морскую и пресноводную фауны (Хлебович, 1986, 1989). При такой солености приспособлено к размножению очень ограниченное число видов рыб.

Средняя плотность ихтиопланктона в единице объема (1 м³) в ВЧС и

оз. Тунайча имела близкие значения (см. рис. 7). В этих водоемах собственно пелагическими являются в основном личинки рыб. В лагунном оз. Изменчивое наблюдалось увеличение плотности ихтиопланктона, как за счет увеличения числа видов, так и за счет появления пелагической икры рыб.

Максимальное сходство видового состава ихтиопланктона – 54,5%, определяемое наличием общих видов корюшковых и колюшковых, было отмечено для ВЧС и оз. Тунайча. Наибольшее ценотическое сходство – более 45%, рассчитанное при помощи индекса Константинова, учитывающего помимо видового состава численность, наблюдалось в паре ВЧС–оз. Тунайча в июне. Существенный вклад в значение индекса (более 40%) вносили личинки японской малоротой корюшки, в меньшей степени – личинки обыкновенной малоротой корюшки, пресноводного дальневосточного бычка и трехиглой колюшки. В этот же период было отмечено незначительное сходство между ихтиопланктоном оз. Тунайча и оз. Изменчивое – менее 5%, обусловленное появлением личинок морских эвригалинных видов – сельди и морской малоротой корюшки.

Наибольшее видовое разнообразие ихтиопланктона во всех водоемах наблюдалось в июне.

## Выводы

1. На современном этапе основную роль в формировании ихтиопланктонных комплексов водоемов юго-восточной части о. Сахалин играют особенности их гидрологического режима. ВЧС представляет собой комплекс из четырех пресных озер, полностью изолированных от моря со слабым градиентом температур между придонным

и поверхностным горизонтом в теплый период года и солоноватоводного оз. Выселковое с соленостью не более 7‰. Оз. Тунайча является наибольшим по площади и глубине олигогалинным водоемом с незначительным затоком морских вод, устойчивой двухслойной стратификацией толщи и соленостью поверхностного слоя не более 2,6‰. Лагунное озеро Изменчивое функционирует, либо как открытая прибрежная лагуна с соленостью 29–32‰ при наличии протоки, либо как изолированное соленое озеро в периоды естественного замыкания протоки.

2. Таксономический список икры и личинок рыб исследованных лагунных озер включает 41 вид из 11 семейств, из них икра и личинки 33 видов являются собственно пелагическими. Видовой состав ихтиофауны изученных водоемов дополнен пятью видами, в том числе новым для водоемов о. Сахалин восьмиусым пескарем. Большой объем собранного материала позволил составить описание икры и личинок массовых и трудно идентифицируемых видов камбаловых, саланксовых, корюшковых и бычковых для подготовки атласа ихтиопланктона о. Сахалин.

3. В ВЧС встречаются икра и личинки 16 видов рыб из четырех семейств. Ихтиопланктонный комплекс носит монодоминантный характер. Период развития планктонных стадий рыб сравнительно короткий – с июня до конца июля. В июне 80–90% численности формируют личинки японской малоротой корюшки, в июле 60–90% численности приходится на личинок короткоперого трехзубого бычка.

4. В оз. Тунайча обнаружены икра и личинки 12 видов рыб из шести семейств. Продолжительность нереста рыб здесь максимальна – с мая по сентябрь. В мае – начале июня в ихтиопланктоне доминирует сельдь, в конце июня – начале июля – японская малоротая корюшка, в конце июля – августе – саланкс и колючий японский бычок, в сентябре - колючий японский бычок.

5. В лагунном озере Изменчивое ихтиопланктон представлен 21 видом рыб из семи семейств. В лагунный период ихтиопланктонный комплекс формируется за счет икры и личинок, появляющихся в озере и транспортируемых из моря во время прилива. В мае – июле от 38 до 95% численности ихтиопланктона составляют икра и личинки камбал. На озерном этапе происходит снижение видового разнообразия ихтиопланктона; рост суммарной численности; замена полидоминантного ихтиопланктонного комплекса монодоминантным за счет увеличения численности икры одного вида (желтополосой камбалы) на фоне снижения количественных характеристик икры и личинок других видов.

6. В исследованных лагунных озерах отмечаются различия в количестве, высоте и времени появления максимумов численности ихтиопланктона. В ВЧС и в лагунном оз. Изменчивое наблюдается один максимум – в июле. В ВЧС максимум формируется личинками короткоперого трехзубого бычка, в оз. Изменчивое – икрой длиннорылой камбалы. Оз. Тунайча характеризуется двумя максимумами численности ихтиопланктона: наибольшим – в июне, определяемым личинками японской малоротой корюшки, менее выраженным – в августе, характеризующимся преобладанием личинок саланкса и японского колючего бычка.

7. Ихтиопланктонные комплексы озер, независимо от различий в видовом составе, имеют сходные черты: преобладание икры и личинок низкобореальных видов, максимальное видовое разнообразие в июне; снижение суммарной численности ихтиопланктона в более холодные годы при незначительных изменениях в видовом составе.

#### **Список основных работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Мухаметова О. Н., Немчинова И. А., Радченко Д. Р. Видовой состав и распределение икры и личинок рыб на северо-восточном шельфе Сахалина в связи с гидрологическими условиями // Вопросы рыболовства. Приложение 1. 2001. С.185–188.

2. Мухаметова О. Н., Немчинова И. А., Лабай В. С., Радченко Д. Р. Видовой состав и особенности распределения ихтиопланктона в водах северо-восточного Сахалина // Известия ТИНРО-центра. Владивосток, 2002. Т. 130. С. 660–678.

3. Мухаметова О. Н. К методике оценки видового состава и численности ихтиопланктона // Тезисы докладов IX Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, 19–21 октября 2004 г., г. Мурманск, ПИНРО, 2004 г. С. 173–175.

4. Мухаметова О. Н. Некоторые особенности пространственного распределения и развития икры и личинок японского анчоуса *Engraulis japonicus* (Engraulidae) в водах острова Сахалина // Вопросы ихтиологии. 2004. Т.44, № 2. С. 239–248.

5. Мухаметова О. Н. Особенности пространственного распределения и развития икры и личинок некоторых промысловых и массовых видов рыб в озере Тунайча (юго-восточный Сахалин) // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана : Сб. науч. тр. П-Камчат.: КамчатНИРО, 2004. Вып. 7. С. 149–159.

6. Мухаметова О. Н. Динамика численности ихтиопланктона в поверхностном слое озера Тунайча (юго-восточный Сахалин) // Чтения памяти В. Я. Леванидова: Сб. тр. 2005. Вып. 3. С. 576 – 584.
7. Мухаметова О. Н. Некоторые результаты исследований ихтиопланктона в лагунном озере Изменчивое // Труды СахНИРО. Т. 8. 2006. С. 244–256.
8. Мухаметова О. Н. Видовой состав, особенности сезонной и межгодовой динамики ихтиопланктона в лагунном озере Изменчивое (юго-восточный Сахалин) в безледовый период // Труды СахНИРО. 2007. Т. 9. С. 166–183.
9. Moukhametova O. N., Moukhametov I. N. Ichthyoplankton of Laperusa Strait and adjacent regions in August 1999 // The 15–th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice the 2–nd Ice Scour & Arctic Marine Pipelines Workshop: Abstracts, 6–11 February 2000. Mombetsu, Hokkaido, Japan, 2000. P. 374.
10. Moukhametova O. N. Some data about spawn of Pacific herring *Clupea pallasii* in the Lake of Tunaicha (Southeastern Sakhalin) // Abstracts of First International Symposium on Fish Biodiversity of Amur River fresh waters and adjacent rivers (Abstracts), 29 October – 1 November 2002. Khabarovsk, Russia, 2002. P. 26 – 27.
11. Moukhametova, O. N. Autumnal distribution of ichthyoplankton over northeastern Sakhalin shelf // 18th Mombetsu International Symposium on Okhotsk sea and Sea Ice, 23–27 February, 2003. Hokkaido, Japan. 2003. P. 301–306.
12. Moukhametova O. N. The structure and variability of ichthyoplankton in Lagoon of Izmenchivaya (the Eastern Sakhalin) in June, 2004 // 21th International Symposium on Okhotsk sea and Sea Ice, 19–24 February, 2006. Mombetsu, Hokkaido, Japan. P. 208–211.