

На правах рукописи

ЗЕМНУХОВ Владимир Валериевич

ИХТИОФАУНА ЗАЛИВА ПИЛЬТУН: (СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ  
САХАЛИН): СОСТАВ, ЭКОЛОГИЯ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ.

03.00.10 – ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук



Владивосток 2008

Работа выполнена в Лаборатории ихтиологии Института биологии моря имени А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель

доктор биологических наук

Долганов Владимир Николаевич

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор

Иванков Вячеслав Николаевич

кандидат биологических наук,

старший научный сотрудник

Вдовин Александр Николаевич

Ведущая организация

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Защита состоится «29» мая 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 «21» апреля 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Костина Е.Е.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Эстуарно-лагунные зоны являются уникальной частью акватории Мирового океана. В них наиболее интенсивно происходит продуцирование органического вещества, что существенно повышает продуктивность не только лагун, но и прилегающих открытых прибрежных вод (Кафанов и др., 2003). Комплекс природных условий заливов весьма благоприятен для воспроизводства и нагула промысловых видов (Иванков и др., 1999).

Изучение фаун эстуарно-лагунных зон имеет важное теоретическое значение. В этих зонах идет процесс адаптации пресноводной и морской фауны к водам с промежуточной соленостью, т.е. освоение новых экологических ниш.

Максимальное количество лагун в северной части Тихого океана находится на северо-восточном побережье о. Сахалин (Токарчук и др., 2002), из которых самой крупной и фаунистически богатой является лагуна Пильтун.

До недавнего времени литературные данные по ихтиофауне заливов были скудны и представлены, в основном, сведениями о видовом составе (Таранец, 1937; Табунков и др., 1988), либо посвящены распространению и биологии отдельных видов (Матюшин, 1982; Гриценко, Чуриков, 1976; Гриценко, Костюнин, 1979). В последние годы интерес к проблеме заметно вырос. Так, например, широко освещена биология проходных рыб Сахалина в работе Гриценко (2002). Сравнительно неплохо изучена ихтиофауна рек региона (Никифоров и др., 1997). Также появились работы, посвященные ихтиофауне лагун в целом (Сафронов и др., 2005; Гудков и др., 2004; Гудков, Заварзина, 2006).

Однако до сих пор еще недостаточно изучен видовой состав, экология отдельных видов и особенности функционирования ихтиофауны лагун. Практически отсутствуют данные о генезисе ихтиофауны лагун и времени становления ее элементов.

Для оптимизации дальнейших исследований этих биотопов и их мониторинга крайне необходим анализ и обобщение всех имеющихся данных; выявление основных закономерностей структуры, динамики и происхождения ихтиофауны лагун.

**Цели и задачи исследования.** Целью работы являлось изучение состава, экологии и особенностей формирования ихтиофауны лагун северо-восточного побережья Сахалина на примере залива Пильтун.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Определить видовой состав залива Пильтун и выделить экологические группировки рыб по отношению к различным факторам внешней среды.
2. Дать количественную характеристику ихтиофауны залива Пильтун, выделить массовые виды и районы наивысшей концентрации ихтиомассы.
3. Охарактеризовать питание массовых видов рыб залива Пильтун
4. Описать пространственную структуру ихтиофауны залива, выделив наиболее характерные типы распределения видов. Определить основные факторы, влияющие на распределение различных видов рыб залива Пильтун.
5. На основании данных по палеонтологии, экологии, а также геологической и климатической истории Земли, установить центры происхождения и время формирования ихтиофауны залива Пильтун.

**Научная новизна.** На основе собранных нами данных расширен и уточнен список видов рыб залива Пильтун, насчитывающий в настоящее время 60 видов и подвидов рыб, принадлежащих к 42 родам и 23 семействам.

Впервые приведены данные по питанию в заливе Пильтун массовых видов рыб: *Salvelinus leucomaenis*, *Tribolodon hakonensis*, *Eleginus gracilis*, *Megalocottus platycephalus*, *Platichthys stellatus* и *Liopsetta pinnifasciata*.

Впервые на массовом материале приведены количественные данные по ихтиофауне залива Пильтун. Определен состав массовых видов.

Впервые получены данные по распределению массовых видов рыб залива Пильтун.

Впервые проведен анализ формирования ихтиофауны лагун северо-восточного Сахалина, который показал, что ее элементы имеют разное время и

центры происхождения.

**Практическая ценность.** Полученные нами данные могут быть использованы для мониторинга экологической обстановки на побережье северо-восточного Сахалина, являющемся важным рыбохозяйственным районом.

Данные о центрах происхождения и времени формирования ихтиофауны лагун можно использовать в курсах лекций для студентов биологических специальностей.

**Апробация.** Материалы диссертации докладывались на конференциях ИБМ ДВО РАН (2001, 2002, 2004, 2008), а также на Международной Конференции «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем» (Мурманск, 2001) и на объединенном семинаре Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН (2006).

**Публикации.** По теме работы опубликовано 6 работ.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов и списка литературы, включающего 252 наименования, в том числе 51 на иностранных языках. Объем работы - 129 страниц. Диссертация содержит 29 рисунков и 29 таблиц.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю д.б.н. Долганову В.Н., а также д.б.н. Соболевскому Е.И. и сотрудникам ТИНРО-центра Мишановой О.А., к.б.н. Панченко В.В. и к.б.н. Антоненко Д.В. за помощь в сборе материала, сотрудникам ИБМ Соколовской Т.Г. и к.б.н. Соколовскому А.С, к.б.н. Харину В.Е., к.б.н. Паренскому В.А., к.б.н. Баланову А.А. и д.б.н. Суханову В.В. за помощь в работе и ценные замечания.

## **Глава 1. Краткая физико-географическая характеристика района исследований**

По литературным данным описаны географические и гидрологические особенности залива Пильтун. Приведены данные по географическому положению залива (рис.1.), климату, температурному и солевому режиму вод, газовому режиму и гидрохимическим характеристикам.

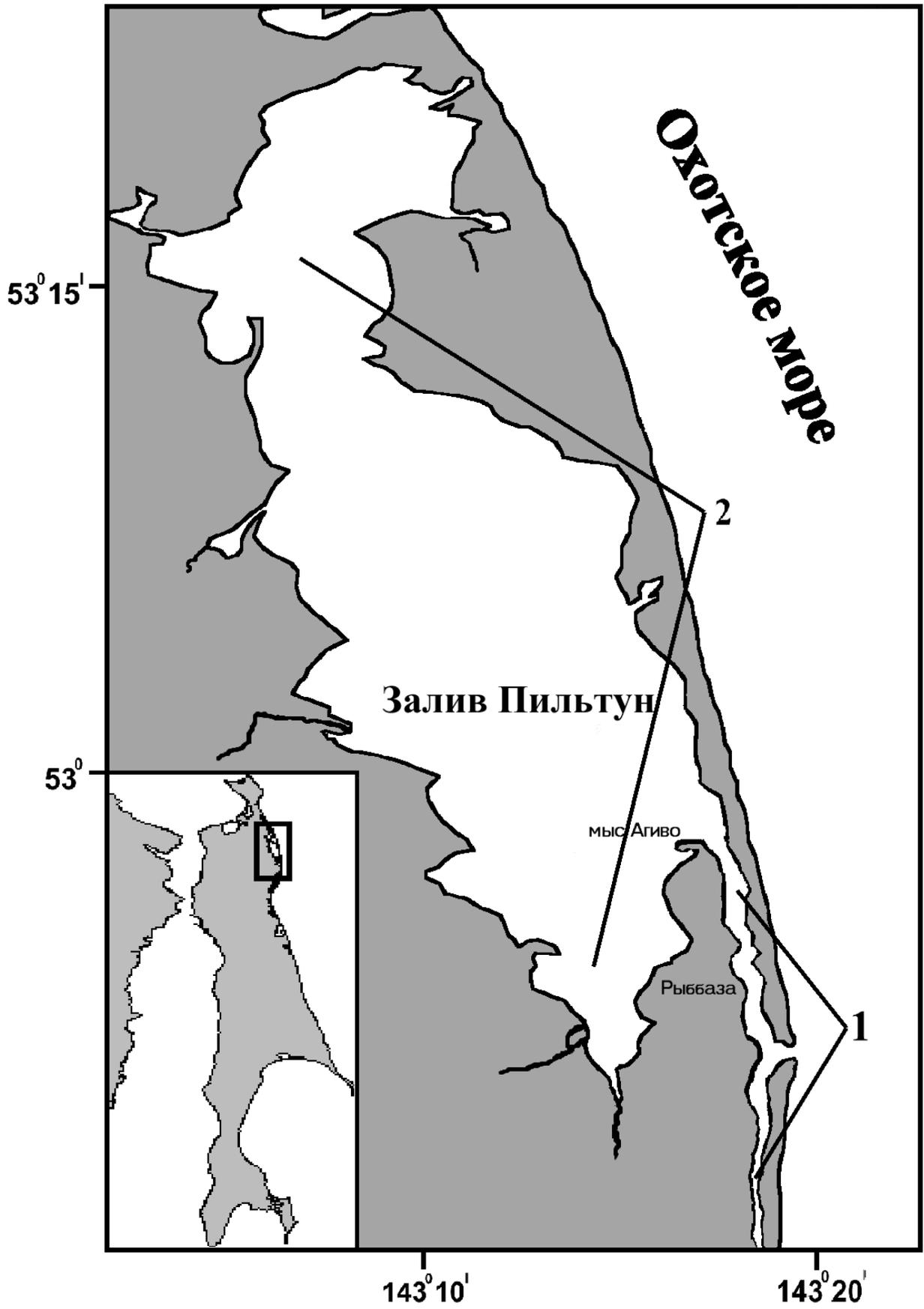


Рис. 1. Карта-схема залива Пильтун (1 – протока; 2 – лагуна)

Охарактеризованы приливо-отливные явления, причем особое внимание уделено вертикальной стратификации вод, как одному из основных факторов, влияющих на распределение и обилие фаун эстуариев. Освещены наиболее важные для понимания основных закономерностей функционирования экосистемы залива вопросы истории формирования лагун Сахалина.

Показано, что ихтиофауна залива Пильтун существует в нестабильных гидрологических условиях. Причем, помимо краткопериодной динамики (приливные явления), большое влияние на ихтиофауну залива оказывают высокая амплитуда сезонного хода изменений температуры и солености, а также многолетняя динамика гидрологических параметров вод залива, связанная с процессами перестройки берега и изменениями уровня моря.

## Глава 2. Материал и методика.

В основу работы положены материалы ихтиологических исследований залива Пильтун, проведенных в 1999-2000 гг. Работы проводились в период с июня по октябрь сотрудниками лаборатории ихтиологии ИБМ ДВО РАН.

В качестве основных орудий лова были использованы закидной невод, мальковый невод и ставные сети (табл.1). Сбор дополнительного материала производился при помощи ихтиопланктонной сети, сачков различных конструкций, визуальных наблюдений и опроса местных жителей.

Таблица 1

Количество ловов, выполненных в заливе Пильтун в период исследований.

Орудие лова	Количество ловов	
	1999	2000
закидной невод	54	6
мальковый невод	49	4
ставные сети	30	62
ихтиопланктонные ловы	14	30
гидрологические измерения	147	102

Закидной невод длиной 30 м и размерами ячеи от 40 мм на крыльях до 10 мм в кутце заводили на концах длиной 50 м. Основная часть тралений закидным неводом (в том числе 3 суточные станции) выполнена в протоке. Всего выполнено 60 ловов. (табл. 1). Диапазон облавливаемых при помощи закидного невода глубин составлял 0-6 м.

Мальковый невод длиной 10 м и размерами ячеи от 20 до 10 мм применялся для ихтиологической съемки залива. Была выполнена полномасштабная съемка в июле-августе 1999 г, а в дальнейшем необходимые станции дублировались с промежутком в 8-12 дней. Выполнено 53 лова (табл. 1). Основная часть ловов выполнена на мелководьях с глубиной 0,5-1 м.

Длина ставных сетей составляла от 20 до 60 м, размер ячеи – от 35 до 80 мм. Сетепостановки выполнялись на всей акватории залива Пильтун от моря до устьев рек. Всего выполнено 92 сетепостановки. Ихтиопланктонная сеть, использовавшаяся нами в заливе Пильтун, имеет следующие параметры: ячея 1 мм, площадь входного отверстия 0,6 м<sup>2</sup>, длина сетного мешка 1,8 м. Всего выполнено 44 лова.

Материал по питанию массовых видов рыб залива Пильтун собраны в августе-сентябре 1999 г. и в период с июня по сентябрь 2000 г. Всего обработано 3048 желудков (табл. 2).

Таблица 2

Материалы по питанию массовых рыб залива Пильтун

Вид	Количество желудков	
	1999	2000
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	40	43
<i>Salvelinus leucomaenis</i>	255	145
<i>Salvelinus malma</i>	0	156
<i>Tribolodon hakonensis</i>	292	214
<i>Eleginus gracilis</i>	379	125
<i>Megalocottus platycephalus</i>	232	251
<i>Mvoxcephalus stelleri</i>	67	19
<i>Platichthys stellatus</i>	375	123
<i>Pleuronectes pinnifasciata</i>	69	234
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	29	0
всего	1738	1310

При каждом лове определяли температуру поверхности воды и соленость при помощи ручного термометра и ручного рефрактометра. Точное местоположение места лова определялось с помощью персонального навигатора JPS-12.

Названия семейств в работе даны в соответствии с системой Эшмайера (Eschmeyer, 1998). Русские названия рыб даны в соответствии с последними работами (Аннотированный каталог ..., 1998; Богуцкая, Насека, 2004).

### Глава 3. Видовой состав ихтиофауны залива Пильтун

Ихтиофауна залива Пильтун в настоящее время насчитывает 60 видов рыб, принадлежащих к 42 родам и 23 семействам (Таранец, 1937; Гриценко, Костюнин, 1979; Сафронов, Никифоров, 1995; Земнухов и др., 2001; Сафронов и др., 2005).

Наибольшим количеством видов представлены семейства Salmonidae (8 видов) и Pleuronectidae (7).

Обнаружен новый для этого района вид – липарис Кузнецова *Liparis kusnetzovi* Taranetz, 1935. Ранее этот вид был известен из северной части Японского моря (Таранец, 1935; Колпаков, 2003). Было произведено также уточнение списка видов рыб. Установлено, что имеющиеся в литературе указания на массовое присутствие в заливе Пильтун мелкочешуйной краснопёрки *Tribolodon brandtii* и полярной камбалы *Pleuronectes glacialis* (Табунков и др., 1988), ошибочны (Земнухов и др., 2001).

В составе ихтиофауны залива Пильтун выделено 6 групп видов по отношению к солености: морские стеногалинные, морские эвригалинные, разноводные, транзитные (проходные), пресноводные эвригалинные и пресноводные стеногалинные виды (табл. 3).

Наибольшим количеством видов представлена группа морских эвригалинных рыб (18 видов).

По отношению к температуре в ихтиофауне залива выделены три группы

видов: 1) холодноводные стенотермные – виды, на любых стадиях жизненного цикла избегающие вод с температурой 15 °С и выше; 2) холодноводные – молодь этих видов может встречаться в воде, прогретой до 20-25 °С, но половозрелые особи за редкими и немногочисленными исключениями избегают вод с температурой 17 °С и выше; 3) эвритермные – к ним мы отнесли виды, способные существовать при температуре от 1-2 до 25 °С.

Таблица 3.

## Группы видов рыб залива Пильтун по отношению к солености

Группы видов	Количество видов в группе
Морские стеногалинные виды	11
Морские эвригалинные виды	18
Разноводные виды	10
Пресноводные эвригалинные виды	6
Пресноводные стеногалинные виды	9
Транзитные (проходные) виды	6

Подавляющее большинство (36) видов залива являются эвритермными рыбами, имеющими широкий диапазон оптимума по отношению к температуре (табл. 4). Группу холодноводных рыб составляют 18 видов и 6 видов – являются холодноводными стенотермными.

Таблица 4

## Экологические группы видов рыб залива Пильтун по отношению к температуре

Экологические группы	Количество видов
Холодноводные стенотермные виды	6
Холодноводные виды	18
Эвритермные виды	36

Большая часть рыб залива питается преимущественно бентосом (26 видов). К хищным видам рыб (в рационе которых рыбная пища преобладает) относится 11 видов. Питаются во взрослом состоянии преимущественно зоопланктоном – 11 видов (табл. 5).

В ихтиофауне залива Пильтун постоянные обитатели составляют всего 10% видового состава. 38% видов являются нагульными мигрантами, 18% - нагульно-нерестовыми, 13% - нагульно-транзитными. Достаточно велика доля случайных

видов, достигающая 17% (табл. 6).

Таблица 5

Группы видов рыб залива Пильтун по типу питания

Группы видов по типу питания	Количество видов
Всеядные	6
Хищные	11
Бентофаги	26
Планктофаги	11
Детритофаги	2
Паразиты	1

Таблица 6

Экологические группы видов рыб залива Пильтун по типу миграционной активности.

Экологические группы видов	Количество видов
Постоянные обитатели	6
Нагульные мигранты	23
Нагульно-нерестовые мигранты	11
Нагульно транзитные мигранты	8
Случайные виды	10

Анализ данных по экологии нереста рыб залива Пильтун показал, что наиболее распространенным среди них типом нереста является откладывание клейкой икры на твердый субстрат. Большинство видов нерестится в весенне-летний период.

По главным особенностям жизненного цикла (таким, как нерест, нагул и зимовка) мы выделили в составе ихтиофауны залива 5 групп видов:

**морские** – виды, встречающиеся только в наиболее соленых водах эстуариев (сюда включены как виды, постоянно встречающиеся в клине морских вод, так и случайные для залива морские виды);

**эстуарно-морские** – эвригалинные и эвритермные виды, достигающие в эстуарии максимальной плотности, нерест и зимовка которых происходит в водах с морской соленостью;

**эстуарно-пресноводные** – полупроходные эвригалинные и эвритермные виды, достигающие в эстуарии максимальной плотности, либо нагуливающиеся в солоноватых водах, с пресноводным типом нереста;

**пресноводные** – виды, встречающиеся в эстуариях только в наиболее распресненных водах;

**проходные (анадромные)** - виды, нерест и зимовка которых проходит в пресных водах, а нагул – в морских.

Согласно приведенной классификации, наибольшим количеством видов (19) в ихтиофауне залива Пильтун представлена группа морских рыб (табл. 7).

Следующая группа – эстуарно-морские (9). Это виды, отлично приспособленные к обитанию в эстуарных зонах, с широким диапазоном толерантности к экстремальным условиям эстуариев дальневосточных морей: навага *Eleginus gracilis*, лобан *Mugil cephalus*, бельдюга *Zoarces elongatus*, безногий опистоцентр *Pholidapus dybowskii*, широколобка *Megalocottus platycephalus taeniopterus*, два вида лисичек - *Pallasina barbata* и *Brachyopsis segaliensis*, полосатая *Liopsetta pinnifasciata* и звездчатая *Platichthys stellatus* камбалы.

Группу эстуарно-пресноводных рыб образуют такие виды, как калуга *Huso dauricus*; все три вида дальневосточных красноперок - *Tribolodon brandtii*, *T. hakonensis* и *T. sachalinensis*; азиатская корюшка *Osmerus mordax dentex*, малоротые корюшки *Hypomesus nipponensis* и *H. olidus*; кунджа *Salvelinus leucomaenis*; сахалинский таймень *Parahucho perryi*; колюшки – трехиглая *Gasterosteus aculeatus*, малая девятииглая *Pungitius pungitius* и амурская *P. sinensis*. Все эти виды также обитают преимущественно в эстуариях и лагунах, либо имеют в них повышенную по сравнению с другими местообитаниями численность. К местным условиям жизни они адаптированы в разной степени, но их объединяет пресноводный нерест и нерест и нагул преимущественно в солоноватых водах.

Группу проходных (8 видов) составляют рыбы, нагул которых слабо связан с солоноватыми водами. Это сахалинский осетр *Acipenser medirostris*; представители рода *Oncorhynchus*, совершающие дальние морские миграции; тихоокеанская минога *Lethenteron camtschaticum* и не питающаяся в заливах мальма *S. malma krasheninnikovi*.

Экологическая классификация ихтиофауны залива Пильтун

Группа	Количество видов
морские	19
эстуарно-морские	9
эстуарно-пресноводные	12
пресноводные	12
проходные (анадромные)	8

Сходная классификация для животных, обитающих в эстуариях умеренных широт, была предложена ранее Хлебовичем (1986). Основное отличие между классификацией Хлебовича и нашей состоит в том, что мы не выделяем группу собственно эстуарных видов, разбивая ее на 2 – эстуарные морские и эстуарные пресноводные, что вполне оправдано экологией рыб дальневосточных морей России.

#### Глава 4. Количественная характеристика ихтиофауны залива

В уловах малькового невода преобладали: трёхиглая колюшка, малая девятииглая колюшка, малоротые корюшки рода *Hypomesus*, широколобка и звёздчатая камбала. Частота встречаемости этих видов составляла от 55 до 90 %. По численности преобладали трёхиглая колюшка и малоротые корюшки. Их средние уловы (экз./усилие) составили 68,3 и 60,7 соответственно. Также достаточно высокой была численность малой девятииглой колюшки – 20,3 экз./усилие.

В уловах закидного невода доминировала по численности малоротая корюшка (148,9 экз./усилие), далее в порядке убывания за ней следовали крупночешуйная красноперка (45), навага (38,3), звёздчатая камбала (32,4), полосатая камбала (17,3) и широколобка (12,6 экз./усилие). Средние уловы других видов составляют 10 экз./усилие и менее.

В уловах ставных сетей по частоте встречаемости преобладали: широколобка, крупночешуйная красноперка, кунджа, навага, дальневосточный керчак и полосатая камбала. По численности доминировала полосатая камбала, средний улов которой составлял 17,2 экз./усилие. У красноперки и наваги эти показатели были немного ниже, но тоже достаточно высоки (13 и 14 экз./усилие соответственно). По биомассе преобладал дальневосточный керчак при среднем улове 9,1 кг.

Таким образом, список наиболее массовых видов залива Пильтун имеет следующий вид: - *Hypomesus olidus*, *Tribolodon hakonensis*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Salvelinus leucomaenis*, *Eleginus gracilis*, *Gasterosteus aculeatus*, *Pungitius pungitius*, *Zoarces elongatus*, *Megalocottus platycephalus*, *Myoxocephalus stelleri*, *Platichthys stellatus*, *Liopsetta pinnifasciata*.

Вышеперечисленные виды составляют основу ихтиофауны залива Пильтун, суммарный вылов их превышает 94% по численности и 93% по биомассе от общего вылова отцеживающими орудиями лова.

Местом наибольшей концентрации ихтиомассы в заливе Пильтун является протока, в то время, как в лагуне наблюдается значительное снижение уловов. Это вызвано спецификой условий лагуны, где глубины в основном не превышают 1,5 м и в летнее время воды прогреваются до 16-22 °С (Бровко, 1988; собственные данные). Помимо этого, проникновению морских видов в лагуну может препятствовать неустойчивый солевой и температурный режим вод, характерный для заливов северо-восточного побережья Сахалина (Таранец, 1937).

## **Глава 5. Краткая характеристика питания некоторых массовых видов рыб залива Пильтун**

При изучении питания массовых видов рыб залива Пильтун основное внимание уделялось видам, которым хотя бы отчасти свойственен хищный тип питания.

Анализ данных по питанию показал, что в протоке залива Пильтун кунджа является преимущественным хищником. Доля рыбной пищи в течение всего

периода исследований составляла 85% и более. В начале лета ракообразные еще имели некоторое значение в питании кунджи (17,7 %), но, начиная уже с июля, их доля снижалась и вплоть до сентября не составляла более 5%, что связано с абсолютным преобладанием рыбной пищи в этот период. Часть нагульной кунджи периодически выходит в море, используя песчанку в качестве дополнительной кормовой базы.

Дальневосточный керчак и широколобка являются бентоихтиофагами с преобладанием рыбной пищи. В течение всего периода исследований более 60% от массы содержимого желудков широколобки составляли рыбы, причем *H. olidus*, *G. aculeatus* и *Pungitius sp.* – примерно равные доли (от 10 до 20%). В пище дальневосточного керчака встречались практически все массовые виды рыб залива.

Звездчатая камбала и навага – преимущественно бентофаги с незначительным потреблением рыб. Изменение спектра питания при увеличении размеров у звездчатой камбалы, ранее неоднократно отмечавшееся как в отечественной, так и зарубежной литературе (Микулич, 1954; Чучукало и др., 1998; Orcutt 1950), приводит к смене и суточной ритмики этого вида. Так, если рыбы длиной менее 18 см с наибольшей интенсивностью питаются во второй половине дня, и пик питания приходится на 18 30; то пик интенсивности питания у взрослых особей наблюдается в период с 6 до 10 утра. Связано это с приливным циклом в период исследований. Взрослые особи встречались в уловах в основном ночью в прилив (самые крупные экземпляры длиной более 40 см встречались только ночью), тогда как в дневное время преобладала молодь. Для наваги характерен сходный тип суточной ритмики питания.

Полосатая камбала и крупночешуйная красноперка в заливе Пильтун питаются в основном беспозвоночными.

Суточные ритмы питания большинства исследованных видов имеют один пик интенсивности в сутки. В утренние часы наиболее интенсивно питаются взрослые особи звездчатой камбалы, в дневное время наблюдается пик питания красноперки, в вечерние часы – кунджи. Молодь звездчатой камбалы и дальневосточная широколобка наиболее активно питаются ночью.

В течение лета в питании кунджи, широколобки и звездчатой камбалы

происходит увеличение доли рыбной пищи, связанное с массовым появлением в заливе молоди сельди и колюшек сем. Gasterosteidae.

В питании красноперки в исследуемый период происходило увеличение потребления моллюсков и снижение – ракообразных, что может быть связано с сезонной динамикой бентосных сообществ залива Пильтун.

## **Глава 6. Распределение массовых видов рыб залива Пильтун**

Исследования показали, что в распределении массовых видов рыб залива Пильтун и прилегающих вод в летне-осенний период можно выделить 5 основных типов (Земнухов, 2002), в целом соответствующих 5-ти группам экологической классификации (см. гл.3).

1. - Пресноводные виды, многочисленные в приустьевых участках рек, впадающих в лагуну, но редкие в самой лагуне (амурский горчак *Rhodeus sericeus*, серебряный карась *Carassius auratus gibelio*, бычки рода *Gymnogobius* и др. Подавляющее большинство особей этих видов было обнаружено у приглубого заболоченного берега в устьевых и приустьевых участках рек.

2. – Эстуарно-пресноводные виды, распространенные повсеместно как в лагуне, так и в протоке, а также на прилегающих к ним участках рек и моря. Эти виды достигают в заливе наивысшей плотности обитания, проводят в нем большую часть жизненного цикла и среди всех прочих рыб с наибольшим основанием могут быть названы собственно эстуарными. Этот тип распределения характерен для колюшек семейства Gasterosteidae, малоротой корюшки, крупночешуйной красноперки и кунджи.

3. – Эстуарно-морские виды, адаптированные в той или иной степени к солоноватым водам залива (северная широколобка, звездчатая камбала, полосатая камбала, дальневосточный керчак и навага). Наибольшей плотности достигают в протоке.

4. – Морские виды. Встречаются только на границе протоки и моря

(дальневосточная мойва *Mallotus villosus catervarius*, тихоокеанская песчанка *Ammodytes hexapterus* и др.). На распределение этих видов наибольшее влияние оказывает, скорее всего, температурный режим вод залива и обилие пищи.

5. – Проходные (анадромные) рыбы (горбуша, мальма). Встречаются в заливе только в период миграций.

Особенности распределения массовых рыб залива Пильтун обусловлены характером питания и степенью эврибионтности каждого вида. В лагуне преобладают планктоноядные рыбы (колюшки, малоротая корюшка, молодь камбал), а в протоке – бентофаги и хищники (крупночешуйная красноперка, навага, северная широколобка, дальневосточный керчак и кунджа). В целом в летне-осенний период наблюдается тенденция тяготения крупных особей рыб (как морских, так и проходных) к холодным морским водам.

Основными факторами, определяющими наиболее характерные черты распределения массовых видов рыб в заливе Пильтун, являются распределение кормовых организмов, определяемое сложным термогалинным режимом и постепенным выносом поверхностных распресненных вод к морскому устью залива.

## **Глава 7. Формирование ихтиофауны залива Пильтун**

На формирование ихтиофауны лагун северо-восточного Сахалина огромное влияние оказывают существующие здесь природные условия. Огромный размах колебаний температуры и солености (как сезонный, так и суточный) приводит к тому, что виды, составляющие в лагунах большую часть ихтиомассы, в своем подавляющем большинстве эврибионтны. К тому же, собственно лагунных видов рыб в российских водах нет. Практически все массовые виды тяготеют к соленой воде, используя лагуны для нереста, нагула, либо в качестве выростного водоема для молоди. Даже те из них, которые с наибольшим основанием могут быть названы лагунными (такие, как дальневосточная широколобка и полосатая камбала) образуют наибольшие концентрации в районе морского устья протоки залива Пильтун (Земнухов, 2002). Причиной этому служит еще и то, что в зимнее

время распресненная мелководная часть залива промерзает до дна, отрезая поступление относительно теплых пресных вод, в результате чего на зимовку солоноватоводные рыбы вынуждены уходить либо в устья рек, либо в море. В других заливах северо-востока Сахалина, являющихся устьевыми участками достаточно крупных рек, поступление пресных вод зимой не прекращается, но сильное выхолаживание верхних участков шельфа приводит к тому же результату – большинство видов вынуждено уходить на зимовку либо за границу зимнего термоклина, либо в пресные, более теплые воды.

Современные лагуны северо-восточного Сахалина не могут рассматриваться в качестве центра происхождения обитающей в них фауны, так как они сформировались только в голоцене, после последнего оледенения, во время пика которого уровень моря был ниже современного на 90-130 м (Хопкинс, 1976; Монин, Шишков, 1979). Даже если признать преимущество лагун одной речной системы, сменяющих одна другую во время трансгрессий и регрессий плио-плейстоцена, то отсутствие эндемиков и широкое географическое распространение видов не свидетельствует об автохтонности их фауны. Кроме того, массовое образование лагун региона, скорее всего, было связано с обильными выносами палео-Амура, которые стали поступать только в плейстоцене (Nishimura, 1964; Линдберг, 1972), т.е. достаточно поздно для начала процесса формирования современной холодноводной фауны.

Начало формирования ихтиофауны лагун Сахалина, вероятнее всего, следует отнести к концу эоцена-олигоцену, когда в условиях резкого и значительного похолодания климата (Лисицын и др., 1980; Кафанов, 1982) стали формироваться представители современных холодноводных семейств северного полушария. Происхождение крупных таксонов родового уровня датируется, в основном, миоценом, а видов – плио-плейстоценом (Данильченко, 1964; Ископаемые костистые рыбы СССР, 1980; Черешнев, 1996; Назаркин, 2000).

Видовой состав фауны типично пресноводных видов рыб (*Carassius auratus gibelio*, *Rhodeus sericeus*, *Phoxinus phoxinus*, *Cobitis lutheri*, *Misgurnus buphoensis*, *Barbatula toni*, *Gymnogobius urotaenia*, *G. macrognathos*) и рыб пресноводного генезиса (*T. brandtii* и *T. hakonensis*) лагун северо-восточного Сахалина указывает

на их тесную генетическую связь с фауной Амура (Берг, 1962; Линдберг, 1972; Черешнев, 1998). Реки восточного Сахалина заселялись амурской фауной в плейстоцене, когда они входили в речную систему палео-Амура (Линдберг, 1972).

Вторично пресноводные рыбы (6 видов) сформировались от проходных форм в плиоцене в Северной Пацифике (*Lethenteron reissneri*), в первой половине плейстоцена в условиях изолированного Японского моря (*Huso dauricus*, *Coregonus ussuriensis*, *Pungitius sinensis*) и в пресноводных водоемах восточного побережья Японии и Сахалина (*Pungitius tymensis*, *Tribolodon sakhalinensis*).

Рыбы морского генезиса в зависимости от распространения, места и времени происхождения подразделяются на несколько групп.

Бореально-арктические рыбы восточноарктического происхождения насчитывают 9 видов. Из них *Clupea pallasii* и *Eleginus gracilis* имеют аркатлантический генезис и дивергировали в течение позднего миоцена-начала плиоцена. Рыбы тихоокеанского генезиса (*Lethenteron camtschaticum*, *Osmerus mordax*, *Hypomesus olidus*, *Mallotus villosus catervarius*, *Pungitius pungitius*, *Ammodytes hexapterus*, *Platichthys stellatus*) сформировались в холодных условиях восточной Арктики (при закрытом Беринговом проливе) в первой половине плиоцена от более тепловодных предковых форм, проникших в Арктику в конце миоцена.

Самой многочисленной группой рыб лагунного комплекса северо-восточного Сахалина являются широко распространенные высокобореальные виды арктического происхождения, южные популяции которых адаптировались к более теплым условиям (18 видов). Аркатлантический генезис из них имеет только треска *Gadus macrocephalus*, которая сформировалась в восточной Арктике (вместе с *E. gracilis* и *C. pallasii*) в конце миоцена-первой половине плиоцена. Остальные виды этой группы ведут начало от низкобореальных тихоокеанских предков, мигрировавших в Арктику во время Берингийской трансгрессии в среднем плиоцене (*Oncorhynchus gorbusha*, *O. keta*, *O. kisutch*, *O. nerka*, *Salvelinus leucomaenis*, *Hexagrammos octogrammus*, *H. stelleri*, *Myoxocephalus stelleri*, *Myoxocephalus jaok*, *Hemitripterus villosus*, *Pallasina barbata*, *Rhodymenichthys dolichogaster*, *Opisthocentrus ocellatus*, *Pleuronectes quadrituberculatus*, *Limanda*

*aspera*, *L. proboscidea*, *L. sachalinensis*).

Часть видов высокобореальной фауны в середине плейстоцена проникла в Японское море, мелководные проливы которого вторую половину четвертичного периода большей частью были закрыты (Nishimura, 1964). В условиях чередования полной или частичной изоляции во второй половине плейстоцена в Японском море образовалось 10 видов и подвидов: *Hypomesus nipponensis*, *Salvelinus malma krashennikovii*, *Megalocottus platycephalus taeniopterus*, *Cottus amblystomopsis*, *Brachyopsis segaliensis*, *Liparis kusnetzovi*, *Zoarces elongatus*, *Pholidapus dybowskii*, *Liopsetta pinnifasciata*, *Limanda punctatissima*.

Происхождение остальных видов связано с поздним кайнозоем северной части Тихого океана (*Acipenser medirostris*, *Sardinops melanostictus*, *Hypomesus japonicus*, *O. masou*, *Parahucho perryi*, южные популяции *Gasterosteus aculeatus*, *Mugil cephalus*).

Таким образом, наибольшее количество видов ихтиофауны лагун северо-восточного Сахалина в разное время произошли в арктическом бассейне (28 видов). Вторая по численности группа (15 видов и подвидов) образовалась от высокобореальных видов арктического происхождения в условиях чередования полной или частичной изоляции во второй половине плейстоцена в Японском море.

В формировании ихтиофауны лагун северо-востока Сахалина основополагающую роль сыграли следующие факторы:

1. Многократно возникавшая и исчезающая связь между фауной Арктики и Пацифики через Берингов пролив.
2. Многократная смена климата на протяжении плиоцена-плейстоцена.
3. Чередования полной и частичной изоляции Японского моря во второй половине четвертичного периода.

## Выводы

1. В заливе Пильтун насчитывается 60 видов и подвидов рыб, относящихся к 42 родам и 23 семействам.

2. К массовым видам залива относятся: - трёхиглая колюшка, малоротая корюшка, крупночешуйная красноперка, дальневосточная навага, девятииглая колюшка, бельдюга, широколобка, звёздчатая и полосатая камбалы, кунджа, дальневосточный керчак и горбуша, составляющие более 90% общей биомассы и численности.
3. Тепловодные виды в ихтиофауне залива Пильтун отсутствуют. Большая часть ихтиофауны (60%) представлена эвритермными рыбами, способными существовать при температуре от 1-2 до 25 °С.
4. По отношению к солености преобладают морские эвригалинные виды, составляя 30% от видового состава. Морские стеногалинные виды составляют 18%, разноводные – 17%, пресноводные эвригалинные – 10%, пресноводные стеногалинные – 15% и проходные – 10%.
5. Постоянные обитатели составляют всего 10% ихтиофауны. 38% видов являются нагульными мигрантами, 18% - нагульно-нерестовыми, 13% - нагульно-транзитными. Доля случайных видов достигает 17%, видов с неизвестным типом миграций - 3%.
6. Большая часть рыб залива питается преимущественно бентосом (43%). По 18% составляют планктофаги и хищники, 10% - всеядные, 3% - детритофаги и 2% - паразиты. Питание 5% видов не исследовано.
7. На основании особенностей жизненного цикла (нерест, нагул, тип зимовки, тип распределения) – в заливе Пильтун выделено 5 экологических групп рыб: 1) морские (32% видов); 2) эстуарно-морские (15%); 3) эстуарно-пресноводные (20%); 4) пресноводные (20%); 5) проходные (анадромные) (13%).
8. Основными факторами, влияющими на распределение массовых видов рыб в заливе Пильтун, являются обилие и доступность кормовых организмов, определяемые сложным термогалинным режимом. Непосредственно в лагуне преобладают планктоноядные рыбы (колюшки, малоротые корюшки), а в протоке – бентофаги и хищники (крупночешуйная красноперка, навага, северная широколобка, дальневосточный керчак и кунджа).
9. Ихтиофауна, заселившая в голоцене лагуны северо-восточного Сахалина,

имеет разные центры происхождения, время и условия формирования. Ее составляют: – вселенцы из бассейна Амура (17%); вторичнопресноводные рыбы, которые сформировались в плейстоцене от проходных форм в Японском море и в пресноводных водоемах восточного побережья Японии и Сахалина (10%); бореально-арктические рыбы восточноарктического происхождения, сформировавшиеся в позднем миоцене-начале плиоцена (15%); высокобореальные виды арктического происхождения, которые дивергировали в восточной Арктике во второй половине плиоцена (30%); виды, образовавшиеся во второй половине плейстоцена в Японском море (17%); а также адаптированные к более холодным водам низкобореальные виды северотихоокеанского происхождения (12%).

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

1. Земнухов В.В., Соболевский Е.И., Панченко В.В., Антоненко Д.В. Список видов рыб залива Пильтун (северо-восточный Сахалин) // Вопр. ихтиол. 2001. Т. 41. № 3. С. 420-421.
2. Земнухов В.В. Ихтиофауна залива Пильтун // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем, Мурманск, 25-28 апр. 2001 г.: Тез. докл. Междунар. конф. - Апатиты: КНЦ РАН. 2001. С. 92.
3. Земнухов В.В., Соболевский Е.И., Панченко В.В., Антоненко Д.В. Количественное соотношение и некоторые особенности распределения рыб залива Пильтун // Вопр. рыболовства. 2002. Т. 3. № 19. С. 26-35.
4. Земнухов В.В. Особенности распределения массовых видов рыб залива Пильтун (северо-восточное побережье Сахалина) в летне-осенний период // Вопр. ихтиол. 2002. Т. 42. № 3. С. 330-335.
5. Панченко В.В., Земнухов В.В. Сравнительная характеристика возраста и роста дальневосточного керчака *Muchocephalus stelleri* (Cottidae) в

заливе Петра Великого (Японское море) и в заливе Пильтун (Охотское море) // Вопр. рыболовства. 2004. Т. 5. № 2 (18). С. 206-213.

6. Долганов В.Н., Земнухов В.В. Формирование ихтиофауны лагун северо-восточного Сахалина // Известия ТИНРО-центра. 2007. Т. 151. с. 389-393