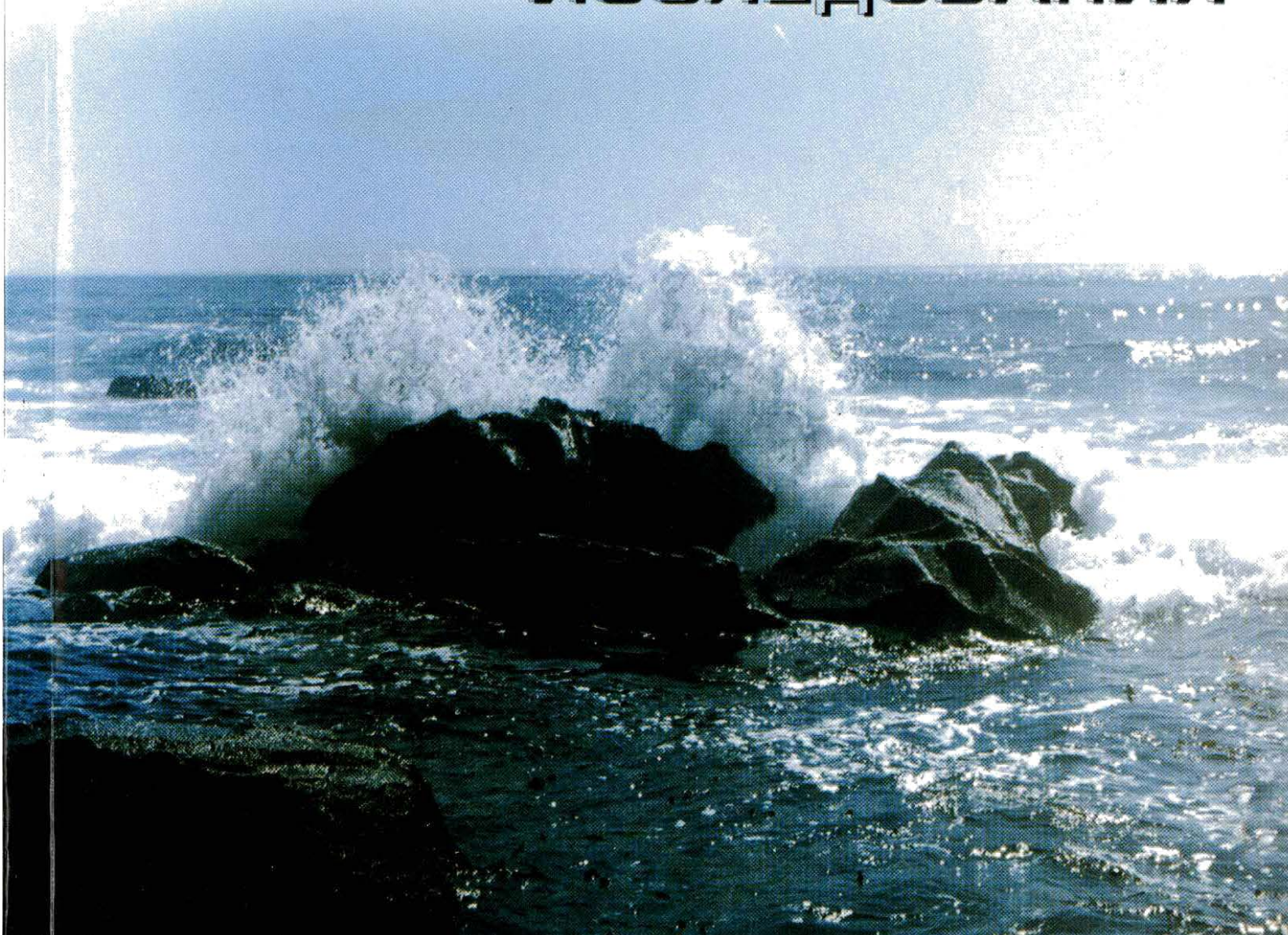




# ПРИБРЕЖНЫЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
ВНИРО

ПРИБРЕЖНЫЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

**Сборник научных трудов**

Москва 1999

Прибрежные гидробиологические исследования. Сборник научных трудов. - М., 1999 - 246 с.

В сборнике содержатся материалы научно-исследовательских работ по изучению прибрежных гидробиологических ресурсов морей России, полученные в течение ряда последних лет сотрудниками лаборатории прибрежных исследований ВНИРО, а также специалистами СахНИРО, МГУ, ИППЭ РАН.

Представлены материалы по видовому составу, структуре популяций, состоянию запасов ряда видов гидробионтов. Рассмотрены некоторые методические аспекты проведения гидробиологических исследований в условиях прибрежной зоны.

Для специалистов в области гидробиологии, рыбохозяйственных организаций.

Составитель М.В. Переладов

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>1. Переладов М.В.</b> Общая концепция изучения гидробиологических ресурсов прибрежной зоны	3
<b>2. Вилкова О.Ю.</b> Использование дистанционных методов при геоморфологическом и ландшафтном изучении побережья дальневосточных морей	21
<b>3. Кодолова О.П., Жуковская Е.А., Правдухина О.Ю.</b> Применение методов биохимико-генетического анализа для изучения популяционной структуры морских гидробионтов	30
<b>4. Блинова Е.И., Сабурин М.Ю.</b> Сезонная и многолетняя динамика и скорость восстановления климаксовых фитоценозов цистозеры Черного моря	46
<b>5. Блинова Е.И., Сабурин М.Ю., Штрик В.А.</b> Макрофитобентос прибрежных вод Юго-Западного Сахалина и острова Монерон	60
<b>6. Балконская Л.А., Шпакова Т.А.</b> Смена растительных сообществ у Юго-Западного Сахалина (г. Невельск – п. Садовники)	71
<b>7. Переладов М.В., Буяновский А.И., Милютин Д.М., Огурцов А.Ю., Мельников А.А.</b> Некоторые аспекты распределения и биологии камчатского и волосатого крабов в прибрежной зоне Юго-Западного Сахалина	75
<b>8. Буяновский А.И., Сергиева З.М., Милютин Д.М., Садыхова И.А., Тальберг Н.Б., Зубаревич В.Л.</b> Распределение и биология гребенчатой креветки в Татарском проливе в 1996–97 гг.	109
<b>9. Буяновский А.И., Вагин А.В., Полонский В.Е., Сидоров Л.К.</b> О некоторых особенностях экологии камчатского и синего крабов в районе Северо-Западной Камчатки	126
<b>10. Милютин Д.М., Буяновский А.И., Сидоров Л.К.</b> Новое скопление камчатского краба ( <i>Paralithodes camtschatica</i> ), обнаруженное в проливе Литке (Берингово море), его размерно-возрастная структура и некоторые аспекты биологии	143
<b>11. Переладов М.В.</b> Некоторые аспекты поведения волосатого краба в естественных условиях и в районе размещения орудий лова	155
<b>12. Сергеенко В.А.</b> Распределение и массовая структура поселений дальневосточного трепанга ( <i>Stichopus japonicus</i> ) в заливе Анива о. Сахалин	163

13. **Жуйков А.Ю., Манюров И.Р.**  
Оценка двигательной активности дальневосточного морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в судовых условиях 169
14. **Жуковская Е.А., Кодолова О.П., Правдухина О.Ю., Переладов М.В., Манюров И.Р.**  
Биохимико-генетические основы регулирования промысла морских ежей рода *Strongylocentrotus* 175
15. **Буяновский А.И.**  
К экологии морского гребешка в западной части Берингова моря 184
16. **Переладов М.В., Сабурин М.Ю., Лавров С.А., Вилкова О.Ю.**  
Структура, современное состояние и перспективы воспроизводства популяции галиотиса острова Монерон 191
17. **Солохина Е.В., Буяновский А.И., Шадрин Н.В.**  
Крупные океанические копеподы в прибрежной зоне острова Медный (Командорские о-ва): новая трофическая цепь 217
18. **Пушникова Г.М., Ившина Э.Р.**  
Состояние запасов и перспективы промысла сахалинских популяций сельди 223
19. **Сидоров Л.К., Буяновский А.И.**  
Распределение и размерная структура промысловых видов рыб в прибрежной зоне Северо-Восточной части Охотского моря 231

## Краткие сообщения

21. **Переладов М.В.**  
Полевая экспресс-методика определения возраста морских ежей 241
22. **Переладов М.В., Войдаков Е.В.**  
Некоторые данные об агрегациях колючего краба 243
23. **Ванюшин Г.П.**  
Основные возможности космической фотосъемки природных объектов с искусственных спутников Земли народнохозяйственного значения 245

# ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

Переладов М.В.

В последние годы в рыбной промышленности Российской Федерации (и на Дальнем Востоке, в частности) наблюдается структурный кризис, одним из аспектов которого является резкое снижение эффективности использования на промысле крупнотоннажного флота.

Сокращение доступных для открытого промысла районов Мирового Океана, снижение запасов массовых видов морепродуктов и резкое повышение себестоимости промысла делают нерентабельным использование флота на традиционных видах промысла, что приводит к массовому простоя судов и значительным социально-экономическим потерям.

В то же время существует практически неизученный и неиспользуемый сырьевой потенциал, освоение которого может существенно изменить сложившуюся ситуацию в рыбодобывающей отрасли Дальневосточного региона. Это гидробиологические ресурсы прибрежной зоны.

В настоящий момент в прибрежной зоне Дальневосточных морей добывается ограниченное количество объектов. Это мелководные виды промысловых крабов (волосатый и колючий), некоторые виды креветок, ряд моллюсков (мидии, гребешки, осьминог), прибрежные виды рыб и беспозвоночных и незначительное количество водорослей (ламинария, анфельция). Общее количество видов гидробионтов, добываемых в прибрежных водах России, не превышает 15 – 20 видов.

В то же время в сопредельных с Россией странах Дальневосточного бассейна (Япония, Корея, Китай) в прибрежных водах добывается до 150 видов разнообразных гидробионтов.

Это более 50 видов красных, бурых и зеленых водорослей, которые используются как для непосредственного потребления, так и в качестве сырья для пищевой и фармакологической промышленности; более 70 видов брюхоногих и двустворчатых моллюсков, значительное количество видов прибрежных рыб и такие объекты, как асцидии, иглокожие, губки и прочие беспозвоночные, которые в России никогда не только не добывались, но и не изучались.

Следует особо отметить, что примерно треть объектов прибрежной зоны в зарубежных странах Дальневосточного региона успешно выращивается как в интенсивной, так и в экстенсивной культуре, что позволяет этим странам год от года увеличивать производство и потребление рыбопродукции не нанося ущерба естественным природным запасам.

Практически все объекты, интенсивно эксплуатируемые в прибрежной зоне Дальневосточных стран, обитают на акватории морей России, равно как не вызывает сомнения, что моря России обладают собственным потенциалом холодноводных видов, которые можно успешно добывать как для внутреннего потребления, так и для нужд внешнего рынка.

Изучение ресурсов прибрежных акваторий России начато достаточно давно, однако эти работы проводились разрозненно, без единой схемы, учитывающей особенности протекания биологических процессов на данных акваториях.

Предлагаемая концепция изучения ресурсов прибрежной зоны подразумевает реализацию многолетней научно-исследовательской программы работ, направленной на изучение и освоение прибрежных гидробиологических ресурсов Дальневосточных морей России, и преследует следующие цели:

- составление кадастра видов гидробионтов, имеющих потенциальное хозяйственное значение;
- определения состояния популяций наиболее перспективных биологических объектов, обитающих в прибрежной зоне;
- разработка рекомендаций по организации промысла коммерчески значимых видов рыб, беспозвоночных и водорослей;

- прогнозирование изменения допустимых объемов вылова морепродуктов;
- оценка перспектив искусственного воспроизводства гидробионтов;
- развитие социальной и экономической инфраструктуры малотоннажного флота в прибрежных районах Дальневосточного региона;
- разработка и внедрение новых технологий переработки морепродуктов непосредственно в местах их добычи;
- насыщение местного рынка качественными рыбопродуктами;
- разработка наиболее рациональных схем реализации добываемой продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

## 1. Стратегия реализации программы

Существует ряд специфических факторов, определяющих формирование и развитие экосистемы прибрежной зоны.

Прежде всего эта та часть акватории моря, для которой все три основные компоненты морской экосистемы (литораль, бенталь и пелагиаль) слиты воедино и неразрывны с процессами, происходящими на прилегающих территориях.

Это принципиальное отличие работ по изучению прибрежной зоны от работ, проводимых на шельфе или в открытом море. На любой удаленной от берега акватории с глубинами, превышающими 100 м, непосредственная обратная связь между указанными компонентами выражена гораздо слабее.

Кроме этого при изучении биологических особенностей объектов, обитающих в прибрежной зоне, неминуемо приходится одновременно учитывать не только параметры вмещающей морской экосистемы, но и параметры наземных экосистем, определяющих поступление в прибрежную зону терригенного материала, биогенов, пресной воды и действие различных антропогенных факторов. Наиболее актуален такой подход при изучении проходных видов рыб и объектов, обитающих или нерестящихся на литорали и сублиторали.

Дополнительным фактором, усложняющим проведение изысканий в прибрежной зоне является тот факт, что практически ни один объект потенциального промысла не образует в этой зоне массовых скоплений, на освоение которых можно было бы ориентировать промысловиков. Неминуемо приходится ориентироваться на одновременную добычу целого ряда зачастую совершенно разных по значимости и по технологии переработки объектов. Кроме этого, возможность добычи ряда объектов (например водорослей, морского ежа, колючего краба и т.д.) строго сезонна и ориентироваться на моновидовую добычу нерентабельно из-за длительных простоев.

Следовательно, возникает потребность в универсальном флоте, способном в течение года оперативно переключаться с объекта на объект, а непосредственно на берегу – в предприятиях, способных осуществлять переработку, хранение и накопление в живом и переработанном виде самого разнообразного морского сырья.

Таким образом, при расчёте продукционно-экономических параметров экосистемы прибрежной зоны необходимо рассчитывать всю «цепочку», от прогноза добычи морепродуктов и анализа экосистемных факторов до расчета эффективности экономической инфраструктуры прибрежного социума.

## 2. Задачи программы

Перечисленные особенности прибрежной зоны требуют комплексного подхода к изучению и освоению ее биологических ресурсов, который должен включать в себя решение следующих задач:

2.1. Сбор, обработка, либо составление подробных батиметрических и геоморфологических карт прибрежной зоны.

2.2. Сбор и обработка существующей океанографической и метеорологической информации по прибрежным районам Дальневосточных морей России.

2.3. Проведение подробного ландшафтного картирования структуры биоценозов прибрежной зоны и составление Кадастра промысловых объектов, подлежащих дальнейшему изучению.

2.4. Определение состояния популяций промысловых объектов, обитающих в прибрежной зоне, либо объектов, критичные фазы жизненного цикла которых (нерест, линька, развитие молоди) проходят в прибрежной зоне.

2.5. Проведение комплексного изучения кормовой базы (биогенные элементы, планктон, бентос) промысловых объектов, обитающих в прибрежной зоне с целью определения потенциально возможного естественного увеличения их запасов.

2.6. Проведение геоморфологической, геоботанической и токсикологической экспертизы состояния наземных экосистем побережья с целью определения степени их влияния на прибрежные аквальные комплексы, интенсивности поступления терригенного материала и загрязняющих веществ в экосистему моря.

2.7. Комплексное обследование состояния экосистем нерестовых рек Дальнего Востока с целью определения их нерестового потенциала и эффективности развития систем искусственного воспроизводства проходных и оседлых эстуарных рыб.

2.8. Разработка рекомендаций по рациональному ведению промысла прибрежных видов гидробионтов с учетом закономерностей многолетних изменений состояния популяций, а также климатических и антропогенных трендов.

2.9. Разработка методов возможного искусственного воспроизводства запасов прибрежных видов гидробионтов методами донной мелиорации, а также интенсивной и экстенсивной марикультуры.

2.10. Оценка состояния существующей инфраструктуры добывающего рыболовецкого флота, способного оперировать в условиях прибрежной зоны.

2.11. Оценка состояния существующей инфраструктуры рыбопромышленных предприятий с точки зрения их способности перерабатывать нетрадиционные объекты промысла как для нужд внутреннего, так и внешнего рынка.

2.12. Разработка рекомендаций по организации сети специализированных предприятий, ориентированных на использование малотоннажного добывающего флота и переработку добываемой в прибрежной зоне продукции в местных условиях.

2.13. Разработка оптимальных экономических схем переработки и реализации добываемого сырья.

2.14. Создание на территории Дальнего Востока системы станций экологического мониторинга за протеканием продукционных процессов в прибрежной зоне и изменением промысловой ситуации.

2.15. Сбор коллекций и формирование банков данных по промысловым объектам прибрежной зоны Дальнего Востока.

2.16. Разработка элементов унифицированной компьютерной Геоинформационной Системы (ГИС) управления прибрежными гидробиологическими ресурсами Дальнего Востока.

### **3. Исходные данные для реализации программы**

Исходными данными для проведения исследований являются материалы, собранные ВНИРО, ТИНРО, СахНИРО, КамчатНИРО и других научно-исследовательских институтов, работающих на акватории Дальневосточных морей, международные базы океанологических данных по районам северной Пацифики, а также данные, имеющиеся в организациях системы Госкомгидромета и топографо-геодезических предприятиях.

Отталкиваясь от списка поставленных перед Программой задач и проведенного анализа имеющейся информации, можно сделать ряд заключений о степени изученности ресурсов прибрежной зоны Дальневосточных морей.

#### **3.1. Картография**

При изучении прибрежных ресурсов и определении их запасов используются карты различной степени генерализации, адекватно поставленным перед исследователями задачам.

На первом этапе исследований, связанным с определением принципиальных ресурсных возможностей изучаемой акватории, достаточно общегеографических и штурманских карт, позволяющих оценить зоогеографическую приуроченность того или иного участка моря и составить общее представление об объектах, ареал которых входит в данный регион. Такая первичная работа обычно выполняется на основании имеющихся литературных данных.

На следующем этапе, при проведении рекогносцировочных работ на местности, на первое место ставятся задачи, связанные с составлением «палитры биотопов», слагающих литораль, сублитораль и прибрежные мелководные участки моря до глубин порядка 100 м. В этой зоне рельеф дна, структура донных отложений и, соответственно, расположение

тех или иных биотопов, во многом определяются геоморфологическими структурами береговых участков, которые, как известно, достаточно хорошо трассируют подводные структуры моря. Необходимый на данном этапе работ картографический материал должен иметь разрешение в точке порядка первых метров, что доступно на топографических картах или космических фотоснимках масштаба 1:100 000.

На заключительном этапе работ, при составлении рабочих карт промысловых участков побережья и определении величины запасов того или иного объекта, используются карты масштаба 1:10 000 (обычно аэрофотоснимки), которые должны обязательно нести подробную геоморфологическую нагрузку, а также отражать расположение элементов социально-экономической инфраструктуры береговой зоны (последнее условие необходимо для определения степени доступности того или иного ресурса при организации таких береговых видов промысла как, к примеру, водолазный сбор морского ежа, добыча морской капусты на литорали, ставниковый лов лососей и т.д.)

Анализ имеющегося в наличии картографического материала по районам Дальнего Востока вынуждает, к сожалению, констатировать, что в настоящий момент карт прибрежной зоны данного региона, удовлетворяющих поставленным задачам практически не существует. Имеющиеся навигационные карты не несут практически никакой нагрузки по геоморфологической структуре дна и характере донных отложений. Батиметрия на этих картах также имеет низкое разрешение и повсеместно не соответствует действительности.

Как уже говорилось, предварительный комплекс работ по изучению прибрежных ресурсов некоторых районов Дальнего Востока (залив Петра Великого, Юго-Западный Сахалин) показал, что для получения репрезентативной оценки состояния запасов гидробионтов, обитающих на литорали и sublиторали, необходимо оперировать картами масштаба не более 1:10 000. При использовании более крупномасштабных карт ошибка прогноза возрастает в разы.

По ряду стратегически значимых районов карты такого масштаба существуют в системе военной гидрографии и в региональных управлениях морской геологии, но до настоящего момента они являются секретными. Предварительные переговоры с топографо-геодезическими службами регионов показали, что эти карты можно рассекретить, убрав из них ряд информации о наземных коммуникациях, однако даже в рассекреченном виде эти карты информативны только в плане батиметрии в диапазоне от 10 до 50 м. Более мелководные участки, на которых сосредоточены, к примеру, основные скопления водорослей и значительное количество других ценных объектов, на этих картах не прописаны. Значимой геоморфологической нагрузки они также не несут.

Дополнительным источником картографической информации может служить банк данных Российского Космического Агенства. Спутниковые и аэрофотоснимки прибрежных участков акватории морей позволяют получить значимую информацию о геоморфологическом строении дна до глубин порядка 15 – 25 м в зависимости от степени прозрачности воды. Эти данные подлежат дешифровке и позволяют получить значимую информацию об объектах размером порядка нескольких метров. В настоящий момент существуют космические и аэрофотоснимки высокого разрешения по примерно половине прибрежных районов Дальнего Востока.

### *3.2. Океанография и метеорология.*

Практически все доступные в настоящий момент океанографические данные по морям Дальнего Востока относятся либо к районам открытого моря, либо к районам шельфа с глубинами более 100 м. Непосредственно по прибрежной зоне специализированные океанографические рейсы по вполне очевидным техническим причинам не организовывались. Отдельные данные есть в архивах региональных рыбохозяйственных институтов, но они малодоступны из-за нестандартизированности ни по срокам проведения, ни по применяемым методикам, адаптированным в основной своей массе к сбору и обработке данных об океанографической обстановке в открытых районах моря. Между тем, прибрежная океанография по целому ряду параметров принципиально отличается от условно «открытоморской» и прежде всего по своей строгой приуроченности собственно к прибрежной зоне.

Существует множество определений «Прибрежной зоны», суть которых определяется той смысловой доминантой, которая заложена в тот или иной срез изучаемой проблемы. Если эта доминанта связана с ведением промысла, то под прибрежной зоной подразумевается акватория, достигаемая для «москитного» флота. Если доминируют проблемы

биологического разнообразия – то границы определяют по распространению тех или иных биотопов. С геополитической точки зрения прибрежная зона укладывается в рамки пограничных 12 миль. И так далее.

Точно так же можно определить границы прибрежной зоны с океанографической точки зрения. Это акватория, на которой доминирует прибрежная водная масса.

Данная тема достаточно хорошо описана в многочисленных теоретических и практических работах, однако, для лучшего понимания, считаем возможным ещё раз акцентировать внимание на некоторых базовых положениях теории.

По одной из транскрипций, существующей в современной литературе, под водной массой понимается «однородная по своим характеристикам масса воды, стабильная во времени и приуроченная в процессе своего формирования и существования к определённой точке пространства». Водные массы формируются в различных районах Мирового Океана и могут иметь размеры от нескольких до сотен и тысяч километров. Период существования водных масс также может варьировать от первых суток до геологически значимых отрезков времени.

Точно так же, как в открытом море, в пространстве прибрежной зоны формируется и существует во времени своя специфическая водная масса, характеристики которой определяются условиями этой акватории.

Прежде чем описывать специфику прибрежной водной массы и её роль в формировании биологической составляющей прибрежной экосистемы, необходимо определить компоненты и основные действующие факторы, определяющие океанографические границы прибрежья.

Слагающие компоненты:	геоморфология береговых склонов и структура донных отложений; сопредельные водные массы прилегающих открытых акваторий;
Действующие факторы:	ветер, волнение, осадки, температура воздуха, приливные явления, течения, речной сток.

Первый из упомянутых компонентов наиболее важен, так как именно создаваемая им трехмерная граница раздела сред (земля – вода и воздух – вода) определяет протяженность прибрежной водной массы в пространстве. Единственная незамкнутая жестко граница в этом пространстве – открытоморская сторона водной массы также достаточно четко определяется, исходя из общей волновой теории, и представляет собой вертикаль от дна до поверхности в точке с глубиной, равной максимальной глубине проникновения волнового перемешивания. Именно эта глубина определяет особые прибрежные условия формирования донных отложений и, соответственно, границы распространения биотопов собственно прибрежных гидробиологических объектов.

Глубина максимального проникновения волнового перемешивания определяется обычно как половина длины максимально возможной для данного региона волны (как штормовой, так и волн мёртвой зыби). Именно на этой глубине вертикальное колебание условной точки волны уменьшается в 33 раза по сравнению с её колебанием на поверхности и может считаться фоновым. Так как максимальная длина волны окраинных морей обычно не превышает 100 – 150 м, то, следовательно, внешней границей прибрежной водной массы можно считать изобаты 50 – 75 м.

Дополнительным фактором, который может скорректировать внешние границы прибрежной водной массы, является интерференция волн в местах с повышенной изрезанностью берега. Зоны волновой интерференции, образующиеся в таких местах, достаточно локальны и поддаются расчету, исходя из имеющихся синоптических данных (роза ветров, повторяемость штормов). Акцентирование внимания на зоны интерференции связано с тем, что в этих зонах стандартные схемы расчета глубины проникновения волнового перемешивания не работают. В то же время именно к этим зонам приурочены локальные, жестко привязанные к орографии берега участки акваторий с конвергентным или дивергентным типом перемещения взвешенного материала, что играет существенную роль в распределении различных групп планктона, в том числе и личиночного.

Другим, не менее важным компонентом, определяющим характеристики прибрежной водной массы, является геоморфологическая структура берега и дна и особенно тип слагающих пород и почв. Способность этих пород к выщелачиванию, карстованию и размыву определяет поступление в море мелкодисперсного материала вместе с осадками во время дождей, снеготаяния, паводков и т.д.

Величина сноса терригенного материала во многом определяется тем, насколько нарушен почвенный покров. Первичные почвенные покровы обычно связаны корневищами растительности (дерновинной) и практически не подвержены размыву (по крайней мере при фоновых осадках). Интенсивный размыв почвенного покрова происходит только при катастрофических нагрузках (ураганы, сели, залповые паводки, оползни, последствия землетрясений), а также при воздействии антропогенных факторов, разрушающих почвенный покров (строительство дорог, разработка полезных ископаемых, выпас скота, распашка земель под сельскохозяйственные нужды), что многократно увеличивает размыв почвы и, соответственно, вынос терригенного материала в море, где и происходит его распределение в зоне прибрежных гидродинамических неоднородностей, описанных выше, практически не выходя за их границы и перераспределяясь на акватории исключительно под действием ветра и волнения.

Для каждого участка побережья роза ветров и интенсивность волнения достаточно стабильны в многолетнем аспекте, следовательно, для каждого участка можно подсчитать потенциальный перенос (ветровой и волновой) любой условной точки в пространстве и, следовательно, определить границы разноса взвешенных частиц и масс пресной воды на акватории.

Далее, используя методы моделирования и зная скорость седиментации того или иного типа взвешенных частиц, можно определить границы распространения мутевых потоков в прибрежье и определить вероятностное поле их распределения.

Последняя характеристика наиболее важна с практической точки зрения, так как от наличия на растительных и минеральных поверхностях слоя наилка зависит выживаемость оседающих личинок беспозвоночных, а, следовательно, и реализация той или иной генерации промысловых объектов.

Одной из особенностей прибрежной водной массы, по сравнению с водами открытого моря, является значительно более высокий диапазон колебаний основных параметров.

Так, например, диапазон солености в прибрежье может колебаться в пределах до десятка промилле (как результат залпового выброса пресных вод во время дождей, паводков и снеготаяния), тогда как в открытом море этот параметр колеблется в пределах на порядок меньше.

Это же касается и температуры воды. Интенсивный прогрев воды на мелководье, особенно на обнажаемых во время отлива участках, может также вызывать колебания температуры на порядок большие, чем в открытом море, причем как в положительную сторону (в летние периоды), так и в отрицательную (зимой). Это же касается и колебаний мутности.

Нет нужды объяснять, что температура, соленость и мутность являются основными факторами, определяющими развитие биологических объектов прибрежья...

Существуют также и другие факторы и явления, позволяющие особо выделять океанографические условия в прибрежье. Это разнообразные локальные гидродинамические завихрения, диаметром от нескольких сот метров до первых миль, время существования которых может измеряться от первых часов до нескольких суток; приливно-отливные течения; придонные струйные течения, всевозможные сейшевые явления; прибрежные апвеллинги; локальные короткоживущие термо- и пикноклины, теплые промежуточные слои и т.д. и т.п.

Практически все эти явления существуют и в открытом море, но в условиях прибрежной зоны для них характерны быстрая динамика во времени и высокие градиенты в пространстве определяющих параметров. Вполне понятно, что при таких условиях для получения достоверной картины о состоянии океанографических условий в прибрежной зоне необходимо уделять существенно большее, чем в условиях открытого моря, внимание роли сезонных факторов, проводить более частые съёмки в разные времена года, а также вести многолетние наблюдения в зависимости от климатического типа года.

Кроме этого, трудность в оценке океанографических условий в прибрежной зоне моря заключается ещё и в том, что не было и нет специализированного малотоннажного флота, оснащенного необходимым оборудованием, который мог бы оперировать на участках акватории с малыми глубинами. Для стандартных научно-поисковых судов класса СРТМ, СТР или РС, наиболее часто используемых в проведении исследований, из-за чисто навигационных ограничений невозможно собрать информацию на точках, непосредственно приближенных к берегу. Таким образом, равно как и в ситуации с картографией, собственно прибрежная зона остается неизученной.

Определенную информацию могут дать имеющиеся в Госкомгидромете банки данных по динамике синоптических параметров в местах расположения реперных метеостанций.

Используя эти данные и данные о рельефе дна и структуре береговой линии искомого участка, можно в первом приближении смоделировать гидродинамику прибрежных акваторий. Как показывает практика работ на экспериментальных полигонах, для открытого побережья такое моделирование позволяет с вероятностью порядка 70% прогнозировать гидродинамическую ситуацию.

### *3.3. Ландшафтное картирование*

Одним из самых информативных и самых трудоёмких блоков программы является проведение ландшафтного картирования донных биоценозов. Исходных данных по этому блоку мало, а имеющиеся в наличии слабо поддаются анализу из-за их несистемности и методической несогласованности. В настоящий момент лишь по нескольким районам Дальнего Востока существуют репрезентативные данные о структуре донных прибрежных биоценозов.

Это прежде всего материалы ТИГ РАН по подводному ландшафтному картированию прибрежной зоны залива Петра Великого и некоторых других районов Дальнего Востока.

Имеются также материалы работ ИБМ РАН, охватывающие некоторые районы Курил и Южного Приморья. Значительный материал накоплен по структуре прибрежных биоценозов Камчатки и Командорских островов. Данные по распределению промысловых объектов на акватории Приморья есть в ТИНРО, ВНИРО, ИПЭЭ РАН, ЗИН РАН, МГУ и Институте Океанологии РАН.

Однако, следует отметить два фактора.

Во-первых, практически каждая группа использует в своей работе собственные методики и терминологию, а во-вторых, практически нет комплексных данных о структуре всей экосистемы прибрежных вод.

Анализ доступных данных по ландшафтному картированию показывает, что в настоящий момент лишь для порядка 10% акватории прибрежной зоны морей Дальнего Востока можно сделать заключения о ресурсном потенциале. По основной массе районов, особенно по районам Севера, данных недостаточно.

### *3.4. Кормовая база*

Ситуация с данными по кормовой базе аналогична ситуации с океанографическими данными. Есть значительные массивы информации по открытому морским районам, по районам шельфовых вод, т.е. по акваториям, традиционно используемым для промысла массовых видов рыб и беспозвоночных. По районам прибрежной зоны бентосные и планктонные съемки если и проводились, то их разрешение не позволяет судить о состоянии кормовой базы отдельных объектов, обитающих на сублиторали.

Кроме того, в узкой полосе прибрежных скал, где сосредоточены запасы морских ежей, водорослей и моллюсков, их кормовая база в принципе не может быть оценена при использовании стандартной техники пробоотбора (дночерпатели, драги).

Следует учитывать также, что информация о состоянии кормовой базы бентоса короткоживущая, а для планктона и распределения биогенных элементов без соответствующей поддержки со стороны океанографических исследований практически неинформативна, так как отражает ситуацию лишь в данной точке пространства и времени при данных метеоусловиях.

### *3.5. Состояние прибрежных геоботанических комплексов*

Известно, что существует устойчивая связь между состоянием растительного покрова, интенсивностью берегового стока и, опосредованно, переносом минеральных и органических компонентов почв (чем гуще и устойчивее растительный покров суши, тем равномернее дренаж дождевых вод и, следовательно, тем меньше поступление в гидросистему река-море терригенного материала).

Вполне понятно с этой точки зрения, что при разрушении растительного и почвенного покрова скорость эрозии почвы резко возрастает, что приводит к увеличению сброса в гидросистему продуктов размыва, вызывая заиление рек и эстуарных участков прибрежной зоны моря.

Этот блок вопросов применительно к вопросам промысловой гидробиологии никогда не поднимался и не решался, за исключением ряда токсикологических исследований, проведенных для побережья Приморья и нескольких районов Сахалина.

Между тем динамика поступления терригенного и антропогенного материала в прибрежную зону является одним из ведущих факторов сезонной и многолетней динамики распределения и численности прибрежных гидробионтов, определяя оседание и выживание личиночного материала.

Влияние этих факторов усиливается год от года в связи с интенсивным освоением природных ресурсов Дальнего Востока (добыча минерального сырья, лесоразработки, прокладка дорог), что приводит к разрушению геоботанических ассоциаций на побережье и интенсифицирует смыв в море мелкодисперсного материала, который может блокировать развитие водорослей, оседание и выживание молоди беспозвоночных и рыб. Особенно резкая деградация прибрежных геоботанических комплексов наблюдается в районах крупных населённых пунктов, где дополнительным фактором выступает загрязнение моря различными антропогенными поллютантами.

В некоторых районах Дальнего Востока этот процесс принимает в последние годы формы коренной перестройки прибрежных сообществ, направленный в сторону обеднения биоценозов и снижения общей продуктивности акваторий.

### *3.6. Нерестовые реки*

Непосредственно к блоку вопросов предыдущего раздела примыкает проблема оценки состояния нерестовых рек Дальнего Востока, в которых происходит воспроизводство одного из наиболее значимых объектов рыбного промысла – лососей.

Нерестовые реки испытывают повсеместный антропогенный пресс по тем же причинам, что указаны выше (лесоразработка, прокладка дорог, линий электропередач и трубопроводов, разработка полезных ископаемых, бытовое загрязнение).

Специализированных программ работ по анализу последствий этих процессов очень мало, а уровень их исполнения страдает прежде всего односторонним ведомственным подходом. Между тем достаточно трудно сделать достоверные выводы о состоянии нерестилищ без учета к примеру всей геоботанической и геоморфологической обстановки бассейна реки или хотя бы прилегающих к основному руслу участков.

Нет также данных о скорости восстановления прибрежных биогеоценозов нерестовых рек, что позволило бы рассчитать целесообразность воспроизводственных мероприятий на той или иной речке и на прилегающих к ней эстуарных участках прибрежной зоны моря.

### *3.7. Марикультура*

За последние два десятилетия исторически сложилось, что исследования в области марикультуры на Дальнем Востоке сосредоточены в основном в районах Южного Приморья и в очень ограниченном количестве на Сахалине и на Камчатке. Промышленные хозяйства по выращиванию водорослей и беспозвоночных созданы только в Приморье. Отдельным блоком можно рассматривать систему рыбоводных заводов по воспроизводству лососевых.

Если рассматривать марикультуру как любую форму управления естественным процессом воспроизводства морских гидробионтов, то к этой области надо отнести и эксперименты по созданию искусственных нерестилищ сельди, проведенные на Западном побережье Охотского моря и системы искусственных рифов на акватории залива Петра Великого.

Существуют также методики, разработанные в ДВПИ, которые позволяют оценить степень пригодности тех или иных акваторий для развития аквакультуры в условиях открытого моря.

Что касается биологического обоснования возможности промышленного выращивания различных гидробионтов в контролируемых условиях, то такие данные есть по очень ограниченному спектру видов: мидии, устрицы, гребешки, ламинария и на уровне экспериментальных данных – трепанг, клемы, ряд красных водорослей и моллюсков.

### *3.8. Флот и переработка*

В 40 – 50-е годы на Дальнем Востоке существовала развитая сеть маломерного и малотоннажного флота, которая была ориентирована на добычу прибрежных видов беспозвоночных и рыб для пищевых и технологических нужд. Этот флот базировался в неболь-

ших ковшах–убежищах, располагавшихся практически по всему побережью и обеспечивал занятость местного населения и снабжение прибрежных посёлков морепродуктами.

Затем началась переориентация рыбодобычи на объекты, требующие применения крупнотоннажного флота и к концу 60–х годов инфраструктура малотоннажного флота как таковая практически исчезла, а гидротехнические сооружения, её обеспечивавшие, пришли в упадок.

Следует отметить, что в сопредельных с Россией странах в эти же годы наиболее активно происходили процессы переоборудования именно маломерного и малотоннажного добывающего флота, что позволило существенно повысить эффективность прибрежного морского промысла и решить проблемы занятости местного населения.

Можно констатировать, что в настоящий момент Дальневосточный регион России практически не имеет системы, способной обеспечить прибрежное рыболовство. Лишь отдельные организации пытаются самостоятельно возродить эффективный промысел в прибрежной зоне, используя остатки старого флота, либо закупая в сопредельных странах специализированные суда соответствующего водоизмещения и промвооружения.

Наиболее остро стоит проблема стоянки малотоннажного флота. Восстановление старых или строительство новых портовых сооружений, штормовых убежищ и ремонтных баз однозначно не по силам ни одному отдельно взятому предприятию.

Определенная централизация усилий необходима и при воссоздании системы переработки, хранения и переработки добываемой продукции, что также недоступно с экономической точки зрения ни одному отдельному предприятию.

### *3.9. Экономика*

Современная экономическая ситуация в Дальневосточном регионе не стимулирует инвестирование денежных средств в развитие прибрежного рыболовства и марикультуры, либо в развитие переработки сырья. Коренными вопросами остаются, равно как и для других районов России, вопросы защиты собственности, инвестиций, проблемы землепользования и налоговая система.

Современные цены на морепродукцию на внутреннем рынке не могут обеспечить необходимую рентабельность промысла, что вызывает поток поставок сырья на рынки зарубежных стран.

Так как многие объекты, добываемые в прибрежной зоне в настоящий момент (волосатый и колючий крабы, морские ежи, водоросли, двустворчатые моллюски, трепанг и т. д.), не пользовались никогда особым спросом на российском рынке, то для этих объектов нет и соответствующих нормативов на хранение и переработку. Несоответствие качества поставляемой из России продукции международным стандартам приводит к резкому снижению цены на добываемое сырье и диктату зарубежных импортеров.

Немаловажная причина резкого колебания цен на некоторые объекты прибрежной зоны заключается в незнании структуры и емкости рынка сопредельных стран, которая зависит от национальных, региональных, многолетних и сезонных особенностей.

Именно отсутствие данных о стратегии Японии в отношении промысла морского ежа привело в 1995 г. к практически полному обвалу этого вида промысла после того как на Хоккайдо был снят многолетний запрет на промысел серого ежа в собственных водах, что привело к резкому снижению цен на рынке. Аналогичные примеры можно привести и по промыслу волосатого краба, цены на которого в Японии упали за последние годы в 3 раза за счет превышения емкости рынка, или по промыслу прибрежных видов морских окуней, цены на которых в зависимости от способа первичной технологической обработки, района Японии и сезона года колеблются в 3 – 4 раза.

### *3.10. Геоинформационные Системы*

Попытки создать единую информационную систему управления природными ресурсами предпринимаются в последние два десятилетия с периодичностью в 5 – 6 лет. Основная причина, не позволяющая создать реально работающую ГИС заключается в ограниченности возможности одновременной обработки необходимых массивов информации.

Однако, в последние годы, после появления современных компьютерных систем и необходимого программного обеспечения, реализация этой идеи становится возможной.

Предварительные эксперименты оперативного прогнозирования промысловой обстановки непосредственно в ходе лова позволяют получать сходимость прогноза с фактом на уровне 70 – 80% даже на простейших ГИС-пакетах.

В пользу ГИС-подхода к управлению ресурсами говорит и то, что за последние 5 – 6 лет практически все развитые страны мира реализовали в пределах своих территорий единые компьютерные информационные системы природных ресурсов, работающие на принципах прямой обратной связи со станциями экологического мониторинга и рыбопромышленными предприятиями на местах.

В России для реализации аналогичной системы есть все предпосылки в виде базового первичного материала и необходимого программного и компьютерного обеспечения.

### **3.11. Станции мониторинга**

К предыдущему блоку вопросов непосредственно относится и необходимость создания новых и переоснащения существующих станций круглогодичного наблюдения за состоянием морских ресурсов. Эти станции экологического мониторинга должны обеспечивать сбор и первичную обработку фонового биологического материала в районах, выделенных в качестве эталонных и реперных на всей территории Дальнего Востока.

Значимость этих станций определяется тем, что без информации о сезонной и многолетней динамике биологических параметров невозможно прогнозировать протекание продукционных процессов и, следовательно, рассчитывать допустимые нагрузки на экосистему.

Функции сбора этой информации может взять на себя система Рыбохраны, имеющая развитую инфраструктуру станций и наблюдательных пунктов на всем побережье.

### **3.12. Коллекционные фонды**

Анализ данных учета гидробионтов, добываемых во время научных и промысловых ловов показывает, что многие группы видов трудно идентифицировать непосредственно в процессе промысла. Особенно это касается таких групп объектов как морские окуни, моллюски и водоросли. Трудности с определением связаны не столько с уровнем квалификации научных сотрудников, сколько с малоизученностью этих групп объектов с систематической точки зрения и отсутствием унификации в описаниях и видовых названиях. Разные определители трактуют один и тот же вид совершенно по-разному.

Для решения этой проблемы различными группами исследователей начаты работы по составлению единого Кадастра промысловых объектов, серии полевых унифицированных определителей и типовых коллекций промысловых объектов, на основе которых можно было бы идентифицировать спорные виды. Такие работы проводятся преимущественно в институтах системы Академии Наук (ИЭМЭЖ, ИБМ, ЗИН) и в МГУ.

Таким образом, анализируя состояние изученности природных ресурсов Дальневосточных морей можно сделать обобщающий вывод, что, несмотря на значительный объем проведенных исследований и полученные данные, лишь небольшая часть из них может быть использована для решения проблем, связанных с текущим изучением ресурсов непосредственно прибрежной зоны Дальневосточных морей, а имеющаяся информация требует серьезной переработки и унификации.

## **4. Методика работ**

### **4.1. Картография**

Для составления карт рельефа дна и структуры донных отложений прибрежной зоны предполагается использовать две базовые методики: дистанционное и гидроакустическое картирование.

#### **4.1.1. Дистанционное картирование**

Опыт работ, проведенных в течение ряда лет на полигонах Юго-Западного Сахалина, показал, что для составления карт прибрежного рельефа морских акваторий можно ус-

пешно использовать аэро- и космическую фотосъемку. Современная аппаратура, которой оснащены орбитальные станции, спутники и летающие лаборатории Российского Агентства по Космическим Исследованиям позволяет получать качественные снимки рельефа дна моря до глубины 15 – 25 м, в зависимости от степени прозрачности атмосферы и воды в момент съемки.

Получаемые с помощью этого метода снимки требуют наземной дешифровки, которая может осуществляться с применением стандартных методов пробоотбора грунта и подводного картирования.

По части районов Дальнего Востока в настоящий момент есть архивные фотоснимки прибрежных участков, что позволяет уже в начале работ иметь исходный материал для полевой дешифровки.

Следует особо подчеркнуть, что работы по картированию побережья необходимо провести один раз на весь период работ, а в дальнейшем только повторять съемку в районах с наиболее динамичным протеканием процессов естественного и антропогенного морфогенеза.

#### *4.1.2. Гидроакустическое картирование*

Один из наиболее перспективных методов картографии, получивший массовое развитие за рубежом в последние годы заключается в использовании гидролокаторов бокового обзора для определения характера донных отложений и рельефа дна.

Совмещенные со спутниковой системой глобального позиционирования (GPS), эти приборы позволяют получать растровые и векторные сонограммы донных ландшафтов с разрешением в пикселе порядка 1 м. В последнее время компактные комплекты такой аппаратуры изготовлены и в России.

Комплект аппаратуры для проведения акустического картирования донного рельефа состоит из излучателя, сопряженного с приемной антенной, весом порядка 20 кг, который монтируется за бортом судна ниже ватерлинии, портативного компьютера, сопряженного с антенной бортового GPS приемника, и электронного блока дешифрирования принимаемого сигнала. Вес всего комплекса составляет порядка 50 кг. Питание – от бортовой сети 220 в, либо от соответствующего автономного генератора. В зависимости от типа энергоснабжения судна данный комплект аппаратуры может быть размещен на малотоннажных плавсредствах класса «мотобот», «кавасаки» и даже на маломерных лодках с подвесным мотором.

Данный комплекс позволяет получить устойчивое изображение рельефа дна в радиусе до 200 м от линии движения судна-носителя при глубине в точке сканирования до 75 м и скорости движения судна до 3 узлов.

Сигнал, передаваемый от приёмной антенны на борт посредством специального программного обеспечения, преобразуется в картину дна и выводится на экран монитора в режиме реального времени, что позволяет оперативно корректировать курс судна.

Изображение картины дна может подаваться на экран в двух режимах: в фоторежиме и в режиме наклонной проекции.

При передаче сигнала в фоторежиме на экран компьютера выводится плоская проекция рельефа дна непосредственно в зоне действия сонара. Такой режим съёмки даёт растровую информацию о структуре донных отложений (скалы, рыхлый грунт, рифели и т.д.), но не позволяет производить точную привязку отдельных точек сонограммы в пространстве.

В отличие от фоторежима, режим наклонной проекции позволяет производить трансформацию полученного растрового изображения в векторное, выделять контура одинаковой плотности, производить измерения расстояний между объектами, определять величину возвышения тех или иных элементов рельефа над поверхностью грунта.

Полученные при дешифровке сонограмм векторные контура отдельных типов рельефа в дальнейшем могут быть включены в единую Географическую Информационную Систему (ГИС) и преобразованы в тот или иной картографический стандарт.

Применение комплекта гидроакустической аппаратуры общим весом около 65 кг позволяет отснять в течение дня порядка 50 км<sup>2</sup> дна при размещении на маломерной шхуне.

Данный метод также требует дешифровки изображения, которая осуществляется преимущественно водолазным методом.

По сравнению с обычными методами картирования с использованием линейных эхолотов и дночерпателя методы 4.1.1. и 4.1.2. позволяют ускорить работы в 3 – 4 раза при практически одинаковой себестоимости.

## 4.2. Океанография

Методики океанографических исследований в прибрежной зоне определяются прежде всего обеспечивающим флотом, способным оперировать на малых глубинах вплоть до уреза воды.

Так как океанографические условия в прибрежной зоне очень динамичны и в значительной степени зависят от синоптической ситуации, то необходимо прежде всего иметь возможность в каждом районе работ получать оперативную информацию о метеоусловиях в момент съемки, которую может обеспечить стандартная аппаратура по приему спутниковой информации, размещаемая в последнее время практически на всех судах. Можно также использовать разнообразную метеоинформацию открытых серверов NOAA и Российского Космического Агенства, размещенных в Internet. Для стандартных полигонов, выбранных в качестве индикаторов, необходимо в течение года рассчитать розу ветров и составить палитру синоптических ситуаций, что позволит проводить в дальнейшем вероятностное прогнозирование распределения океанографических параметров. Значительную часть необходимой информации по этому блоку вопросов можно получить также на локальных Гидрометеостанциях.

Следующий по значимости параметр океанографической обстановки в прибрежной зоне – гидродинамика, особенностью которой является высокая зависимость от рельефа дна и текущей синоптической ситуации. Для получения значимых карт течений в прибрежной зоне необходимо провести серию измерений гидродинамических параметров в разных синоптических ситуациях, а в дальнейшем использовать полученные карты течений в качестве базовых. Таким образом, имея данные о розе ветров изучаемого полигона, можно в любой момент времени с высокой долей вероятности предсказать направление и скорость течения в интересующей точке, а также локализацию и мощность гидрологических фронтов.

Для определения направления и скорости течений необходимо использовать стандартные вертушки, а в условиях работы на мелководье и с маломерных плавсредств – электромагнитные измерители течений.

Что касается определения стандартного набора гидрологических параметров: температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода, pH, мутности, солености, окислительно-восстановительного потенциала, глубины в точке регистрации, – то для этих целей наиболее оптимально использование погружных портативных зондов типа Hydrolab, успешно применяемых в течение ряда последних лет и имеющих относительно низкую стоимость. Приборами такого класса должны быть оснащены все рабочие группы, работающие в прибрежной зоне, так как при весе комплекта порядка 10 кг он не требует внешнего энергопитания и может обслуживаться сотрудником без специального образования.

## 4.3. Кормовая база

Основными методами проведения работ по изучению кормовой базы промысловых гидробионтов являются стандартные планктонные и бентосные съемки.

### 4.3.1. Планктон

Особенности проведения планктонных съемок в прибрежной зоне заключаются в необходимости использовать на первоначальных этапах исследования достаточно густую сетку станций, так как из-за сложной гидродинамики степень неоднородности планктона может достигать нескольких порядков на протяжении всего одной мили.

Распределение планктона в прибрежной зоне коррелирует прежде всего с синоптической гидродинамикой, то есть, если по изучаемому полигону уже проведены океанографические работы, то количество необходимых планктонных станций можно сократить, оставив лишь наиболее показательные точки, которые будут в дальнейшем использоваться при проведении сезонного и многолетнего мониторинга.

Для проведения съемок необходимо оснастить рабочие группы планктонными сетями типа малой Джеди с замыкателем и серией батометров для отбора проб фитопланктона. Работы могут проводиться с любых судов, включая маломерный флот.

### 4.3.2. Бентос

Для анализа бентоса работы в прибрежной зоне должны быть разбиты на две части: анализ бентоса рыхлых грунтов с применением стандартных дночерпателей и других средств

пробоотбора и анализ кормового фито- и зообентоса скальных грунтов сублиторали, проведение которого возможно лишь методом водолазной съёмки с применением учётных рамок и ручных методов сбора проб. Эта работа наиболее трудоёмка и может проводиться только с использованием специального снаряжения с оборудованного водолазного судна.

#### *4.4. Ландшафтное картирование*

Проведение ландшафтного картирования прибрежных акваторий является одним из основных этапов работ по изучению гидробиологических ресурсов.

Методически эти работы достаточно просты. На изучаемой акватории выбираются наиболее характерные участки побережья и от уреза воды прокладываются трансекты длиной несколько сот метров до изобаты порядка 30 – 40 м, вдоль которых движется водолаз-гидробиолог, регистрируя на своём пути значимые параметры. Основная проблема при организации этих работ заключается в том, что для ряда прибрежных акваторий характерна очень высокая степень мозаичности слагающих биоценозов, что приводит к необходимости проводить работы в два этапа.

На первом этапе производится определение «палитры» биоценозов, слагающих сублитораль исследуемой акватории, определяются основные структурно-продукционные показатели каждого биоценоза и выделяются наиболее значимые с точки зрения конкретной решаемой задачи биологические ассоциации водных организмов, которые принимаются в качестве реперных, а также выделяются отдельные виды гидробионтов, наличие и обилие которых может служить индикатором благоприятности того или иного типа донного ландшафта для развития собственно промысловых видов.

На втором этапе производится разбиение всего исследуемого побережья на участки с однородным ландшафтом и на каждом из таких участков проводится подсчёт численности и биомассы особей изучаемого промыслового объекта на площади, прилегающей к трансекте.

Если по району есть данные о структуре донных ландшафтов, полученные акустическими или дистанционными методами, то это позволяет резко сократить необходимое количество трансект и проводить изыскания только на контрольных точках, которые выбираются в наиболее разнообразных по структуре донных ландшафтов участках акватории.

Проведение подсчётов численности промысловых объектов и индикаторных видов производится обычно в полосе шириной 2 м, центром которой является проложенная трансекта. Выбор ширины полосы, равной 1 м с каждой стороны от трансекты определяется чисто техническим фактором: именно на этом расстоянии от плывущего под водой водолаза находятся границы зоны оптимального обзора при применении стандартных водолазных масок. Сужение зоны подсчёта нежелательно, так как резко возрастает неоднородность распределения, увеличение же зоны подсчёта приводит к увеличению ошибки учёта за счёт снижения прозрачности воды и резко снижает скорость работы водолаза.

В зависимости от плотности и равномерности распределения изучаемого объекта подсчёт численности его особей проводится либо на всем протяжении трансекты, либо только на определённых реперных площадках, которые выбираются на наиболее характерных участках грунта, приуроченных к дискретным глубинам: 1 м, 5 м, 10 м, 15 м и т. д. Однако, окончательный выбор точки подсчёта определяется водолазом непосредственно на месте работы, исходя из конкретных закономерностей смены подводных ландшафтов и гидрологических условий.

При достижении реперной точки на определенной глубине водолаз случайным образом выбирает площадку размером 1x1 м и производит подсчет всех особей промыслового объекта, находящегося в ее границах. При необходимости производится отбор проб гидробионтов для последующего анализа в лабораторных условиях.

Количественный подсчет гидробионтов вдоль трансекты может производиться методами прямого и косвенного подсчета численности.

При прямом подсчете плотность особей определяется в цифровых значениях в формате экз./м<sup>2</sup>. Это возможно при значениях плотности объекта до 40 – 50 экз./м<sup>2</sup>. При значениях плотности объекта выше 50 экз./м<sup>2</sup> прямой подсчет становится затруднительным и требует слишком большого времени, особенно на глубинах более 20 м. В этих ситуациях более удобна качественная система подсчёта численности, разработанная ещё в начале века Йоргенсеном для оценки численности бентоса. По этой системе в качестве базовой принимается условная «шкала обилия», каждая из градаций которой соответствует процентному значению встречаемости объекта в условных 100 полях зрения (в данном случае на площади 100 м<sup>2</sup>).

По данной шкале принимаются следующие градации плотности:

встречаемость объекта, %	условное значение
0-5	un
5-20	rare
21-40	spor1
41-60	spor2
61-80	ab
81-100	v.ab

Несмотря на качественный характер данных градаций, при подсчёте массовых видов гидробионтов (морские ежи, иглокожие, моллюски, водоросли), данная схема даёт практически такую же величину ошибки, что и тотальный подсчёт численности, и при определённом навыке картировщика позволяет получить репрезентативные данные о распределении гидробионтов.

Регистрация учетных параметров производится непосредственно под водой в специальном блокноте, на который также заносится вся дополнительная информация, которая может быть использована при последующей камеральной обработке материала (особенности грунта, рельефа, гидрологические условия). Определение гидрологических показателей (волнение, скорость течения, прозрачность) производится по стандартным шкалам и зависит от навыка водолаза. Определение температуры воды, глубины и времени проведения учёта производится на основе показателей личной датчиковой аппаратуры, входящей в комплект стандартного водолазного оборудования.

Существенно повышается скорость и достоверность проведения ландшафтного картирования при использовании подводной фото- и видеоаппаратуры различной степени автономности, а также водолазных компьютеров, запоминающих профиль погружения, что существенно повышает точность получаемых данных.

Так, например, применение подводной фотосъёмки позволяет фиксировать наиболее характерные особенности распределения объектов вдоль трансекты и производить окончательный подсчет численности в камеральных условиях. Применение видеоаппаратуры, сопряженной с подводной телефонной связью, и выносным монитором непосредственно на борту обеспечивающего судна, позволяет в оперативном режиме управлять действиями водолаза под водой и корректировать его перемещения вдоль трансекты с целью регистрации наиболее значимых особенностей распределения объектов на дне.

#### 4.5. Общая гидробиология

На глубинах, превышающих 40 – 50 м, единственным способом сбора гидробиологической информации является организация контрольных обловов акваторий с целью получения данных о распределении объектов.

Для неисследованных акваторий первичные работы проводятся методами комплексной траловой съёмки и драгировки. Использование донных тралов с мелкой ячейкой, а также драг позволяет получить данные о распределении малоподвижных и зарывающихся в грунт объектов, а также некоторых массовых видов рыб и ракообразных. При разработке сетки станций для проведения донных тралений и драгировок необходимо использовать данные о рельефе дна и материалы мелководных водолазных съёмок таким образом, чтобы галсы тралений совпадали с галсами прокладки прибрежных трансект и составляли в конечном итоге единые разрезы.

Уже было отмечено, что одна из специфических черт прибрежной зоны заключается в том, что на ее акватории не образуются массовых скоплений пелагических гидробионтов, которых можно было бы достоверно изучать с применением тралов. Для изучения этих объектов наиболее актуально использование пассивных орудий лова, таких как жаберные сети и ставные невода.

Для изучения распределения активных придонных и донных гидробионтов необходимо использовать разнообразные ловушки и яруса, размещение которых также должно коррелировать с предыдущими ландшафтными исследованиями.

#### **4.6. Биогеоценология побережья**

Исследования этого блока никогда ранее не проводились в комплексе с рыбохозяйственными работами и включают в себя изучение геоморфологических особенностей прибрежных территорий и геоботанические изыскания.

Основной метод, применяемый для решения задач этого блока аналогичен по своей сути проведению подводного ландшафтного картирования, когда одновременно учитывается не только распределение и видовой состав гидробионтов, но и описываются геологические параметры биотопа.

Во время береговых работ биогеоценологическая карта также составляется с указанием не только фоновых ботанических ассоциаций, но и с одновременным анализом влияния того или иного типа растительного покрова на смыв или аккумуляцию мелкодисперсного терригенного материала, а также анализом степени нарушенности естественного растительного покрова и определением скорости его восстановления как за счёт естественных факторов, так и за счёт специальных мелиоративных мероприятий. Наиболее актуально проведение такого типа работ в местах впадения рек, (особенно нерестовых) прокладки дорог непосредственно по побережью, местах разработки минерального сырья и строительства коммуникаций, как основных источников поступления антропогенного загрязнения.

Работы этого блока не связаны с проведением морских исследований и могут выполняться автономными группами, снабженными картами, полученными дистанционными методами (аэрофотосъемка).

Дополнительно к биогеоценологическому и геоморфологическому описанию прибрежных участков суши необходимо проводить токсикологический анализ всех сточных и природных вод, поступающих на акваторию прибрежной зоны, используя методы экспресс-анализа, биотестирование и соответствующую датчиковую аппаратуру для определения концентрации загрязняющих веществ в воде и грунтах.

#### **4.7. Марикультура**

Анализ перспективности искусственного воспроизводства тех или иных гидробиологических объектов заключается в решении двух блоков задач:

- изучение биологических особенностей жизненного цикла объекта;
- оценка возможности размещения в море и на берегу необходимого комплекса гидробиотехнологических конструкций, обеспечивающих процесс воспроизводства (носители коллекторов, садки, водозаборы, бассейны, терминалы переработки и т.д.)

Для выяснения биологических особенностей объектов потенциальной марикультуры необходимо определить состояние маточного стада, динамику размножения, интенсивность оседания, выживание молоди, кормовую базу личинок и взрослых особей и т.д.

Все эти параметры определяются постановкой серии стандартных экспериментов с применением носителей коллекторов и анализом естественных поселений.

Дополнительно необходимо определить естественную приёмную ёмкость акваторий с точки зрения максимально возможного количества выращиваемого сырья без возникновения негативных последствий в виде самозагрязнения акваторий, развития эпизоотий и накопления токсических агентов.

#### **4.8. Флот и переработка**

В связи с тем, что в последние годы многие рыбодобывающие организации Дальнего Востока закупают или переоборудывают различный зарубежный и отечественный маломерный и малотоннажный флот, необходимо провести производственные испытания имеющихся типов судов и промвооружения применительно к условиям добычи прибрежных объектов.

Эти работы могут быть совмещены с проведением контрольных биологических ловов, а также могут быть организованы как самостоятельные промысловые выходы.

Аналогично должны быть организованы и технологические эксперименты по разработке наиболее оптимальных схем хранения, транспортировки и переработки гидробиологического сырья.

## 5. Этапы работ

Решение задач Программы проводится поэтапно, по мере получения информации по отдельным блокам и необходимого финансирования.

Этапность работ может варьировать в зависимости от условий и степени изученности региона, но в общем должна соответствовать следующей последовательности:

- 5.1. Анализ существующей информации.
- 5.2. Выбор рабочих полигонов.
- 5.3. Сбор первичной информации на местах.
- 5.4. Определение индикаторных функций состояния экосистемы полигонов.
- 5.5. Организация круглогодичного мониторинга на выбранных полигонах.
- 5.6. Моделирование продукционных процессов экосистемы побережья.
- 5.7. Прогнозирование промысловой ситуации в регионе и разработка рекомендаций по её улучшению.

## 6. Результаты

Исполнение Программ работ по изучению прибрежных гидробиологических ресурсов Дальневосточных морей России позволит получить следующие результаты:

- 6.1. Определить ресурсный потенциал прибрежной зоны морей России.
- 6.2. Составить Кадастр промысловых объектов.
- 6.3. Определить структуру и состояние популяций промысловых объектов прибрежных Дальневосточных регионов.
- 6.4. Повысить эффективность прибрежного рыболовства.
- 6.5. Стимулировать развитие инфраструктуры маломерного и малотоннажного добывающего флота.
- 6.6. Обеспечить занятость местного населения.
- 6.7. Насытить местный и Российский рынок традиционными и новыми видами морепродукции.
- 6.8. Эффективно управлять промыслом рыбных запасов Дальнего Востока.

## 7. Практические пути реализации программы

Практический опыт ВНИРО по проведению работ по изучению прибрежных ресурсов отдельных прибрежных районов Мирового Океана (Юго-Западный Сахалин, Восточное и Западное побережье Камчатки на территории Корякского Автономного Округа, Командорский архипелаг, Черноморское побережье Крыма, архипелаги Южно-Китайского моря, ряд других акваторий) позволил сделать несколько обобщений, суть которых может оказаться полезной потенциальным заказчикам предлагаемого комплекса работ, а также потребителям получаемой в ходе научных работ информации.

Прежде всего Заказчик должен сам для себя ответить на вопрос: «Зачем всё это нужно именно ему?». При всей обыденности данного вопроса, именно осознанный ответ на него определяет конкретную стратегию проведения работ, их продолжительность, потребности в людских ресурсах для их реализации, необходимое финансирование на каждом конкретном этапе и, в конечном итоге, потенциальную коммерческую выгоду от использования получаемой информации.

Если необходимо дать ответ по поводу принципиальной возможности использования конкретной акватории для рыбохозяйственных нужд, то такой ответ можно дать в течение нескольких месяцев, ознакомившись с имеющейся литературной информацией, существующими базами данных, а также произведя простейшее моделирование биологического потенциала интересующей акватории.

Если предполагается разовое использование имеющихся ресурсов в течение одного – двух промысловых сезонов, то для определения объёмов допустимого изъятия интересующих объектов необходимо провести не только первичную оценку, но и рекогносцировку на местности и хотя бы в течение одного – двух лет произвести подробное картирование прибрежной зоны с последующей камеральной обработкой собранного биологического материала, что позволит на уровне одномоментного прогноза дать оценку состояния запасов интересующих видов гидробионтов.

Если разговор идёт о получении конкретного участка акватории в постоянное пользование в течение многих лет, то становится необходимо провести полномасштабные рабо-

ты по всему рассмотренному выше спектру направлений. Практика проведённых работ показывает, что такая работа требует организации на месте научной базы, оснащённой необходимым лабораторным оборудованием, экспериментального флота, планирование возможности проведения работ в круглогодичном режиме, привлечение специалистов из сопредельных областей науки и т.д.

Однако, при всей сложности организации такого уровня исследований, они в течение ряда лет себя окупают, так как позволяют получить обоснованные рекомендации по многолетнему режиму эксплуатации ресурсов прибрежных акваторий, не приводящему к их истощению, а также реализовать ряд мероприятий по повышению естественного ресурсного потенциала акватории за счёт мелиорации, разных форм марикультуры и оптимизации режима промысла на основе выбора наиболее адекватного пространственно-временного регламента его поведения («точечный» прогноз добычи объектов, оперативное определение сроков добычи конкретного объекта «в режиме реального времени», учёт динамики спроса и предложения на внутренних и внешних рынках и т.д.).

Выход на такой режим работы требует порядка 3 – 4 лет непрерывных исследований и привлечение на постоянной договорной основе 4 – 5 научных сотрудников и нескольких лаборантов.

Таким образом, следует ещё раз подчеркнуть, что форма практической реализации комплексной Программы изучения прибрежных ресурсов целиком зависит от Заказчика.

Следует кроме этого подчеркнуть и то, что работа может производиться в «интерактивном» режиме, когда вначале проводятся работы по ограниченной схеме, а затем, по мере получения первичного материала, спектр работ расширится в зависимости от текущих потребностей.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ И ЛАНДШАФТНОМ ИЗУЧЕНИИ ПОБЕРЕЖЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

Вилкова О. Ю.

Использование только традиционных наземных методов исследований земной поверхности во многом затормозило бы научно-производственный процесс, поскольку потребность в быстром получении надежной количественной и качественной информации об интересующих объектах все возрастает. На помощь естествоиспытателям пришли аэрометоды.

Аэрометоды объединяют целый ряд дистанционных способов исследования земной поверхности, включающих аэрофотосъемку и аэровизуальное наблюдение с самолета, фотосъемку и радиолокационную съемку с космических кораблей и искусственных спутников.

Аэрофотоснимки охватывают территорию в несколько квадратных километров или несколько десятков квадратных километров (в зависимости от высоты фотографирования) и имеют крупные масштабы (1:3000, 1:5000, 1:10 000), удобные для работы на сравнительно небольших площадях. Аэрофотоснимки являются незаменимым материалом для работы как в камеральных, так и в полевых условиях.

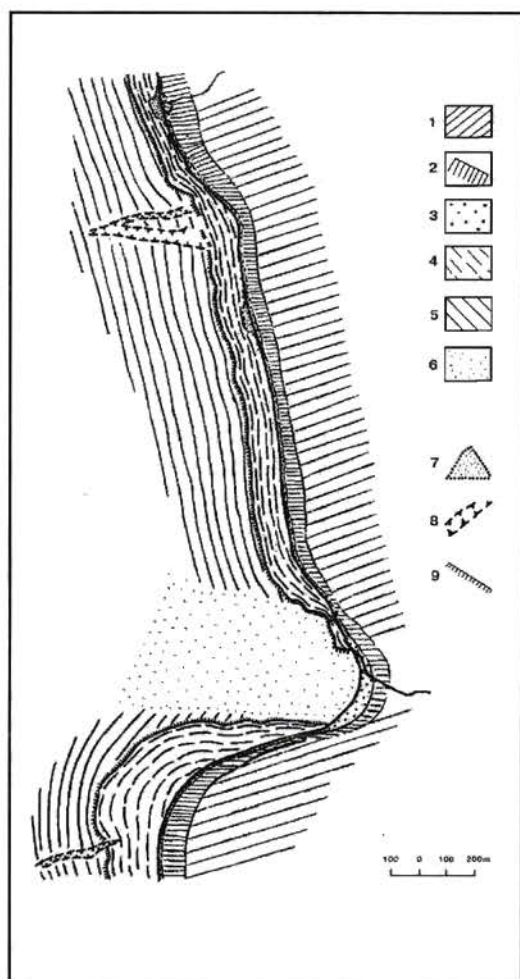
В отличие от аэроснимков космические снимки сверх- и мелкомасштабны. Покрывающая территорию в несколько тысяч квадратных километров, они позволяют охватить единым взором громадные участки земной поверхности и установить зависимости между удаленными друг от друга объектами, но обладают по сравнению с АФС более низкими изобразительными свойствами. Разрешение, с которым в настоящее время ведется космическая съемка земной поверхности, составляет 7 – 35 м на точку в зависимости от типа фотоаппарата и вида съемки. Спектрзональные снимки в целом имеют меньшее разрешение на местности, чем черно-белые, однако они более показательны и читаемы благодаря цветному изображению местности. Существует также черно-белая съемка с разрешением на местности 2 – 4 м; материалы этой съемки секретны и труднодоступны, а решающего значения для геолого-геоморфологического и гидробиологического дешифрирования не имеют.

Аэрометоды возможно применять для исследования океана, в том числе для получения изображения дна мелководных участков до глубин первых десятков метров. В связи с этим особый интерес представляет многозональная съемка. На рис. 1 представлен обработанный сканером космический многозональный снимок, на котором виден рельеф мелководья. Для проникновения на большие глубины эффективно применять аппаратуру, работающую непосредственно с поверхности моря, в частности гидролокаторы бокового обзора.

Аэрофотосъемка и полевые наблюдения взаимно дополняют друг друга. Часто из-за большой протяженности района невозможно целиком осуществить здесь полевые исследования, в связи с чем ма-



Рис. 1. Изображение побережья на многозональном космическом снимке. Хорошо виден поднятый бенч, обрамляющий почти все побережье ЮЗС, и древняя затопленная речная долина



**Рис. 2.** Геоморфологическая карта участка побережья Юго-Западного Сахалина в районе п. Люблино

1 - эрозионно-денудационные склоны; 2 - низкая аккумулятивная терраса морского происхождения; 3 - пляж; 4 - поверхность поднятого бенча; 5 - наклонный абразионный скульптурно-грядовый бенч; 6 - области подводной аккумуляции; 7 - аккумулятивные образования на бенче типа микродельта; 8 - абразионные желоба или борозды; 9 - бровка поднятого бенча

то незначительное поднятие или впадина, скальная гряда или трещина, не говоря уже о более крупных формах, служит биотопом для животных и растений, образующих различные типы биоценозов на дне. От рельефа зависят гидродинамические условия на дне и распределение донных осадков. Смена форм рельефа, помимо изменения гидродинамических условий, вызывает смену донных отложений, а через них и бентоса.

Регулярное проведение аэрофотосъемок помогло бы проследить сезонную и многолетнюю динамику как элементов рельефа берега и подводного берегового склона, так и водорослевых полей, запасов и распределения водорослей на прибрежном мелководье. С помощью специальных аэрофотосъемочных работ возможно изучать гидродинамические процессы: основные параметры волн, углы их подхода к берегу, явления рефракции и дифракции волн, конвергенцию и дивергенцию волн, поверхностные течения и т. п. Т. е. возможно изучать основные факторы формирования рельефа подводного склона и берегов, а также распределения животных и растительных организмов в зоне воздействия этих факторов.

Материалы аэрофотосъемки приобретают особую ценность. Дешифрирование аэрофотоснимков значительно сокращает время полевых работ и позволяют интерполировать результаты полевой съемки на малоизученные и труднодоступные районы. С применением аэрофотоснимков исследования проводятся по стандартной методике (методом ключевых участков и разрезов). Многие особенности рельефа береговой полосы и подводного берегового склона, совершенно не отражающиеся на навигационных и топографических картах и даже трудно- и неуловимых при наземных наблюдениях, выявляются на аэрофотоснимках. Анализ снимков позволил детально описать и дать не только качественную, но и количественную характеристику многих элементов рельефа побережья ЮЗС, отметить направление и площади распространения потоков взвешенных наносов с суши, выделить и оценить запасы водорослей, а также помог представить общую ландшафтную картину и установить пространственные связи, сходства и различия донных природных комплексов прибрежного мелководья.

В данной статье рассматриваются материалы дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1:10000, сделанных в августе 1990 года для побережья Юго-Западного Сахалина и охвативших отрезок побережья протяженностью около 121 км от г. Чехова до п. Шебунино.

На основе дешифрирования АФС проведены контуры морфологических комплексов (рис. 2), которые перенесены на карту; составлена геоморфологическая схема побережья ЮЗС, фрагмент которой представлен на рис. 3 и которая может служить основой карты биотопов.

Известно, что распределение животных и растительных организмов на дне определяется рядом биотических, абиотических и антропогенных факторов, к которым относятся влияние микроорганизмов, животных, растений, а также рельеф, донные осадки, гидрологический и гидродинамический режим и проч. Рельеф выделяется как один из ведущих факторов формирования облика донного ландшафта, особенно в области мелководья. Любая форма рельефа, будь

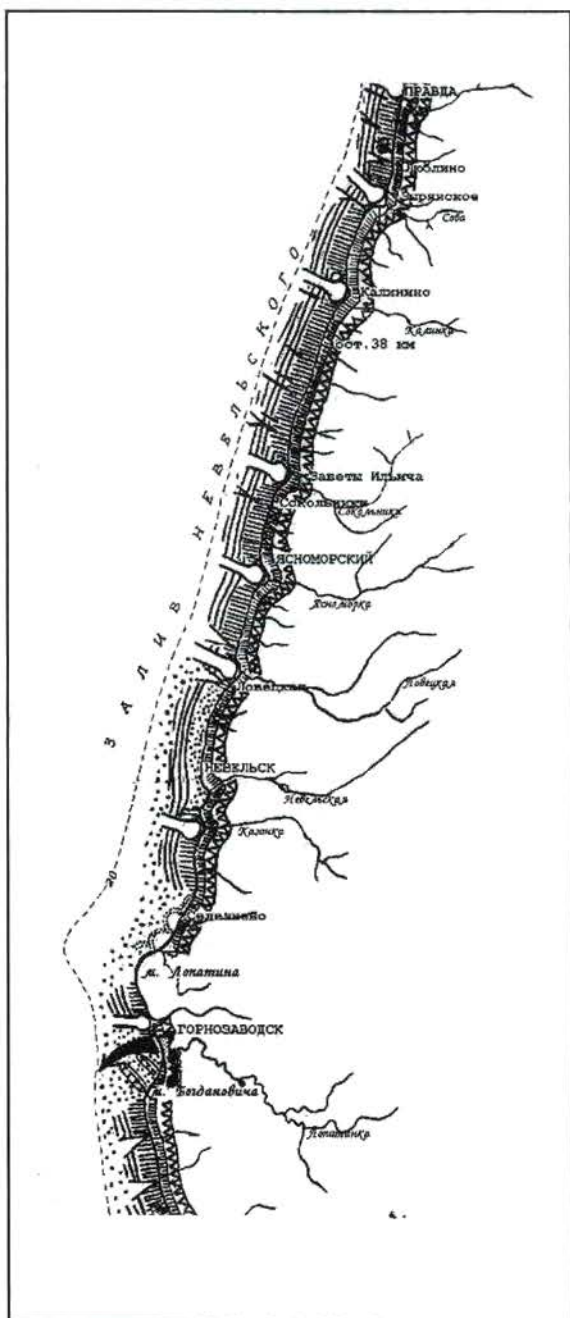


Рис. 3. Геоморфологическая схема участка побережья Юго-Западного Сахалина, составленная на основе дешифрирования АФС



## Геоморфология и геологическое строение района Юго-Западного Сахалина

Структурной основой острова Сахалин является кайнозойский мегантиклинорий [Атлас Сахалинской области, 1967], состоящий из Восточно- и Западно-Сахалинского антиклинориев и расположенного между ними Центрально-Сахалинского синклинория. К западу и востоку от мегантиклинория, в пределах прибрежной части акваторий, расположены крупные синклинальные структуры типа мегасинклинориев.

Юго-Западное побережье Сахалина расположено в пределах Южно-Сахалинского неогенового синклинория, меридиональное простираение которого определяет общее прямолинейное его направление с севера на юг. Береговая линия образует плавные изгибы, что объясняется как структурными различиями в строении отдельных районов, так и зависит от характера пород, слагающих берега, и деятельности моря.

В целом берег ЮЗС можно охарактеризовать как продольный, т. к. общее направление береговой линии параллельно господствующему северному, северо-западному простираению тектонических структур. В связи с этим наблюдается некоторая монотонность донных ландшафтов вдоль побережья.

Большую роль в геологическом строении района и в очертании берегов играют различного рода тектонические нарушения: разрывы, разломы, сдвиги и так далее, продолжающиеся на подводном береговом склоне. Например, на АФС подводного берегового склона в районе п. Яблочный хорошо видно сбросовое нарушение; разрывные – в районах г. Холмска, п. Люблино; сдвиг пластов по разлому – в районе п. Ясноморский и т. д.

Породы, слагающие побережье ЮЗС, по литологическому составу довольно однородны и представляют собой флишевые толщи песчаников, алевролитов, аргиллитов, реже конгломератов с различными прослоями (гравеллитов, углей, углистых сланцев, глинистых пород), принадлежащие разным свитам олигоцена и миоцена [Вопросы геологии и газонефтеносности южной части Сахалина, 1968]. Таким образом, побережье ЮЗС сложено в основном средне- (песчаники, аргиллиты, алевролиты, конгломераты) и слабоустойчивыми (суглинки, пески, галечники) против абразии породами. Устойчивые, магматические, породы на рассматриваемом побережье встречаются только на м. Крильон.

Юго-западное побережье Сахалина характеризуется низкогорным денудационно-тектоническим рельефом. В непосредственной близости от западного побережья Сахалина, иногда подходя вплотную, протягивается Южно-Прибрежная горная цепь, параллельная основной горной системе Южного Сахалина – Южно-Камышовому хребту. Там, где морем срезаются отроги гор, берега высокие и обрывистые, там же, где к морю подходят пологие склоны предгорий, берег снижается.

Расположение юга острова в суббореальной гумидной (умеренно-теплой) зоне Японской провинции [Лымарев, 1986] создает благоприятные условия для довольно энергичного проявления как физического, так и химического выветривания, что обуславливает формирование довольно мощной коры выветривания. Благодаря сравнительно мягкому климату и обилию осадков с ливневым характером их выпадения здесь развивается бурная растительность и широко распространены флювиальные процессы.

Горные склоны Юго-Западного побережья интенсивно расчленены эрозионной сетью молодого, современного цикла: оврагами, небольшими реками с поперечным профилем V-образной формы, часто с висячими устьями, образующими водопады. Реки и ручьи, однако, бедны наносами, что создает дефицит наносов в береговой зоне. Более древние речные долины пересекают горные хребты. Перед устьями таких рек хорошо выражены небольшие бухточки, вдающиеся в берег на 250 – 450 м, шириной до 1150 м между входными мысами.

На обращенных к морю склонах гор отмечаются древние абразионные террасы четвертичного возраста различных уровней, число которых окончательно не установлено и колеблется от 3 до 7 [Медведев, 1961; Александрова, 1978].

Чтобы яснее представить себе процессы, происходящие на юго-западном побережье, следует отметить, что главную рельефообразующую роль в настоящее время играет тектоника. Западное побережье Сахалина испытывает дифференцированные тектонические поднятия разной степени интенсивности. На современном этапе на побережье наблюдается отсутствие абразии и затухание процессов аккумуляции. Его развитие продолжается в основном на подводном береговом склоне. Клиф задернован и является отмершим на протяжении десятков и даже сотен километров. Высота клифа зависит от структуры, срезанной морем, и достигает 60 – 80 м [Медведев, 1961]. Крутизна клифа почти всюду одинакова и колеблется в пределах 55 – 75 [Там же].

К подножью клифа примыкает низкая голоценовая терраса высотой 3 – 5 м. Ширина ее колеблется от 60 – 70 до 100 – 235 м в зависимости от очертаний берега: на прямолинейных участках она уже, на мысах – как правило, шире. Терраса достаточно четко выражена на аэрофотоснимках; на ней расположены почти все населенные пункты, автомобильная и железная дороги. Со стороны моря терраса ограничена пляжем, ширина которого на разных участках колеблется от 5 – 10 до 20 – 25 м. Пляж сложен песком с гравием и галькой, реже галькой и валунами. Мощность пляжевых накоплений незначительна: местами из-под песка обнажаются коренные породы. Пляж, как правило, кончается у самого уреза или в нескольких метрах от него, где на подводном береговом склоне обнажается скалистая, реже валунно-глыбовая поверхность бенча.

Наибольший интерес во всех отношениях представляет подводный береговой склон, в частности бенч.

Профиль абразионного подводного берегового склона ЮЗС, как правило, имеет ступенчатое строение: плоскую прибрежную часть (поднятый бенч) и наклонную грядовую.

Прибрежная мелководная часть бенча почти горизонтальна и представляет собой выровненную плитообразную, реже валунно-глыбовую или грядовую поверхность, занесен-

ную рыхлым материалом различной размерности (от мелкого песка до крупной гальки). Обычно она соответствует приливно-отливной полосе и во время отлива часто сохнет. Ширина ее может быть самой разной – от нескольких десятков до сотен метров. На мысах ширина плоской части бенча увеличивается и достигает 180 – 280 м. В средней части почти горизонтальная поверхность бенча бывает понижена, так что внешний его край возвышается в виде гряды. Прогиб центральной части заполняется рыхлыми песчаными, илисто-песчаными осадками. Но обычно поверхность прибрежного бенча ровная. На внешней границе плоский бенч оканчивается небольшим абразионным уступом и окаймлен навалом глыб. Иногда плоская поверхность плавно, ныряя под песчаные наносы, переходит в наклонный грядовый или глыбово-грядовый бенч, уклоны которого невелики.

На тектонически поднимающихся побережьях вполне закономерно ожидать проявления абразии на подводном склоне. Здесь вследствие уменьшения глубин увеличивается воздействие на морское дно гидродинамических процессов, чем стимулируется преобладание абразии над аккумуляцией. Поэтому для этих областей характерны многочисленные выходы коренных пород и вынос абрадированного материала за пределы области. Таким образом в тектонически поднимающихся областях на особенности геоморфологического строения существенное влияние оказывают геологическая структура и состав коренных пород, предопределяющих распространение абразионных и аккумулятивных форм. При этом абразионные формы образуют положительные элементы морского дна, а аккумулятивные приурочены к относительным понижениям.

Препарированные абразией устойчивые пласты коренных пород флишевой толщи создают гряды на морском дне. Менее устойчивые пласты абрадируются быстрее, образуя межгрядовые понижения. Межгрядовые понижения заполняются песком, песком с ракушей, илистым песком. Гряды верхней части подводного склона покрыты растительностью, что обуславливает темный тон их фотоизображения. Напротив, лишенные растительности гряды изображаются светло-серым, почти белым цветом. Межгрядовые понижения, а также многочисленные на подводном склоне ЮЗС абразионные ложбины и борозды, заполненные рыхлыми осадками, изображаются на АФС серым и темно-серым тоном в зависимости от состава осадка и глубины. Таким образом, абразионный (или скульптурно-грядовый) подводный склон носит полосчатый рисунок аэрофотоизображения и четко отличается от аккумулятивных участков, имеющих равномерно-серый тон фотоизображения. В местах структурной дислоцированности горных пород абразионный склон имеет мозаичный рисунок.

Ширина гряд и межгрядовых понижений зависит как от состава и мощности слагающих подводный склон пород, так и от угла падения пластов. На некоторых участках флишевые породы бенча сильно дислоцированы и перемяты в складки, отчего нарушается общий линейный полосчатый рисунок скалистого подводного склона.

Скалистый бенч тянется почти вдоль всего Юго-Западного побережья Сахалина на расстояние около 86 км, прерываясь в устьях рек и на аккумулятивных частях подводного склона. Ширина бенча может достигать 3 – 5 км [Медведев, 1961]. Глубины, до которых прослеживается бенч, различны. На участке п. Яблочный – п. Казакевичи бенч прослеживается до глубины 30 – 40 м [Петров, Поздеев, 1992]. На участке от м. Богдановича до п. Шебунино берег более приглубый, чем севернее. Уже на глубине около 10 м бенч сменяется песчаной равниной. На АФС хорошо видна граница темной полосы бенча и светлой – песчаной равнины, имеющей неконтрастный однотонный рисунок фотоизображения. У п. Селезнево бенч не выражен. Аккумулятивные песчаные равнины в дугах берега простираются от самого уреза, прорываясь местами скальными выступами. И лишь на глубине 20 – 25 м [Петров, Поздеев, 1992] они сменяются поясом скал. Более полные и точные данные должны быть получены с помощью эхолотирования.

Бенч на всем протяжении юго-западного побережья пререзается переуглубленными древними речными долинами различной ширины (от 100 – 130 до 330 – 440 м), заполненными речными наносами. Влекомые речные наносы по этим долинам, видимо, сразу, в основной своей массе, увлекаются на глубину, не занося бенч, т. к. уклоны подводных долин больше уклонов бенча. Замечено, что переуглубленные речные долины имеют реки IV – V порядков. Перед устьями таких рек, о чем говорилось выше, хорошо выражены небольшие бухточки. Более мелкие реки продолжают на подводном склоне мелкими, шириной 10 – 20 м, ложбинами или, что интересно, образуют конуса выноса рыхлого материала в виде микродельт шириной от 15 до 40 м, длиной от 30 до 120 м на плоской поверхности бенча.

Затопленные речные долины являются признаком эвстатической трансгрессии моря, происходящей на фоне положительных тектонических движений побережья (Гурьева и др., 1968).

Флишевая толща подводного склона повсеместно разбита трещинами вкрест простирания слоев. Трещины заполнены илистым песком, изображающимся на АФС светло- и темно-серым цветом. В рельефе они выражаются как абразионные борозды или ложбины. Иногда подводный склон прорезается своеобразными подводными оврагами. В плане они имеют форму треугольника с вершиной на плоском бенче. Склоны оврагов крутые. В отличие от затопленных речных долин они имеют меньшие размеры и не занесены или только частично занесены рыхлыми наносами их днища. Глубина их всего несколько метров, максимальная ширина около 70 м. Происхождение этих подводных оврагов связано, вероятно, с расширением абразией глубоких трещин, заложившихся вкрест простирания пластов, либо они возникли при более низком уровне моря одновременно с древними речными долинами.

Иногда на грядовом бенче можно увидеть абразионные «котлы» (или котлы вымывания) до 70 – 130 м в диаметре, заполненные рыхлыми наносами.

Самыми крупными аккумулятивными формами на подводом береговом склоне описываемого участка побережья ЮЗС можно считать подводные валы, тянущиеся почти на 20 км от п. Красноярское до п. Садовники. На фотосхеме их видно три: мористый, «промежуточный», и вдольбереговой. Ширина первого, мористого, вала, находящегося в 300 м от берега, 80 м; второго, расположенного в 100 м от берега, – 40 – 80 м. Мористый вал на всем своем протяжении имеет непостоянную ширину и высоту, периодически нивелируясь. Расстояние между валами около 100 м. На участке ост. п. 102 км второй вал приобретает фестончатое очертание. Здесь же появляется третий, вдольбереговой вал. Напротив мыса Слепиковского гребни валов заостряются, их ширина уменьшается; в межваловом понижении между первым и вторым валами образуются выгнутые поперечные песчаные гряды. На участке в районе п. Садовники полностью нивелируется мористый вал, его замещают скальные выходы; второй вал размывается, приобретая нечеткие очертания и выклинивается, «упираясь» в бенч. На первом валу и в межваловом понижении здесь точно встречаются куртины zostеры, что говорит об ослаблении гидродинамических процессов.

Хорошо выраженные подводные валы свидетельствуют об относительно пологом подводном склоне (0,02 – 0,05 [по В. П. Зенковичу, 1962]) и развитии на данном участке морского дна преимущественно песчаных отложений с размером зерен от 0,5 до 0,1 мм. Размыв валов указывает на общее тектоническое поднятие берега.

Как уже отмечалось, мористый вал на участке п. Садовники замещается скальными выходами. Скальные поверхности тянутся «рифовой» прерывистой грядой на расстоянии 110 – 450 м от берега от п. Садовники до м. Тукотан. Эти неосыхающие «риффы» отгораживают от моря своеобразную котловину, которую не видно с берега, но она ясно выделяется по АФС. Ее длина 3000 м, ширина до 450 м. У мыса Тукотан собственно аккумулятивный участок подводного склона длиной около 23 км заканчивается.

При существующем дефиците наносов в береговой зоне ЮЗС и слабом развитии аккумулятивных форм нелегко определить направление перемещения наносов. Смещение устьев некоторых рек волноприбойными косами в северном направлении говорит о наличии в береговой зоне основного потока наносов с юга, на что указывает В. С. Медведев [1961], отмечая при этом двустороннее движение наносов. Более поздние исследователи [Голоудин, 1974] утверждают, что вдоль западного побережья Сахалина наносы движутся в противоположных направлениях в зависимости от сезона штормовых ветров при итоговом перемещении на юг. Мы не склонны отдавать предпочтение той или иной точке зрения, тем более что наши исследования в этой области довольно скудны и ограничиваются анализом фотосхем лишь одного сезона. Хотелось бы только упомянуть о наличии в межваловых ложбинах в районе аккумулятивной формы мыса Слепиковского дугообразных песчаных гряд, выгнутых на север. Р. И. Голоудин [там же] для того же сезона съемки отмечает ориентировку выпуклых сторон гряд на юг. Мы допускаем, что на побережье отсутствует однонаправленное движение наносов. Помимо продольного, имеет место поперечное перемещение наносов, на что указывают фестончатые очертания вдольбереговых подводных валов.

Распространение потоков взвеси от некоторых рек указывает на направление поверхностного течения на юго-запад. Шлейф взвешенных наносов от реки Лопатинка, речки в районе Холмска тянутся на расстояние до 2,5 км при ширине полосы мутной воды 250 – 450 м. В связи с большим нанососодержанием р. Лопатинка, подводный склон южнее устья реки на протяжении 2,5 км приобрел черты аккумулятивного.

В районе п. Ловецкая на поверхности воды заметны полосы пены, соответствующие выходам газа по тектонической трещине.

## **Морфологические участки ЮЗС**

По внешним признакам, отображенным на аэрофотоснимках, подводный береговой склон Юго-Западного Сахалина можно подразделить на ряд участков, морфологически, литологически и гидродинамически отличных друг от друга.

### ***I. Аккумулятивные участки подводного склона.***

1. Подводный склон аккумулятивной формы мыса Слепиковского. Этот участок тянется на 21 км, начинаясь в 2,2 км южнее р. Красноярка, и почти до мыса Тукотан. Он не носит черт типично аккумулятивного, поскольку при современном дефиците наносов и общем тектоническом поднятии побережья здесь можно ожидать усиление гидродинамического режима, размыв ранее созданных аккумулятивных форм и перераспределение рыхлого материала. Однако по мощности рыхлых наносов, существующим аккумулятивным формам и отсутствию скальных выходов на больших площадях мы относим этот участок к аккумулятивному типу. Здесь отсутствуют какие-либо формы растительного бентоса, за исключением точечных куртин *Zostera* на третьем, мористом, валу и межваловой ложбине в районе п. Садовники. Скальные выходы, расположенные на расстоянии 250 – 450 м от берега только формально отнесены к этому участку. Они значительно занесены песком и напоминают реликты гряд облекания. Растительный покров на них скудный.

2. Подводный склон в районе п. Селезнево. Протяженность участка 3,6 км. Берег здесь образует плавный дугообразный изгиб. Склоны гор здесь близко подходят к берегу, пляж сравнительно широкий – 40 м, устья рек подперты волноприбойными косами. Вдоль берега тянется фестончатый подводный вал. Дно отмелое. Подводный склон сложен песком, песком с ракушей, изредка встречаются скальные выходы. На дне видны обширные заросли морской травы с 80 – 100%-ным покрытием. Эта трава, однако, выбирает спокойные гидродинамические условия, поэтому в вершине дуги и в районах впадения рек Амурская и Селезневка растительности нет.

Подводный склон южнее устья р. Лопатинка до м. Богдановича можно также расценить как аккумулятивный. Протяженность этого участка 2,5 км. Дно здесь сложено песком, поступающим в основном со стоком р. Лопатинка и из мелкой речки в основании мыса Богдановича. У берега начал формироваться подводный вал фестончатых очертаний, что говорит также и о поперечном перемещении наносов. Растительность на дне отсутствует, за исключением мест редких скальных выходов. Из-за высокой мутности воды здесь также вряд ли можно встретить какую-либо эпифауну.

Практически все вышеописанные аккумулятивные участки отнесены к этой группе условно, поскольку ярко выраженных аккумулятивных черт они не несут.

3. Древние погребенные речные долины. Суммарно они занимают довольно значительную часть подводного склона общей протяженностью 4,8 км. Это области с усиленным гидродинамическим режимом, повышенной мутностью воды и большими уклонами, нежели соседние части склона. Растительность здесь отсутствует.

Всего аккумулятивные участки подводного склона имеют общую протяженность 34 км из 121 км описываемого отрезка побережья.

4. Прислоненная подводная аккумулятивная терраса, или песчаная равнина, сменяющая грядовой бенч. В местах, где бенч уходит на большие глубины, она не видна на снимках. Она просматривается на АФС в районе г. Невельска, где по-видимому лишена растительности. К югу от м. Богдановича уже видна четкая граница бенча и этой аккумулятивной равнины. Здесь, судя по темным пятнам на однотонно-сером фоне песка, встречаются заросли зостеры.

### ***II. Абразионные участки подводного берегового склона.***

Профиль абразионного подводного берегового склона ЮЗС, как правило имеет ступенчатое строение: плоскую прибрежную часть (поднятый бенч) и наклонную грядовую.

Прибрежная часть бенча почти горизонтальна и представляет собой выровненную плитобразную, реже валунно-глыбовую или грядовую поверхность, занесенную рыхлым

материалом. Она соответствует приливо–отливной полосе и во время отлива часто сохнет, в связи с чем здесь формируются соответствующие биоценозы литорали.

Поднятый бенч через небольшой абразионный уступ или плавно переходит в наклонный скульптурно–грядовый бенч, получивший такой характер в результате избирательной абразии флишевых толщ. Гряды верхней части наклонного бенча покрыты сообществом ламинариевых с характерными для них видами зообентоса.

Северный и южный участки абразионного подводного склона описываемого отрезка побережья неоднородны и отличаются друг от друга по внешнему облику.

1. Отрезок побережья от г. Чехова до м. Богдановича характеризуется широким грядовым бенчем, уходящим на глубину более 20 м. Плоская часть бенча широкая, измеряемая сотнями метров (до 285 м в районе п. Яблочный), в среднем 130 – 150 м. Бенч во многих местах прорезается древними переуглубленными речными долинами.

Растительность на подводном склоне распределяется неравномерно. Наиболее плотные заросли ламинариевых с проективным покрытием до 80 % занимают неширокий до 80 – 100 м пояс от 0 глубин до 1,5 – 2 м. Глубже проективное покрытие резко сокращается, составляя 10 – 25 %. Литоральные заросли, особенно на широком плоском бенче, максимальное, до 100 %, проективное покрытие имеют в прибрежной полосе. Мористее в связи с активизацией гидродинамического режима они разреживаются и сходят на нет. Микродельты и шлейфы рыхлых речных наносов лишены растительности.

2. От м. Богдановича на юг до п. Шебунино характер абразионного подводного склона заметно меняется. Возможно, это связано с проявлением новейшей тектоники: эта часть побережья поднимается медленнее северной. Крупные реки со значительно врезаемыми в берег бухточками перед их устьями отсутствуют. В целом сокращается ширина надводной аккумулятивной террасы и увеличивается ширина пляжа. Плоский бенч уже, шириной примерно 70 м. Главной же отличительной особенностью этого участка подводного склона служит узкий, порядка 100 м (максимум 180 м), грядовый бенч, уже на глубине 8 – 10 м уходящий под песчаные наносы.

Покрытие сублиторали ламинариевыми более плотное и равномерное, хотя наиболее густые заросли по–прежнему приурочены к верхней части сублиторали от 0 глубин до 1,5 м. Ламинариевые опускаются до конца бенча, до границы с песчаной равниной. Литораль также заселена растительностью более равномерно с проективным покрытием 60 – 70 % за исключением пятен песка, регулярно поступающего на плоский бенч с речным стоком.

В заключении можно отметить, что ландшафты морского мелководья Юго–Западного Сахалина формируются, главным образом, в результате взаимодействия гидродинамических процессов, геологических структур, пород и новейших тектонических движений. Так, вполне закономерно, что описанные аккумулятивные участки подводного берегового склона приурочены к дугам береговой линии. Мысы (Тукотан, Лопатина, Богдановича) – не что иное, как крупные антиклинальные складки, вдоль бортов которых текут реки, заполняющие своими наносами кутовые части дуг. Породы влияют на скульптуру подводного склона, а новейшие тектонические движения положительного знака – на скорость абразии как берега, так и подводного склона.

Рельеф дна, гидрология, гидродинамика придонных вод, гранулометрический состав донных осадков и содержание в них органического вещества, а также количество органической взвеси в данном районе определяют развитие и распределение растительных и животных организмов на дне. На мелководье условия гидродинамики, осадконакопления, распределения питательного вещества определяются, главным образом, рельефом, причем как морского дна, так и прилегающей суши.

На основании дешифрирования аэрофотоснимков можно выявить многие особенности геоморфологии, геологического и ландшафтного строения дна морских мелководий, изучить определяющие их процессы. Дешифрирование АФС позволяет провести контуры подводных морфологических комплексов, дать их характеристику и выделить потенциально промысловые участки дна, подсчитать их протяженность и примерную площадь, отдельно выделить и оценить запасы водорослей на дне. Дальнейшая работа на разрезах и ключевых участках будет уже вестись более корректно и даст наиболее эффективные результаты.

С помощью аэрофотосъемки, охватывающей большие по протяженности участки, и аэрокосмической съемки возможно сделать прогноз потенциально промысловых участков в недоизученных районах.

## Литература

1. Александрова А. Н. Морские террасы Сахалина и Хоккайдо. /Геоморфология и палеогеография шельфа. М., 1978. С. 123 – 131.
2. Аэрометоды в природных исследованиях. Тр. АН СССР. Лаборатория аэрометодов. Т. 10. М. – Л., 1960.
3. Вопросы геологии и газонефтеносности южной части Сахалина. Труды Сахалинского комплексного научно-исследовательского института. Вып. 18, 1968.
4. Геологическое строение острова Сахалин. Труды Сахалинского комплексного научно-исследовательского института. Вып. 21. Южно-Сахалинск, 1969.
5. Голоудин Р. И. Динамика наносов как предмет изучения при картировании береговой зоны моря. /В сб.: Картирование шельфов. Л., 1974. С. 116 – 123.
6. Гурьева З. И., Петров К. М., Рамм Н. С., Шарков В. В. Геолого-геоморфологическое изучение морских мелководий и берегов по материалам аэрофотосъемки. Методическое руководство. Л., 1968.
7. Гурьева З. И., Петров К. М., Шарков В. В. Ландшафтное картирование дна морских мелководий на основе дешифрирования аэрофотоснимков. /Сб.: Аэрофотосъемка – метод изучения природной среды. Л., Наука, 1973. С. 106 – 116.
8. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М., 1962.
9. Лымарев В. М. Морские берега и человек. М., 1986.
10. Медведев В. С. Некоторые черты строения и динамики западного побережья острова Сахалина. /Труды Океанографической комиссии. Т. 8, 1961. С. 65 – 84.
11. Основные черты геологии и гидрологии Японского моря. М., 1961.
12. Применение аэрометодов для геологических исследований морского дна. Краткое методическое руководство. Под ред. В. В. Шаркова, Д. М. Кудрицкого. Л., 1956.
13. Применение аэрометодов в ландшафтных исследованиях. Труды совещания по применению аэрометодов в ландшафтных исследованиях. М. – Л., 1961.
14. Топографическая карта Сахалинской области М 1:200 000. ВКФ ДВО, 1993.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БИОХИМИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ

О.П. Кодолова, Е.А. Жуковская, О.Ю. Правдухина

Интенсификация промысла морских беспозвоночных может привести к уменьшению численности промысловых видов, вплоть до полного уничтожения, если ее производить без оценки состояния их запасов и будущего пополнения. Оценка запасов и источников их пополнения не может быть объективной без знания популяционной структуры, дающей понятие о генетической взаимосвязи между скоплениями промысловых видов. Только имея подобную информацию можно судить о степени генетической изоляции скоплений, путях миграции особей и возможности естественного пополнения одного скопления за счет потомков другого.

Для исследования популяционной структуры зоологических видов в настоящее время широко применяется электрофорез ферментативных и неферментативных белков. Целью этой работы является краткое описание сущности метода, основных моментов стратегии его применения и тех возможностей, которые он дает для исследования популяционной структуры вида.

### *1. Генетическая интерпретация электрофоретических данных*

Электрофорез основан на способности макромолекул белка приобретать электрический заряд в зависимости от рН среды и направленно двигаться под действием электрического поля в гелевых средах, заполненных буферным раствором. Скорость движения определяется рядом факторов, но наибольшее влияние оказывают величина заряда, форма и размер молекул. Под действием электрического поля, молекулы направленно двигаются с разной скоростью в одной и той же среде. В результате белковая смесь разделяется на группы, находящиеся на разном расстоянии от стартовой зоны. Каждая такая группа (фракция) состоит из молекул, имеющих одинаковую электрофоретическую подвижность. Эти группы после окончания электрофореза и соответствующего гистохимического окрашивания имеют вид цветных полос. Каждая фракция в зависимости от разрешающей способности метода, обусловленной рядом переменных параметров электрофореза (вид и режим электрофореза, субстанция и плотность геля, системы буферов, методика окрашивания) может соответствовать одному белку.

По современной научной концепции структуру и синтез ферментов и неферментативных белков в организме определяют гены. Соответственно, набор белков каждого индивидуума является отражением его генетической конституции. Как показали исследования, используя результаты электрофореза белков и ферментов, можно получить объективную информацию о контролирующих их генах и системе наследования. В подобных исследованиях наиболее информативными являются полиморфные локусы, определяющие синтез ферментативных и неферментативных белков.

По классическому определению (Майр, 1973) полиморфизм – это дискретная изменчивость, то есть набор взаимно неперекрывающихся вариантов одного и того же признака. Например, окраска черная или белая. Все варианты признака контролируются геном, имеющим определенное положение в хромосоме, называемое локусом. В одних и тех же локусах гомологичных хромосом могут находиться гены, контролирующие различные варианты исследованного признака, или, как их принято называть – аллели. В этом случае локус считается полиморфным. Если локусы гомологичных хромосом содержат одинаковые аллели, то особь является гомозиготой данного локуса, если разные, то гетерозиготой.

В 1959 году при сочетании методов электрофоретического разделения белков и гистохимического их окрашивания было обнаружено, что один и тот же фермент может быть представлен в организме множественными формами, различающимися по электрофоретической подвижности, ряду физико-химических свойств и, соответственно, про-

являющихся на фореграммах как группа фракций. Их назвали изоэнзимами или изоэзимами (Markert C.L., Moller F., 1959; Markert C.L., Whitt G., 1968). Расположение фракций изоэзимов на фореграммах не является случайным. Исследования, включающие посемейный анализ (Харрис, 1973), показали, что по числу и положению фракций можно судить о числе локусов, контролирующих синтез данного фермента, о системе наследования и об аллелях, кодирующих исследуемый фермент у каждой особи.

На рисунке 1 для примера представлена электрофоретическая картина (электрофореграмма) 1-глицерофосфатдегидрогеназы приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Логвиненко и др., 1983). Фракции по своему положению образовали три варианта (фенотипа): либо по одной в четко фиксированных положениях, либо попарно, но так, что каждый элемент пары по своему положению соответствует одной из двух одиночных фракций. По современным данным биохимической генетики подобная картина соответствует схеме генетически детерминированной двухаллельной системы наследования (Харрис, 1973). В таком случае можно предположить, что одиночные фракции представляют собой фенотипы гомозигот AA и BB, а вариант, представленный двойной фракцией – фенотип гетерозиготы AB. Если статистические расчеты, принятые в популяционной генетике, подтверждают нашу гипотезу, то мы можем рассматривать варианты фореграмм как генотипы генетической системы, контролируемой одним локусом. В таком случае I и II варианты можно рассматривать как гомозиготы AA и BB соответственно, а III вариант – как гетерозиготу AB локуса 1-глицерофосфатдегидрогеназы. Точно такую же картину, а именно группу фракций, расположенную определенным образом на электрофореграмме, можно получить при наличии полиморфного локуса, контролирующего любой белок.

Поскольку гетерозигота состоит из двух фракций, положение которых соответствует положению фракций у гомозигот, то очевидно проявление в гетерозиготе признаков, контролируемых обоими аллелями. Такая система называется кодоминантной. Благодаря четким визуальным различиям между генотипами можно легко узнать числовой объем каждого генотипа в пробе (выборке из скопления) и, соответственно, рассчитать, используя общепринятые формулы, основные генетические параметры выборки – частоты всех аллелей выявленной кодоминантной системы, частоты генотипов и общую частоту гетерозигот, которая трактуется как оценка изменчивости. Генетические параметры, выявляемые электрофоретическим методом, принято называть биохимико-генетическими маркерами.

В современном понимании популяция зоологических видов рассматривается как единый, в той или иной степени обособленный генофонд, характеризующийся вышеуказанными параметрами, определяющими генетические различия между популяциями. Поэтому, зная частоты аллелей и генотипов ряда локусов можно провести сравнение выборок по данным параметрам, и на основании полученных результатов, с учетом экологических и географических особенностей ареала, сделать вывод о популяционной структуре вида и о генетической взаимосвязи отдельных скоплений.

Возможность четкого определения генетических параметров является одним из ключевых преимуществ данного метода. Наследственным системам на морфологическом уровне очень часто присущ эффект доминантности, заключающийся в том, что так называемый доминантный аллель в той или иной степени подавляет в гетерозиготе проявления альтернативного аллеля – рецессивного. В таком случае фенотип гетерозиготы часто не отличим от одной из гомозигот, что создает большие сложности, а иногда делает невозможным полное определение генетических параметров, ибо для их расчета требуется полный набор генотипов данного локуса. Кроме того морфологические признаки, как правило, обладают широкой нормой реакции, то есть могут изменяться в зависимости от влияния экологических факторов. Поэтому их использование в качестве популяционных маркеров часто затруднено, а иногда и просто невозможно. Показательно в этом отношении исследование сезонной изменчивости большого прудовика *Lymnea stagnalis* по биохимико-генетическим маркерам и морфологическим признакам раковины (Логвиненко и др., 1974). На протяжении трех лет частоты аллелей неспецифических эстераз у

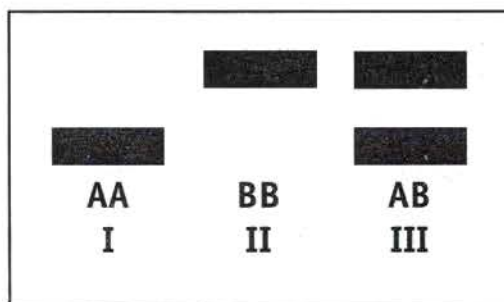


Рис. 1. Схема электрофореграмм 1-глицерофосфатдегидрогеназы мышц приморского гребешка

этого моллюска оставались постоянными в четырех участках ареала, в то время, как морфологические признаки раковины изменялись без какой-либо закономерности в каждом участке от сезона к сезону.

Два этих качества морфологических признаков – редкая встречаемость кодоминантных систем наследования и тесная зависимость от условий окружающей среды, определили тот широкий интерес к биохимико-генетическим исследованиям, позволяющим четко определять популяционные генетические параметры, в большинстве случаев не зависящие от влияния физиологического состояния и экологических условий.

В настоящее время биохимико-генетические маркеры используются при изучении популяционной структуры и процессов протекающих в ней у самых разнообразных зоологических групп (Р. Левонтин, 1978, А.С. Голубцов, 1988, Ю.П. Алтухов 1989), в том числе и моллюсков. Естественно, что наибольшим вниманием исследователей пользуются промысловые и культивируемые виды моллюсков, среди которых одно из первых мест занимают мидии. Так, на основании частот аллелей шести ферментных локусов было исследовано генетическое разнообразие *Mytilus edulis* вдоль Атлантического побережья Северной Америки и обнаружено различие между поселениями на открытых участках океанического побережья и в проливе Лонг-Айленд (Koehn et al, 1976). На основе использования биохимико-генетических маркеров была выявлена генетическая гетерогенность поселений *M.edulis* у восточного побережья Канады (Dicke 1983), а также показана иерархия популяционной структуры этого вида у берегов Японии (Yamanaka, Fujio, 1983). Подобным же образом проведено исследование генетического разнообразия и других видов: *M.galeorprovincialis*, *M.trossulus*, *M.californicus* в разных участках ареала: Средиземное море, Тихоокеанское и Атлантическое побережье США, Северное море, океаническое побережье Ирландии и Португалии (Tracey et al., 1975; Gosling, 1979; Rodino, Comparini, 1980; Kerstin, 1986; Bulnheim, Gosling, 1988; McDonald, Siebenaller, 1989).

Проведено исследование биохимико-генетического разнообразия других промысловых видов моллюсков – устриц, (Buroker, 1979; Johannesson et al, 1989;) и гребешка (Beaumont, 1982; Fevolden, 1989; Bricelj, Krause, 1992).

## **2. Методика исследования биохимико – генетического разнообразия**

Основам теории электрофореза и возможности его приложения к различным областям биологических исследований посвящены ряд монографий, начиная с 70-х годов нашего столетия (Маурер, 1971; Корочкин и др., 1977; Айала, 1984; Харрис, 1973; Гааль и др., 1982). При этом сами методы электрофореза могут быть самыми разнообразными. Различны аппаратура, опорные среды, режим электрофореза. Техника электрофореза белков прошла длинный путь от применения, в качестве носителей, жидких и твердых веществ до использования крахмальных и акриламидных гелей. В основе действия гелей лежит эффект молекулярного сита. Однако полиакриламидный гель имеет ряд преимуществ при разделении белков. Он химически стабилен, и, соответственно, легче стандартизируется, прозрачен, его структура позволяет получать поры любого размера, устойчив к изменениям pH, хорошо воспроизводим.

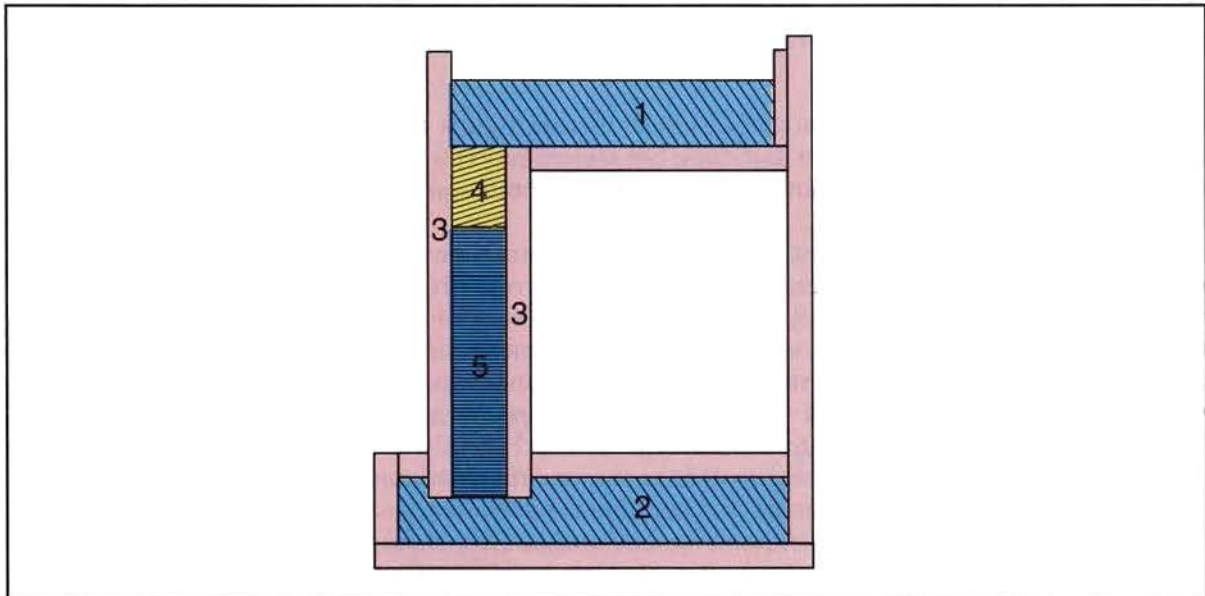
На основе полиакриламидного геля Девис (Davis, 1964) и Орнстайн (Ornstein, 1963 в Маурере, 1971) разработали метод диск – электрофореза при котором pH и размеры пор неодинаковы в разных частях геля (так называемая "прерывистая" система), благодаря чему возникает эффект концентрирования в верхней части геля, а затем детальное разделение в нижней. Теория и практика диск – электрофореза подробно описана Маурером (Маурер, 1971). Диск – электрофорез имеет достаточно высокую разрешающую способность для выявления полиморфных белков и ферментов и в настоящее время широко применяется в популяционных исследованиях.

Безусловно, этот метод требует определенных затрат на оборудование и реактивы. Для организации биохимико – генетических работ необходимы: 1 – прибор для проведения электрофореза, 2 – центрифуга, 3 – холодильник бытовой, 4 – морозильная камера.

В целом, прибор для проведения электрофореза в полиакриламидном геле включает в себя камеру для электрофореза и источник постоянного тока. Принципиально, конструкция камеры для диск – электрофореза состоит из двух плексовых сосудов, верхнего и нижнего, в которые наливают буфер. В сосуды впаяны платиновые электроды. Между сосудами помещают либо вертикальные стеклянные трубки, либо две скрепленные между собой вертикальные стеклянные пластины. Растворы для полимеризации залива-

ют в трубки или между пластинами. При заливке растворов, трубки или пластины прижимают вертикально к специальной подставке, герметизируя таким образом один из концов, до окончания полимеризации геля. Гель полимеризуют послойно. Слои могут иметь разные поры, разный состав буферов, разный pH. Проба наслаивается в стеклянные трубки поверх геля, а между стеклянными пластинами – в щели, сформированные специальной зубчатой пластиной – гребенкой. После полимеризации подставку убирают и гель непосредственно соприкасается с буферными растворами. Электроды подключают к источнику питания и при включении начинается направленное движение белковых молекул сверху вниз, от катода к аноду (рис. 2).

Для популяционно – генетических работ предпочтительнее диск – электрофорез в пластинах геля, так как он дает возможность одновременно исследовать большое количество проб, находящихся в идентичных условиях, вследствие одновременной послойной заливки геля. При электрофорезе в стеклянных трубках, в каждую из них слои геля заливаются индивидуально, между собой они не сообщаются, вследствие чего создается отдельная система для каждой пробы и появляется возможность для нарушения идентичности условий. В настоящее время различными фирмами, например, Pharmacia, Bio – Rad, выпускается много вариантов камер для электрофореза, различающихся деталями конструкции и приспособленных для решения различных задач. В лаборатории биологии развития животных Биологического факультета МГУ специально для проведения популяционно – генетического анализа разработаны и постоянно используются камера и пипетка для внесения проб (Трувеллер, Нефедов, 1974) (рис. 2а). Эта камера позволяет одновременно анализировать 46 – 80 проб.

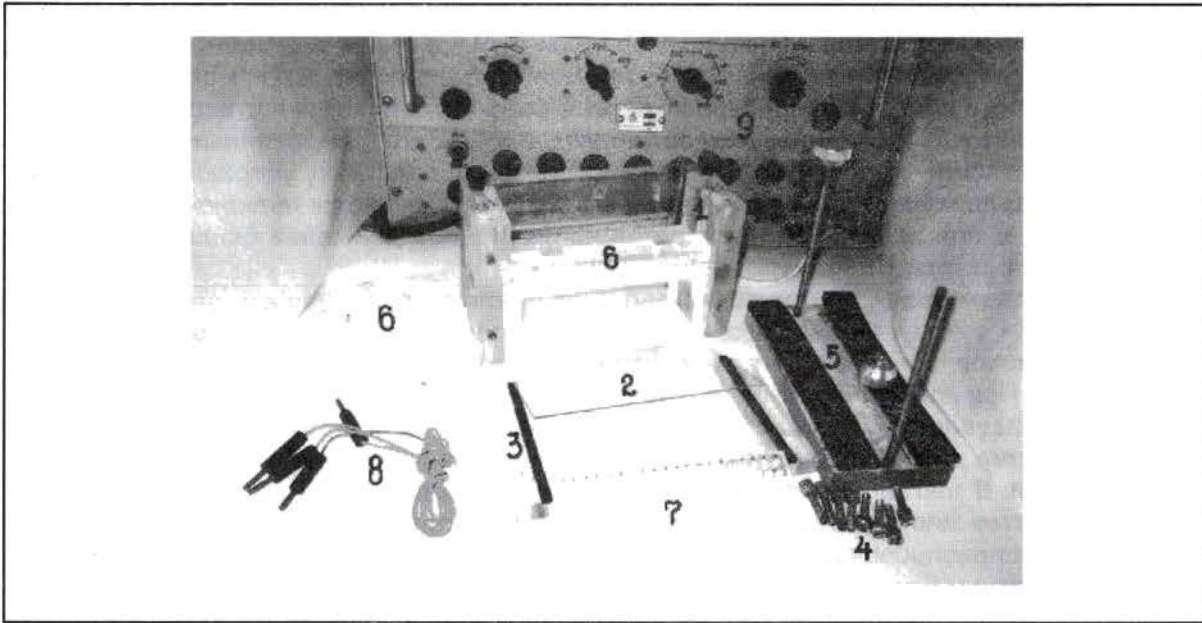


**Рис. 2.** Схема прибора для вертикального электрофореза в пластинах геля (разрез) (Маурер, 1971). 1 - верхний сосуд для буфера, 2 - нижний сосуд для буфера, 3 - стеклянные пластины, 4 - верхний «концентрирующий» гель, 5 - нижний «разделяющий» гель

Источник постоянного тока должен иметь мощность не менее 180 вольт. Центрифуга должна быть с рефрижератором и давать скорость до 18 тысяч оборотов в минуту ( $g$  не менее 35 тысяч).

Реактивы, используемые при электрофорезе белков можно разбить на две группы: I – для собственно проведения электрофореза, II – субстраты и красители для выявления ферментов и неферментативных, так называемых, общих белков. В I группу входят реактивы для полимеризации геля (акриламид, метиленбисакриламид, различные катализаторы реакций), а также для получения буферных растворов с определенными pH (трис, глицин, различные кислоты). Реактивы II группы крайне разнообразны, так как для проявления каждого фермента необходим специфичный субстрат и краситель.

Любая биохимико-генетическая работа на новом зоологическом объекте начинается с поиска полиморфных локусов. Полиморфный локус должен удовлетворять, в первую очередь, следующим условиям: генетическая система, которую он контролирует должна быть кодоминантной, число аллелей желательно не более пяти, иначе нуж-



**Рис. 2а.** Основные узлы камеры для электрофореза К.А. Трувеллера, Г.Н. Нефедова (1974). 1 - сосуд для верхнего буфера, 2 - стеклянные пластины, 3 - прижимная планка, 4 - винты для прижимной планки, 5 - штатив для заливки геля, 6 - штампы (гребенки) для формирования лунок, 7 - раститровочная пластина, 8 - провода со штекерами для подключения, 9 - универсальный источник питания

ны выборки слишком большого объема. В оптимальном варианте для начала исследования нужно иметь несколько выборок (не менее двух) из взаимно удаленных участков исследуемого ареала, для получения возможно большей информации о числе и положении фенотипов.

Для ускорения поиска следует использовать ткани разных органов, так как полиморфизм одного и того же фермента или неферментативного белка может быть по-разному выражен в разных тканях. Для пространственно – генетического анализа с точки зрения систематических различий не имеет значения белок какой ткани использован в исследованиях. Так, например, существует ряд работ, где электрофоретические спектры мышечных водорастворимых белков – миогенов используются для решения вопросов систематики (Tsuyuki et al., 1967; Кодолова, Логвиненко, 1988), и в то же время полиморфные локусы миогенов использованы в исследовании популяционной структуры моллюсков (Логвиненко и др., 1982). В целом для подобных работ используют ферменты самых разных тканей – лейцинаминопептидаза печени мидии (Жуковская и др., 1987), глюкозодегидрогеназа жабр клиновидной перловицы *Unio tumidus* (Правдухина, Кодолова, 1996), эстеразы эритроцитов карпа (Brody et al, 1979).

Найдя четкую полиморфную систему какого либо фермента необходимо подтвердить ее генетический контроль соответствующим локусом. Для этого нужно проанализировать выборку определенного объема из одного участка. Объем выборки зависит от числа предполагаемых аллелей. Следует отметить, что при проверке гипотезы наследования, оптимально, чтобы были в наличии все возможные варианты фенотипов. Как мы показали ранее в двухаллельной системе их три ( AA, BB, AB), в трехаллельной – шесть (AA, BB, CC, AB, AC, BC) и так далее по числу сочетаний фракций. Обычно для двух – трех – аллельной системы достаточно 100 экземпляров

Для подтверждения гипотезы наследования используют формулу Харди–Вайнберга, определяющую теоретическое распределение фенотипов в популяции при заданных частотах аллелей и любой гипотезе кодоминантного наследования. Если фактическое распределение фенотипов соответствует теоретическому, то можно считать, что гипотеза прошла проверку и обнаруженный нами полиморфизм можно трактовать как генетически детерминированную кодоминантную двух или более аллельную систему, частоты аллелей и генотипы которой могут служить биохимико–генетическими маркерами. Нарушение соотношения Харди–Вайнберга может означать, что неправильно трактуется наследование фенотипов или свидетельствовать о наличии давления систематических или случайных факторов, как например смешение выборок с

разными генетическими характеристиками (Меттлер, Грег, 1972; Животовский, 1983). Обычно, перебрыв 20 – 30 локусов находят не более трех – пяти генетически детерминированных систем, на основе которых можно корректно проводить популяционный анализ.

При этом выявленные полиморфные локусы нужно проверить на сцепление, ибо если они находятся в одной паре гомологичных хромосом и наследуются вместе, тогда для анализа нужно брать только один ген из группы сцепления. Если же найденные локусы независимы, то их все можно использовать в работе.

При планировании биохимико-генетического исследования популяционной структуры необходимо учитывать биологию объекта и географические особенности ареала. Все точки взятия проб должны быть спланированы. Начинать, как правило лучше с двух взаимно удаленных участков исследуемого ареала.

Однако, есть еще один момент, который надо рассмотреть при использовании биохимико-генетических маркеров. В ряде работ на разных видах животных показано, что частоты определенных аллелей могут быть как постоянны для данной популяции в течение длительного времени, так и подвержены сезонной и возрастной изменчивости (Голубцов, 1988). Поэтому при исследовании популяционной структуры любого вида следует учитывать колебания частот аллелей во времени, так как различие между выборками по данному признаку может оказаться отражением временной генетической динамики популяций, а не свидетельством пространственной дифференциации.

Работы по исследованию временной изменчивости частот аллелей следует проводить параллельно пространственной съемке. Но во избежание ошибочных выводов, до получения результатов исследования временной изменчивости, выборки для электрофоретического сравнения должны состоять из взрослых, половозрелых особей и быть собранными в один и тот же сезон.

Выборки до места проведения электрофореза лучше доставлять живыми, анатомировать и вычленять отдельные ткани, которые до использования необходимо хранить при температуре не выше, чем  $-18^{\circ}\text{C}$  градусов.

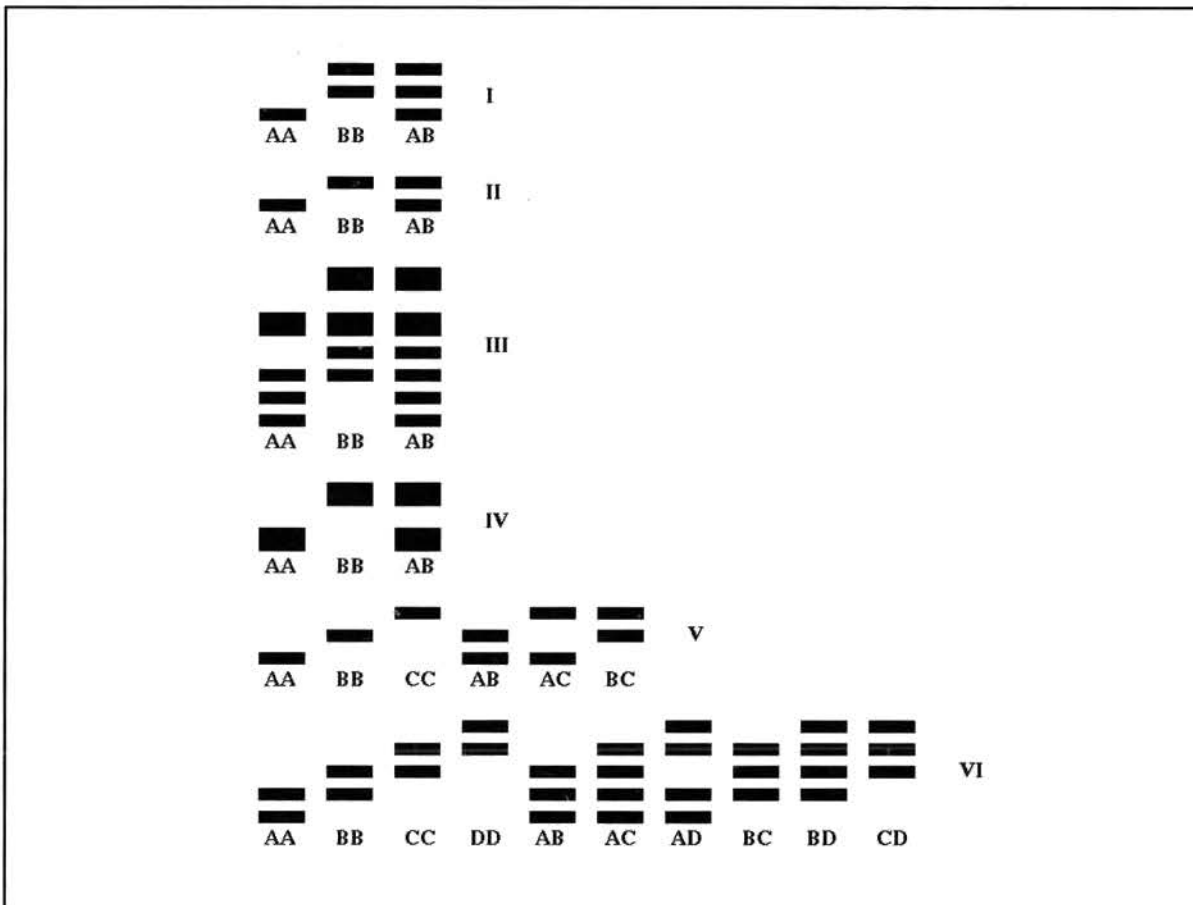
### 3. Пример использования метода

Как пример использования метода приводятся исследования популяционной структуры приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* и черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam.

Выборки обоих видов моллюсков доставляли в лабораторию живыми и обрабатывали по вышеописанной методике. После предварительных экспериментов с образцами различных тканей, с изменениями плотности гелей, соотношений объемов гелей различной плотности, систем буферных растворов, электрических параметров (силы тока и напряжения) нам удалось выявить ряд полиморфных локусов, с четко выраженными фенотипами для каждого из исследованных видов. Результаты сравнения наблюдаемого распределения фенотипов с теоретически ожидаемым по формуле Харди-Вайнберга показали, что в некоторых случаях обнаруженный нами полиморфизм можно трактовать как генетически детерминированные кодоминантные системы, каждая из которых контролируется отдельным локусом. Таким образом, нами были выявлены четыре двухаллельные системы мышечных водорастворимых белков – миогенов (My-1, My-2, My-3, My-4) и 1-глицерофосфатдегидрогеназы мышц (1-GPDH) у приморского гребешка; четырехаллельная система лейцинаминопептидазы (LAP) и трехаллельная система неспецифических эстераз (Est) печени у черноморской мидии (рис. 3) (Логвиненко и др., 1982; Жуковская и др., 1987). Анализ на сцепление между исследованными локусами каждого вида по гипотезе случайного комбинирования показал, что частоты аллелей каждой обнаруженной нами генетически детерминированной системы могут характеризовать популяцию независимо друг от друга.

Режим электрофореза и окраски был стандартизирован и неуклонно соблюдался в последующих экспериментах.

При работе с приморским гребешком использовали ткань мускула-замыкателя. Непосредственно перед экспериментом ткань гомогенизировали с трис-фосфатным буфером (pH-6,7) в соотношении 1:1. Гомогенат центрифугировали (15 тыс. оборотов в минуту) в течение 30 минут с охлаждением. Для анализа брали надосадочную жидкость. Использовали два варианта электрофореза.



**Рис. 3.** Схемы электрофореграмм фено типов исследованных локусов. I- My-4; II - My-3, My-1; III - My-2; IV - 1-GPDH; V - EST; VI - LAP

В первом варианте каждый блок состоял из нижнего разделяющего геля (концентрация акриламида 10%), приготовленного на трис-хлоридном буфере (pH-8,9) и верхнего концентрирующего геля (концентрация акриламида 3,7 %), приготовленного на трис-фосфатном буфере (pH-6,9). В электродных сосудах использовали трис-глициновый буфер (pH-8,3). Перед внесением образцов надосадочную жидкость смешивали с 60% -ным раствором сахарозы в соотношении 1:2. До вхождения метки (бром-фенол голубой) в нижний разделяющий гель устанавливали напряжение 200 В при силе тока 50 мА, после вхождения - 400 В при 100 мА. Электрофорез заканчивали, когда метка достигала нижнего края геля. Этот вариант давал оптимальные результаты разделения в двух наиболее быстрых полиморфных зонах миогенов (My-1 и My-2). Наиболее медленная полиморфная зона (My-4) оптимально выявлялась при этих же условиях, но при более длительном времени электрофореза (дополнительный час после выхода метки в буфер). Одновременную окраску и фиксацию электрофореграмм миогенов проводили слабым раствором кумасси в 14% трихлоруксусной кислоте. Полиакриламидные блоки после окраски отмывали 7% уксусной кислотой.

Во втором варианте разделяющий гель готовили на трис-ЭДТА-боратном буфере (pH-9,0) при концентрации акриламида 7,5%. В электродных сосудах использовали трис-ЭДТА-боратный буфер (pH-9,0). концентрирующий гель готовили по первому варианту. Перед внесением образцов надосадочную жидкость смешивали с 60%-ным раствором сахарозы в соотношении 1:1. До вхождения метки в нижний разделяющий гель устанавливали напряжение 100 В при силе тока 90 мА, после вхождения - 200 В при 120 мА. Электрофорез заканчивали через час после выхода метки в электродный буфер. Этот вариант давал оптимальные результаты для еще одной полиморфной зоны миогенов (My-3) и для локуса 1- GPDH. Для выявления 1-GPDH блок окрашивали слабым раствором нитро-синего тетразолиевого в трис-хлоридном буфере с pH-8,5. В качестве субстрата использовали 1-глицерофосфат натрия.

Для работы с черноморской мидией использовали ткань печени. Отпрепарированную ткань гомогенизировали с дистиллированной водой в соотношении 1:2. Гомогенат центрифугировали (12 тыс. об/мин) в течение одного часа с охлаждением. Надосадочную жидкость смешивали с 60%-ным раствором сахарозы на трис-фосфатном буфере (рН-6,9) в соотношении 1:1. При электрофорезе с окраской на лейциламинопептидазу концентрирующий гель (концентрация акриламида – 3,1%) готовили на трис-фосфатном буфере (рН-6,9), разделяющий гель (концентрация акриламида 6,5) готовили на трис-ЭДТА-боратном буфере (рН-9,0). В качестве сосудного буфера использовали трис-ЭДТА-боратный буфер. До вхождения метки в разделяющий гель устанавливали напряжение 100 В при силе тока 120 – 130 мА, после вхождения – 200 В при силе тока 160 – 170 мА. Электрофорез продолжался 40 минут после выхода метки в буфер. Окраску производили К-черным прочным, в качестве субстрата использовали 1-лейцил-2-нафтиламид на фосфатном буфере (рН-5,4).

При электрофорезе с окраской на неспецифические эстеразы концентрация акриламида в концентрирующем геле 3,1%. Разделяющий гель состоял из двух слоев: нижнего высотой 25 мм (концентрация акриламида 12%) и верхнего, высотой 35 мм (концентрация акриламида 7,5%). Оба слоя готовили на трис – ЭДТА – боратном буфере ( рН – 6.9 ). В качестве сосудного буфера использовали трис – ЭДТА – боратный буфер. До вхождения метки в верхний слой разделяющего геля устанавливали напряжение 100 В при силе тока 110 – 130 мА, после вхождения – 200 В при силе тока 160 – 170 мА и при вхождении в нижний слой разделяющего геля – 250 В при силе тока 160 – 170 мА. Электрофорез заканчивали через 1 час 20 мин. после выхода метки из геля. Окраску на неспецифические эстеразы проводили TR красным прочным, используя в качестве субстрата 1- нафтилацетат на фосфатном буфере (рН – 7,2 ).

Электрофоретический анализ всех ферментов проводили в камере для вертикального электрофореза в полиакриламидном геле конструкции К.А.Трувеллера и Г.Н. Нефедова (1974).

Для изучения возрастной и сезонной генетической изменчивости исследуемых видов ежегодно в разные сезоны проводили сбор приморского гребешка в 1979 – 1983 г.г. и в 1987 г. из промысловых садков в б.Алексеева (зал. Посьет), общим объемом 960 экземпляров, и черноморской мидии в 1986 – 1988 г.г. и в 1991 г. из промышленных коллекторов мидийных хозяйств в районах Крымского (б. Капсель) и Кавказского (пос. Большой Утриш) побережий Черного моря (табл. 1 и 2), общим объемом 1900 экземпляров.

Представленный материал включает ряд поколений (поколений) обоих видов. При определении возраста пелагическую стадию личинок не учитывали. Возраст определяли по отрезку времени от оседания личинок в садок или на коллектор до сбора проб. В каждую выборку входила только одна возрастная группа.

В выборках приморского гребешка распределение фенотипов в подавляющем большинстве случаев соответствовало закону Харди-Вайнберга (Правдухина и др., 1990). На рис. 4 графически представлены частоты аллеля А и их доверительные интервалы при вероятности 0,95 по каждому локусу для всех выборок. Как видно из представленного материала, частоты аллелей каждого локуса колеблются в весьма узких пределах. При попарном статистическом сравнении выборок по частотам аллелей всех исследованных локусов достоверные различия получены в 9 случаях из 164 сравнений и ни в одном случае не превышают вероятность 0,95. В шести случаях эти различия связаны с динамикой частоты аллеля А локуса Мy-1 во II генерации. В младшей выборке моллюсков этой генерации (выб. 4, возраст 10 мес.) она незначительно, но достоверно ниже, чем в старших группах этой и других генераций. В целом же можно сказать, что столь редкие различия отражают случайные колебания частот аллелей и не носят какого-либо направленного характера, а по локусам Мy-2 и Мy-4 достоверных различий не получено вообще. В подавляющем большинстве случаев мы не обнаружили достоверных различий между выборками разных возрастов, разных генераций, а также между выборками, полученными в разные сезоны. Из представленного материала видно, что ни одну из выборок ни по одному локусу нельзя выделить из общего ряда, так как доверительные интервалы частот аллелей каждого локуса перекрываются и крайние варианты связаны рядом переходов. Таким образом мы считаем, что частоты аллелей выявленных нами полиморфных локусов Мy-1, Мy-2, Мy-3, Мy-4 и 1-GPDH приморского гребешка могут быть использованы для популяционно-генетического анализа.

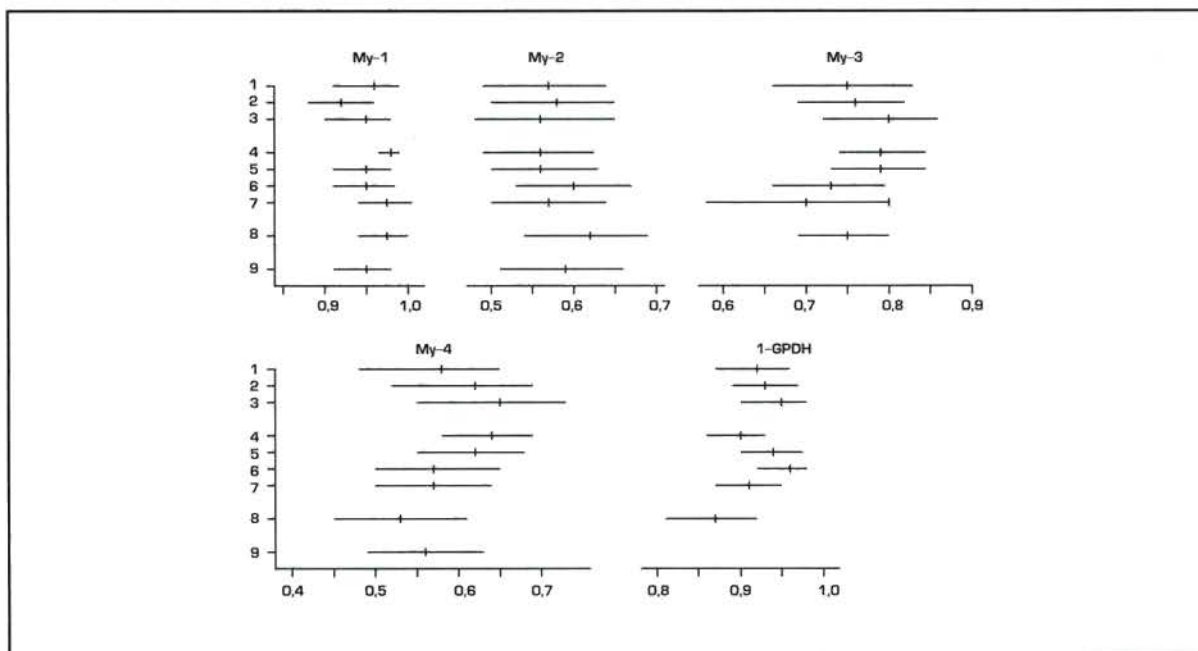
**Таблица 1.** Возрастной состав генераций *Mizuhopecten yessoensis* из бухты Алексева.

№ выборки	№ генерации	Время оседания	Время сбора	Возраст
1	I	июнь	ноябрь 1979	1 г. 4 мес
2		1977	ноябрь 1980	2 г. 4 мес
3			июнь 1982	4 г
4	II		май 1980	10 мес
5		июнь	ноябрь 1980	1 г. 4 мес
6		1979	май 1981	1 г. 10 мес
7			июнь 1982	3 г
8	III	июнь 1982	декабрь 1983	1 г. 5 мес.
9	IV	июнь 1986	май 1987	10 мес

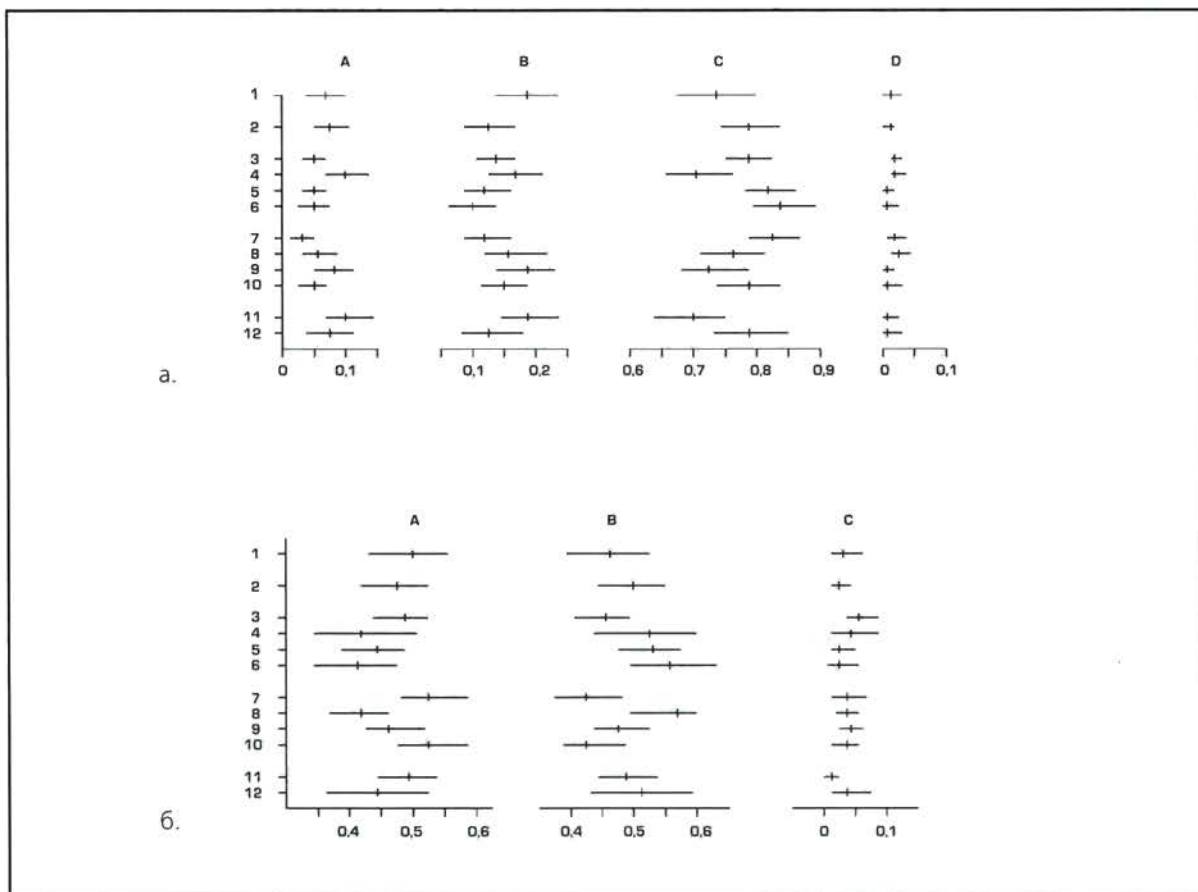
**Таблица 2.** Возрастной состав генераций *M. galloprovincialis* из исследованных участков Черного моря

№ выборки	№ генерации	Место сбора	Время оседания на коллектор	Время сбора	Возраст (год; месяц)
1	I	Судакский залив, бухта Капсель	март 1985	апрель 1986	1г 1мес
2	II		март 1984	июль 1986	2г 4мес
3	III			сентябрь 1986	7мес
4			февраль 1986	февраль 1987	1год
5				сентябрь 1987	1г 6мес
6				декабрь 1987	1г 10мес
7	IV			декабрь 1987	6мес
8			март 1987	сентябрь 1987	8мес
9				февраль 1988	11мес
10				к.января 1991	3г 10мес
11	V	В районе мыса Большой Утриш	март 1986	февраль 1987	11мес
12				сентябрь 1987	1г 6мес

Распределение фенотипов в выборках черноморской мидии во всех случаях соответствовало закону Харди-Вайнберга (Жуковская, Кодолова, 1997). На рис. 5а представлено графическое изображение частот аллелей локуса LAP и их доверительных интервалов с вероятностью 0,95 для каждой исследованной выборки. Парное сравнение выборок по частотам аллелей локуса LAP выявило ряд достоверных различий. При этом различия могут быть столь велики, что даже доверительные интервалы не перекрываются. Как видно из приведенных данных, практически все обнаруженные различия связаны с изменением частот аллелей А,В,С в выборках возраста 8 – 13 месяцев (выборки номер 1, 4, 8, 9, 11). Эти выборки не различаются между собой, но достоверно отличаются от всех выборок общего ряда, прежде всего по частоте аллеля С. Остальные возрастные группы статистически неразличимы по частотам ведущих аллелей вне зависимости от местоположения и принадлежности к той или иной генерации.



**Рис. 4.** Распределение частоты аллеля А исследованных локусов в культивируемых выборках приморского гребешка б. Алексева. Вертикальная шкала - номера выборок, горизонтальная шкала - значения частот аллелей. Поперечная линия - частота аллеля, горизонтальная линия по обе стороны частоты - доверительный интервал при вероятности 0,95. Обозначение выборок в табл. 1



**Рис. 5.** Распределение частот аллелей А, В, С, Д локуса LAP (а) и частот аллелей А,В,С локуса EST (б) в культивируемых выборках черноморской мидии. Условные обозначения см. рис. 4. Обозначения выборок см.таблицу 2

Анализ динамики частот аллелей внутри отдельных генераций выявил достоверное понижение частоты аллеля С (рис. 5а), сопровождающееся повышением частот аллелей А и В в первый зимний период в жизни каждого поколения. Это явление начинается в осенние месяцы, о чем свидетельствует значительное понижение частоты аллеля С от сентября (выб. 7) к декабрю (выб. 8). В летние месяцы частота аллеля С во всех генерациях восстанавливается до первоначальной величины и в дальнейшем сохраняет стабильность до самой старшей возрастной категории исследованной нами – 3 года 10 месяцев (выб. 10). Параллельно, но с обратным знаком, происходит изменение частот аллелей А и В. В итоге уже к возрасту 1 год 6 месяцев, то есть к следующей осени, частоты аллелей в популяции возвращаются к исходным состояниям.

Итак, частоты аллелей локуса LAP подвержены возрастным изменениям, но только в первые полтора года жизни генерации. Это, видимо, объясняется давлением естественного отбора на носителей аллеля С в первый осенне-зимний период их жизни. В последующее время вектор отбора, очевидно, меняется на противоположный и происходит восстановление и стабилизация первоначального соотношения частот аллелей в генерации.

Для выявления генотипов, наиболее подверженных действию отбора, был проведен сравнительный анализ распределения их по выборкам. Анализ показал, что гомозигота СС является, видимо, основным генотипом локуса LAP, на который было направлено элиминирующее действие естественного отбора в указанный период.

Результаты статистической обработки распределения частот аллелей локуса Est представлены на рис. 5б. Как показывает материал, ни в одном случае мы не можем отчетливо выделить по частотам аллелей какую-либо возрастную группу из общего ряда выборок, однако, в 18,5 % случаев сравнений между ними обнаружены достоверные различия по частоте ведущих аллелей А и В. Детальный анализ динамики частот аллелей данного локуса внутри каждой генерации показал, что частоты аллелей локуса Est подвержены колебаниям в течение всей жизни генерации. Эти колебания, по-видимому, являются следствием действия естественного отбора, оказывающего давление на генерацию. При этом вектор отбора, меняющий соотношение частот аллелей, может быть идентичен для разных генераций в первый год жизни моллюсков, но в дальнейшем становится специфичным для каждой генерации. Особенно хорошо в нашем материале это прослеживается на примере III и IV генераций. Для обеих генераций характерно понижение частоты аллеля А в выборках возрастом 8 – 13 месяцев, то есть в первый осенне-зимний период жизни генерации. Дальнейшие изменения частот аллелей имеют разную направленность – уменьшение в III генерации и повышение в IV генерации.

Таким образом, подверженными сезонно-возрастной изменчивости оказались частоты аллелей обоих локусов, но частоты аллелей локуса LAP – циклично, и только в определенный период жизни генераций, а частоты аллелей локуса EST – непредсказуемо и в течение всей жизни генераций.

Временная изменчивость мидий по частотам аллелей локусов LAP и EST может привести к ошибкам при исследовании пространственного генетического разнообразия. Однако благодаря проведенному исследованию можно предложить способ их использования в качестве биохимико-генетических маркеров для изучения популяционной структуры черноморских мидий. Следует учесть, что изменение частот аллелей локуса LAP наблюдалось только в первый осенне-зимний период жизни генерации, и выборки, собранные летом, не различались между собой по частотам аллелей и генотипов локуса LAP, так как находились за пределами периода сезонных и возрастных изменений данного локуса. Поэтому, при использовании LAP в качестве генетического маркера, сбор материала для популяционных исследований следует проводить летом или ранней осенью. Локус EST также может быть использован при изучении популяционной структуры исследуемого вида, но ввиду непредсказуемости направления изменений лишь в качестве дополнительного маркера. При этом особое внимание должно быть уделено серийному сбору материала, ибо какие – либо корректные выводы в данном случае возможны только на основе массовых проб.

На основе использования выявленных и проверенных на разные формы изменчивости биохимико-генетических маркеров было проведено исследование пространственного генетического разнообразия приморского гребешка *M.yessoensis* и черноморской мидии *M.galloprouncialis* с целью определения популяционной структуры этих видов.

Материалом для исследования генетического разнообразия приморского гребешка по ареалу послужили 8 выборок моллюсков (общим объемом около 800 экземпляров),

полученных в период с 1979 по 1984 г.г. по ареалу от Южного Приморья до острова Сахалин, Южных Курильских островов и залива Муцу (Япония) (рис. 6).

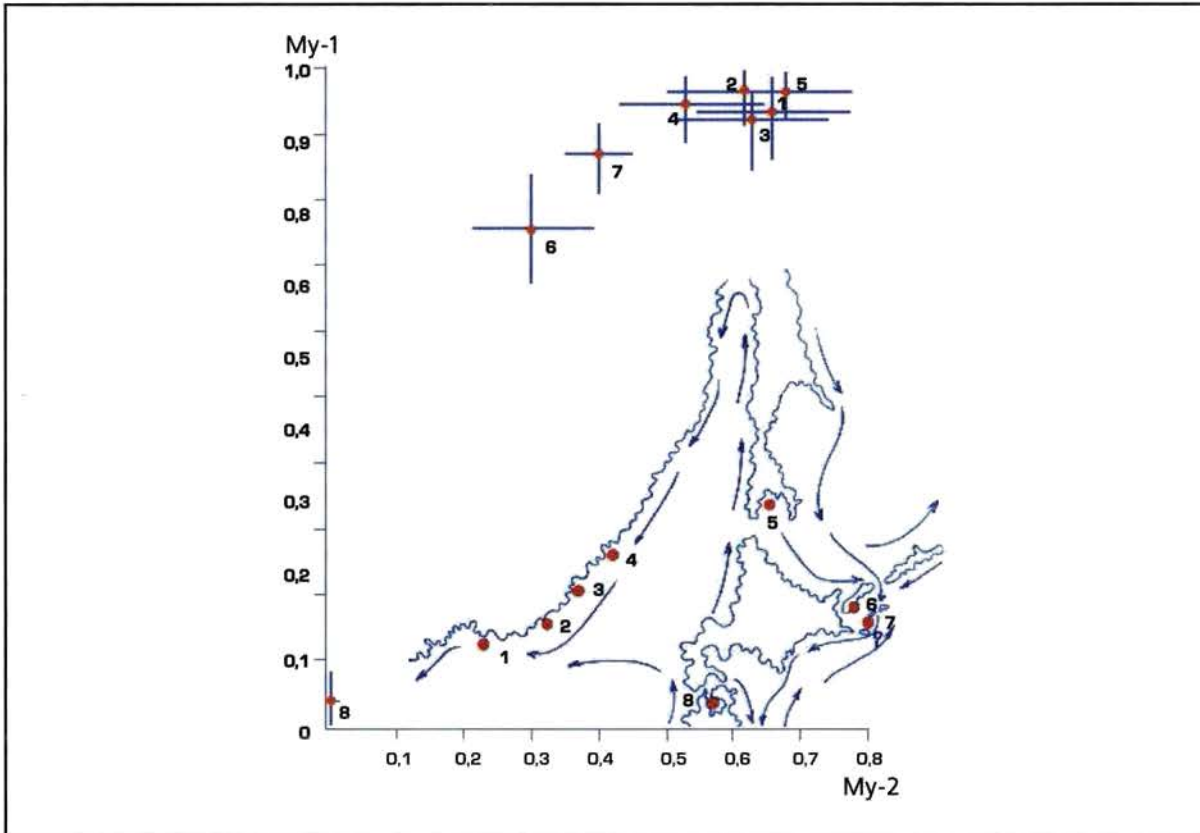
Почти во всех выборках соотношение фенотипов каждого локуса соответствовало закону Харди – Вайнберга. Парное сравнение выборок (Правдухина и др., 1987) показало, что скопления приморского гребешка из береговых районов Приморского края, острова Сахалин и района Курильских островов отличаются от скоплений в заливе Муцу по частотам аллелей всех исследованных локусов, а один из аллелей локуса  $Mu-2$  вообще отсутствует в выборке из залива Муцу. Скопление из залива Муцу безусловно генетически разобщено с остальными исследованными скоплениями. Выборки из района Курильских островов с большой степенью достоверности отличаются от почти всех выборок береговых районов Приморского края и залива Анива (о.Сахалин) по двум исследованным локусам ( $Mu-1$  и  $Mu-2$ ). Уровень этих различий позволяет отнести выборки из района Курильских островов и районов Приморского края к двум генетически обособленным популяциям. Курильские выборки (6 и 7) достоверно, с большой степенью вероятности различаются между собой только по частоте аллеля локуса  $Mu-2$ , но их генетическая обособленность друг от друга требует дальнейшего исследования. Сравнение между собой выборок из береговых районов Приморского края и залива Анивы показало клинальное понижение частоты аллеля А локусов  $Mu-3$  и  $Mu-4$  с юго-запада на северо-восток. В некоторых случаях наблюдали ряд достоверных различий и по частоте аллелей других локусов. Наибольшее различие обнаружено между двумя наиболее отдаленными выборками – залив Алексеева и залив Анива, что видимо, объясняется естественным уменьшением обмена личинок между ними.

Для наглядного представления о степени генетической дифференциации выборок на рис.6 приводится распределение выборок по частоте аллелей локусов  $Mu-1$  и  $Mu-2$  в системе двух координат. Прежде всего необходимо отметить, что выборки разбились на группы, доверительные интервалы которых даже не перекрываются. Наиболее удалена от общей группы выборка из залива Муцу (8). Выборки из Южного Приморья (1 – 5) лежат тесной группой, удаленной от двух Курильских выборок, также практически без перекрывания доверительных интервалов. Несмотря на некоторые различия все выборки Приморского края и залива Анивы представляют собой тесную группу, доверительные интервалы частот аллелей которой по любому локусу перекрываются и крайние варианты связаны рядом переходов. Поэтому можно считать, что вдоль берега Приморского края расположена единая популяция, состоящая из ряда локальностей, незначительно различающихся между собой частотами аллелей отдельных локусов.

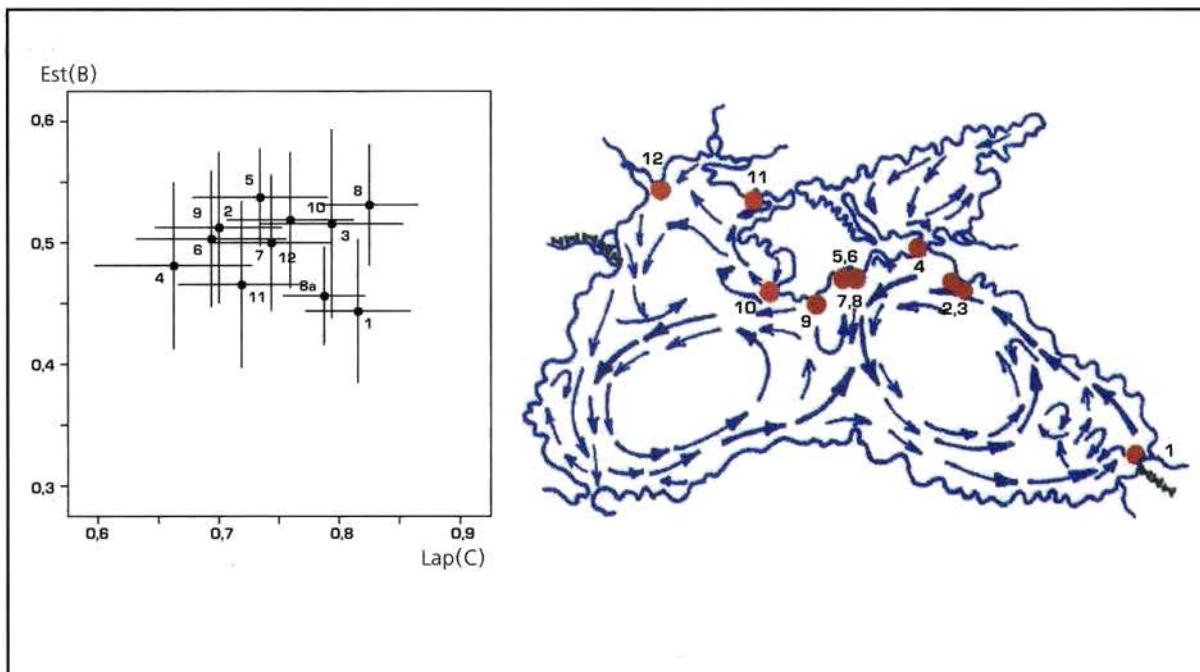
Таким образом, можно предположить не менее трех генетически разобщенных популяций на исследуемой части ареала – в заливе Муцу (Япония), район Южно-Курильских островов (Россия), Южное Приморье от б. Алексеева (залив Посьет) до залива Анива (Россия).

Материалом для исследования пространственного генетического разнообразия мидий Черного моря послужили 12 выборок, полученных из разных районов и биотопов Черного моря (рис. 7). Во всех выборках эмпирическое распределение частот фенотипов обоих локусов соответствовало закону Харди–Вайнберга. Парное сравнение выборок (Жуковская и др., 1987) выявило ряд достоверных различий, подавляющее большинство которых обнаружено по частоте аллелей локуса LAP. Генетическое разнообразие выборок по исследованным локусам достаточно высоко. Например, выборка из района г. Батуми достоверно отличается от большинства выборок по частоте ряда аллелей локуса LAP. Точно также от большинства выборок отличается и выборка из района г. Керчь. Группа выборок с Крымского побережья также имеет между собой ряд достоверных различий.

Однако, распределение частот аллелей в географическом отношении мозаично и близлежащие выборки могут различаться больше, чем значительно удаленные. Так, две близлежащие выборки из района Кавказского побережья (г. Анапа и Б. Утриш) достоверно различаются между собой по частоте аллеля локуса LAP, тогда как одна из них (г. Анапа) не отличается по частоте этого аллеля от выборки Крымского побережья (г. Гурзуф). Точно также невозможно связать генетическую дифференциацию выборок с различными биотопами. Две выборки из разных биотопов Нового Света – скального и илового (5 и 7) не имеют достоверных различий. Не имеет достоверных различий с большинством выборок, вне зависимости от их субстратов, и выборка из илового биотопа в районе г. Скадовска.



**Рис. 6.** Распределение выборок приморского гребешка в системе двух координат. По горизонтали - частота аллеля А локуса My-2, по вертикали - частота аллеля А локуса My-1. 1 - б. Алексеева, 2 - зал. Кит, 3 - зал. Ольга, 4 - зал. Владимир, 5 - зал. Анива, 6 - зал. Серноводский, 7 - пролив Воейкова, 8 - зал. Муцу



**Рис. 7.** Распределение выборок черноморской мидии в системе двух координат по частотам аллелей исследованных локусов. По горизонтали - частота аллеля С локуса LAP, по вертикали - частота аллеля В локуса EST. 1 - г. Батуми (сваи), 2 - г. Анапа (сваи), 3 - Большой Утриш (мидийный коллектор), 4 - г. Керчь (коллектор), 5 - пос. Новый Свет (прибрежные скалы), 6 - пос. Новый Свет (понтон), 7 - пос. Новый Свет (илистое дно), 8, 8а - б. Капсель (коллектор), 9 - г. Гурзуф (сваи), 10 - г. Севастополь (скалы), 11 - г. Скадовск (илистое дно), 12 - г. Одесса (волнорез)

Для более ясного понимания степени генетической дифференциации выборок на рис. 7 графически показано распределение выборок *M.galloprovincialis* по частотам ведущих аллелей исследованных локусов в системе двух координат. Как показывает представленный материал, ни одну из выборок нельзя дискретно выделить из общей группы. Доверительные интервалы частот аллелей перекрываются и выборки объединяются в группу, в которой крайние варианты (выборки из районов г. Керчь и г. Батуми) связаны рядом переходов. Очевидно, все исследованные выборки относятся к единой популяции, объединяющей локальные группировки особей, различающиеся в разной степени по частотам аллелей исследованных локусов.

Сравнение популяционной структуры приморского гребешка и черноморской мидии выявляет качественные различия в их организации (Кодолова и др., 1996). Популяционная структура приморского гребешка состоит из двух иерархических уровней:

1. внутривидовые локальные группировки особей, в той или иной степени различающиеся по частотам аллелей.

2. популяции, имеющие четкие, неперекрывающиеся границы по частотам аллелей.

Для популяционной структуры черноморской мидии характерен только первый, низший уровень.

Оба вида сходны по некоторым биологическим характеристикам – оплодотворение наружное, личинка пелагическая, свободноплавающая. Места обитания – литораль и сублитораль. Но приморский гребешок, при сходных биологических факторах, занимает географически расчлененную акваторию, создающую препятствия процессам миграции. Видимо, вследствие этого возникли два четких иерархических уровня.

## Заключение

Анализ полученных результатов свидетельствует, что биохимико-генетические методы в популяционных исследованиях позволяют четко определить организацию популяционной структуры и выделить ее различные уровни. На этой основе можно устанавливать генетическую дистанцию между локальностями и находить генетические различия между ними, как бы велики или ничтожны они не были, на одном и на разных генетических уровнях. Используя биохимико-генетические маркеры, мы можем исследовать динамику ряда генетических процессов, проходящих в популяции, как, например, временную генетическую изменчивость. Безусловно, использование электрофореза белков при исследовании генетического разнообразия позволяет получить объективную картину популяционной структуры, внося свой вклад в современные концепции популяционной структуры зоологических видов.

Но есть и прикладные стороны этого вопроса.

1. Определив популяционную структуру, к примеру, приморского гребешка, и, выделив отдельные популяции на исследуемом ареале, можно грамотно регулировать промысел этого вида. При нерегулируемом, сосредоточенном на одной популяции промысле возникает угроза практически невозвратимой потери скоплений, ибо они резко отличаются от других, и вероятность их пополнения в данной биогеографической ситуации невелика. Даже теоретически, при снятии географических барьеров, эта часть ареала может заполниться только другой популяцией, с другими генетическими параметрами и, возможно, с другими физиологическими и продукционными свойствами.

Если же промысел ведется на одной из бесчисленных локальностей, составляющих популяцию, то можно ожидать пополнения запасов данного вида из других локальностей той же популяции.

2. Определив генетические параметры промысловой или культивируемой локальности, мы получаем возможность определить и источники ее пополнения. Так, например, если учитывать интенсивность и направление течений в Черном море (рис. 7), то можно предположить занос личинок мидии в б. Капсель на промышленные коллектора из района г. Батуми, так как молодь с коллекторов этой бухты не отличается по частотам аллелей всех исследованных локусов (рис. 7, выб. 8а) от Батумской локальности. Это хорошо заметно на общем фоне генетических различий выборки из района г. Батуми практически со всеми остальными выборками Крымского полуострова.

Детальное исследование генетического разнообразия локальностей, составляющих популяцию, с учетом географических особенностей ареала, может привести к выявлению путей миграции личинок, что важно не только при культивировании, но и для определения состояния и возможности пополнения запасов.

3. Исследовав временную динамику биохимико–генетических маркеров, мы выявили давление отбора на генетическое разнообразие черноморской мидии в б. Капсель и б. Утриш. Следовательно, биохимико – генетические маркеры могут быть использованы для генетического контроля, над культивируемыми и естественными скоплениями. Изменение значений генетических параметров и их стабильности может указывать на влияние экологических факторов среды, меняющих направление отбора, а также на изменения источника пополнения скоплений.

Таким образом, исследование генетического разнообразия видов морских гидробионтов на основе использования биохимико–генетических маркеров, не только помогает получить объективную картину организации популяционной структуры, но и имеет чисто практическое приложение в различных отраслях рыбного хозяйства.

## Литература

1. Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику. М.: Мир, 1984. 232 с.
2. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука, 1989. 326 с.
3. Гааль Э., Медьеша Г., Верецкий Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982. 448 с.
4. Голубцов А.С. Внутрипопуляционная изменчивость животных и белковый полиморфизм. М.: Наука, 1988. 168 с.
5. Животовский Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях. // М.: ВИНТИ, 1983. Общая генетика. т.8. С.76–102.
6. Жуковская Е.А., Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. Пространственная изменчивость *Mytilus galloprovincialis* LMK. Черного моря по биохимико – генетическим маркерам. // Генетические исследования морских гидробионтов. М.: ВНИРО, 1987. С. 204 – 216.
7. Жуковская Е.А., Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. Исследование популяционной структуры мидий Черного моря. // Применение научных разработок ученых – биологов в рыбном хозяйстве. М.: МГУ, 1987 а. С. 94–96.
8. Жуковская Е.А., Кодолова О.П. О временной динамике генетической изменчивости черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Изв. РАН. Сер. биол. 1997. N 3. С. 295–302.
9. Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. О спорных вопросах систематики амуро–ханкайских моллюсков рода *Cristaria* (*Bivalvia*, *Unionidae*). // Зоол.ж.. 1988. Т. 68. вып. 4. С. 506–510.
10. Кодолова О.П., Жуковская Е.А., Правдухина О.Ю. Разнообразие типов популяционной структуры моллюсков. // *Rutenica*. 1996. 6(1). С. 74–75.
11. Корочкин Л.И., Аронштам А.А. Генетика изоферментов дрозофилы. // Биохимическая генетика дрозофилы. Новосибирск: Наука. 1981. С. 68–125.
12. Корочкин Л.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И., Аронштам А.А., Боркин Л.Я., Малецкий С.И., Полякова Е.В., Манченко Г.Л. Генетика изоферментов. М.: Наука. 1977. 275 с.
13. Левонтин Р. Генетические основы эволюции М.: Мир, 1978. 351 с.
14. Логвиненко Б.М., Герман С.М., Кодолова О.П. Изучение сезонной изменчивости моллюска *Limnaea stagnalis* по системам эстераз и морфологии раковин. // Зоол.ж. 1979. Т.58. вып. 9. С. 1307–1312.
15. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Правдухина О.Ю., Брегман Ю.Э. О генетическом и морфологическом разнообразии приморского гребешка (*Patinopecten yessoensis*) в трех заливах Японского моря // Зоол.ж. 1982. Т. 61. вып. 11. С. 1643–1651.
16. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 460 с.
17. Маурер Г. Диск–электрофорез. Теория и практика электрофореза в полиакриламидном геле. М.: Мир, 1971. 247 с.
18. Меттлер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. М.: Мир, 1972. 323 с.
19. Правдухина О.Ю., Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. Генетическое разнообразие приморского гребешка в районах Японского моря и Курильских островов. // Применение науч. разраб. учен.–биолог. в рыбн. хоз. М.: МГУ, 1987. С. 91–93.
20. Правдухина О.Ю., Кодолова О.П., Брегман Ю.Э. Характеристика культивируемых скоплений приморского гребешка по биохимико–генетическим маркерам и морфологическим признакам. // V Всес. конференц. по пром. беспозв. М.: ВНИРО, 1990. С. 136–138.
21. Правдухина О.Ю., Кодолова О.П. Сезонная изменчивость *Unio timidus* Phil. по системам глюкозодигидрогеназы. // *Rutenica*. 1996. 6(1). С.77.

22. Трувеллер К.А., Нефедов Г.Н. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля. // Научн. докл. высш. школы биол. науки. 1974. С. 113–119.
23. Харрис Г. Основы биохимической генетики человека. М.: Мир, 1973. 325 с.
24. Beaumont A.R. Geographic variation in allele frequencies at at three loci in *Chlamys opercularis* from Norway to the Britany coast. // J. mar. biol. Ass. U.K. 1982. V. 62. P. 243–261.
25. Bricelj V.M. and Krause M.K. Resource allocation and population genetics of the bay scallop *Argopecten irradians irradians*: effects of age and allozyme heterozygosity on reproductive output. // Mar. Biol. 1992. V. 113. P. 253–261.
26. Brody T., Kirsh D., Parag G., Woklfarth G., Hulata G., Moav R. Biochemical genetic comparison of the chinese and european races of the common carp. – Anim. Blod. grps. // Biochem. genet. 1979. V. 10. P. 141–149.
27. Bulnheim H.P., Gosling E. Population genetic structure of mussels from the Baltic sea. // Helgoland. Meeresuntersuch. 1988. V. 42. N 1. P. 113–129.
28. Buroker N.E. Overdominance of a muscle protein (Mp-1) locus in the japanese oyster *Crassostrea gigas* (Ostreidae). // J. Fish. Res. Board. Canada. 1979. V. 36. N 11. P. 1313–1318.
29. Davis B.J. Disc electrophoresis. II. Methods and application to human serum proteins // Ann. N.Y. Acad. Sci. 1964. V. 121. P. 404–426.
30. Dickie L.M. Genetic Structure of Mussels Populations in Eastern Cananadian Waters. // Nafo Soi Coun. Studies. 1983. V. 6. P. 73–78.
31. Fevolden S.E. Genetic differentiation on the Iceland scallop *chlamys islandica* (Pectinidae) in the notrthern Atlantic Ocean. // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1989. V. 51. P. 77–85.
32. Gosling E. Hidden genetic variabiliti in two populations of a marine mussel. // Nature. 1979. V. 279. N 5715. P. 713–715.
33. Johannesson K., Rodstrom E.M., Aase H. Low genetic variability in scandinavian populations of *ostrea edulis* L. – possible causes and implications. // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol., 1989. V. 128. N 2. P. 177–190.
34. Kerstin J. Genetic variation in *Mytilus edulis* L. from Sweden revealed by allosime electrophoresis. // Rept. Inst. Freshwater Res. Drottningholm. 1986. N 63. P. 111.
35. Koehn R., Milkman R., Mitton J. Population genetics of marine pelecypods. IV. Selection, migration and genetic differentiation in the blue mussel *Mytillus edulis*. // Evolution. 1976. V. 30. N 1. P. 2–32.
36. McDonald J.H., Siebenaller J.F. Similar geographic variation at the Lap locus in the mussels *Mytilus trossulus* and *M. edulis* // Evolution. 1989. V. 43. N 1. P. 228–231.
37. Markert C.L., Moller F. Multiple form of enzymes: rissue, ontogenetic and species specific pattern. // Proc. Natl. Acad. Sci. 1959. V.45. P. 753–763.
38. Markert C.L., Whitt G. Molecular varieties of isozymes. // Experientia. 1968. V. 24. P. 991–997.
39. Rodino E., Comparini A. Variabilita genetica in *Mytilus galloprovincialis* dell laguna di Venecia // Atti. Assoc. genet. ital. 1980. V. 26. P. 249–252.
40. Tracey M.L., Bellet N.F., Graven C.D. Excess allozyme homozygosity and breeding structure in the mussel *Mytilus californicus*. // Mar. Biol. 1975. V. 32. N 3. P. 303–311.
41. Tsuyuki H., Roberts E., Kerr R., Uthe J. and Clarke L.W. Comparative electrophoregrams of the family catostomidae. // J. Fish. Res. Board. Canada. 1967. T. 24. N 2. P. 299–304.
42. Yamanaka R., Fujio Y. Heterogenesity within and between geographical population of the Bay Mussel *Mytilus edulis* // Tohoku. J. Agr. Res. 1984. V. 34. N 3–4. P. 73–84.

## СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА И СКОРОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЛИМАКСОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЦИСТОЗИРЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Блинова Е.И., Сабурин М.Ю.

В Черном море на каменистых грунтах в достаточно чистых олиго- и мезосапробных водах на гл. 0,1 – 7(10) м доминируют фитоценозы двух видов многолетней бурой водоросли цистозире – *Cystoseira crinita* (Desf.) Borg и *C. barbata* (Good et Wood) Ag. В северо-восточной части Черного моря, где вели исследования, сосредоточены основные заросли и запасы цистозире (Калугина – Гутник, 1968, 1975). Формирование первичной продукции в прибрежной мелководной части моря идет за счет фитобентоса и прежде всего макрофитов. Их первичная продукция составляет 1 – 20 г С/м<sup>2</sup>/сут (Хайлов, 1985).

### Материал и методика

Фитоценоз цистозире изучали в относительно чистых, подвергающихся слабому антропогенному воздействию прибрежных водах Большого Утриша (к юго-востоку от города Анапа). Работы велись с 1988 по 1992 гг. на четырех полигонах с хорошим водообменом в слабо- и полузащищенных от прибоя условиях на глубине от 0,1 до 7 м (см. рис. 1.2).

Изучали климаксовые фитоценозы цистозире в разных экологических условиях, их сезонные и многолетние изменения, а также их восстановление после срезания цистозире на высоте 2 – 4 см от подошвы или полного удаления растительности в зависимости от глубины, сезона, экологических условий, времени, прошедшего с момента удаления растительности. Скорость роста цистозире наблюдали также на меченных слоевищах. Климаксовые фитоценозы цистозире и характер их восстановления исследовали по следующим основным показателям: видовому составу, проективному покрытию дна растительностью (п. п., %), плотности (экз./м<sup>2</sup>), биомассе (г/м<sup>2</sup>) цистозире, эпифитов цистозире и водорослей нижнего яруса, длине слоевищ и стволиков цистозире, индексу по-

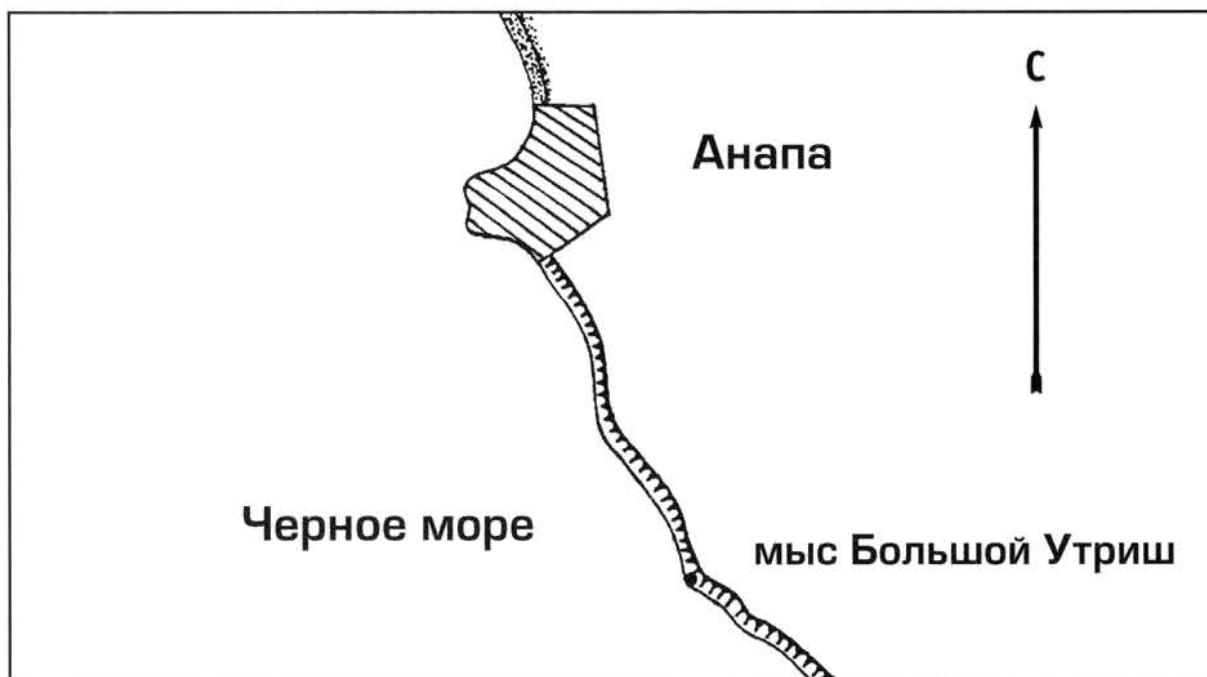


Рис. 1. Карта-схема района проведения работ

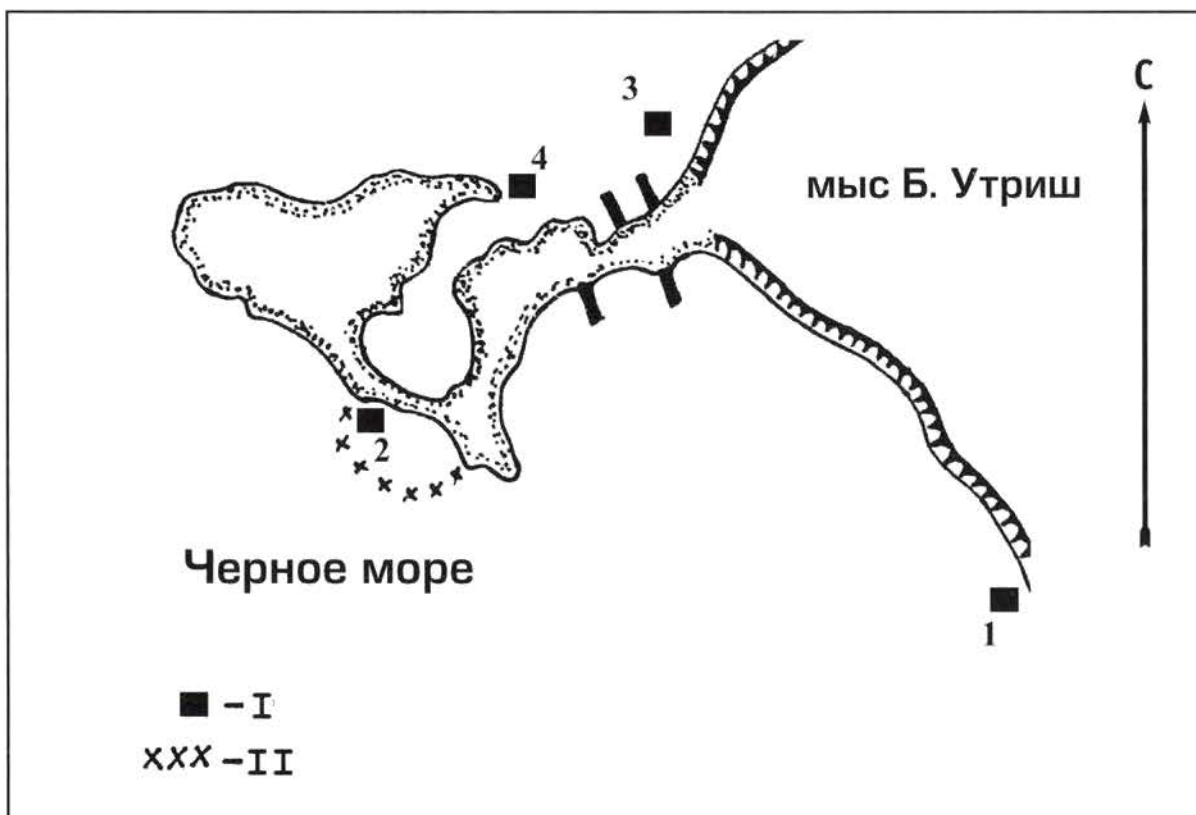


Рис. 2. Схема расположения полигонов в районе мыса Б. Утриш I - полигоны; II - каменные заграждения; 1 - 4 - порядковые номера полигонов

верхности популяции (ИПП) и индексу поверхности фитоценоза (ИПФ). Изучение всех выше названных характеристик дало возможность получить информацию не только о видовом составе, количественных показателях, но и о функциональных особенностях популяций и фитоценозов. ИПП представляет произведение биомассы вида на удельную поверхность –  $S/W$  (площадь функционально активной поверхности таллома, отнесенной к единице массы). Данные показатели позволяют проводить сравнительную оценку функциональной активности видов. ИПФ является суммой индексов поверхности популяции, входящих в фитоценоз. Чем выше ИПФ, тем интенсивнее в этом фитоценозе идут процессы жизнедеятельности, в том числе и продукционные. Для водных экосистем с различной интенсивностью автотрофных процессов величины ИПФ могут колебаться от нескольких единиц до нескольких сот единиц (Миничева, 1990).

## Результаты и обсуждение

Доминирующий фитоценоз в районе Большого Утриша образован *Cystoseira crinita*. Характеристики климаксовых фитоценозов цистозеры в районе Большого Утриша приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Как видно из таблиц, видовой состав, биомасса цистозеры, эпифитов и водорослей нижнего яруса, ИПП, ИПФ испытывают значительные колебания в разные сезоны и годы, даже на одном и том же полигоне и в сходных экологических условиях.

Полигон 1 находился в слабозащищенных от прибоя условиях на твердых грунтах на глубинах 0,5, 2,0 и 7 м. На полигоне 1 (0,5) (в скобках указана глубина нахождения полигона) в климаксовом фитоценозе *Cystoseira crinita* биомасса водорослей колебалась в разные сезоны и годы от 5,2 до 27 кг/м<sup>2</sup>, ИПФ – от 51 до 262, ИПП цистозеры от 50 до 262, плотность последней от 736 до 4400 экз/м<sup>2</sup>, а длина слоевищ от 5 до 53 см, длина стволиков от 1 до 45 см, средняя 14 – 17 см. Эпифитов и водорослей нижнего яруса было немного или они отсутствовали совсем.

В июне 1989 года на этом полигоне была полностью удалена растительность (см. табл. 4). Уже через три месяца появились молодые слоевища *Cystoseira crinita*, которые достигали в длину 10 см. Через год длина стволиков у цистозеры колебалась в пределах

**Таблица 1.** Климатические фитоценозы цистозир в районе Б.Утриша, полуоткрытое побережье, каменистый грунт

Месяц, год	Глубина, м	Фитоценоз	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Суммарный индекс поверхности	
				м <sup>2</sup>	%
Июнь 1988 г.	0,5	<i>Cystoseira crinita</i>	8002,5	77,5	67,5
		Эпифиты 3 вида	312,9	31,6	27,6
		Нижний ярус 4 вида	751,7	5,6	4,7
		Всего 8 видов	9011,3	ИПФ 114,6	
Июнь 1988 г.	2,0	<i>C. crinita</i>	7182,7	69,6	44,5
		Эпифиты 6 видов	1921,8	53,5	34,2
		Нижний ярус 3 вида	513,8	33,3	21,3
		Всего 10 видов	9618,3	ИПФ 156,4	
Июнь 1988 г.	4,0	<i>C. crinita</i>	8409,1	81,5	45,3
		Эпифиты 7 видов	2804,1	87,0	48,4
		Нижний ярус 5 вида	891,8	11,3	6,3
		Всего 13 видов	12106,2	ИПФ 179,8	
Июнь 1988 г.	9,0	<i>C. crinita</i> + <i>C. barbata</i>	1149,6	10,8	20,3
		Эпифиты 6 видов	1505,2	34,0	64,0
		Нижний ярус 4 вида	601,6	8,3	15,7
		Всего 12 видов	3250,4	ИПФ 53,1	
сентябрь 1988	0,4-1,5	<i>C. crinita</i> (проростки)	130,0	1,3	17,3
		Нижний ярус 1 вид	620,0	6,2	82,7
	2,0	Всего 2 вида	750,0	ИПФ 7,5	
		<i>C. crinita</i>	3901,2	36,7	79,4
		Эпифиты 3 вида	71,2	1,4	3,0
4,0	Нижний ярус 4 вида	152,0	8,1	17,6	
	Всего 8 видов	4124,4	ИПФ 46,2		
	<i>C. crinita</i>	1193,6	11,2	47,1	
5,0	Эпифиты 4 вида	22,0	0,5	2,1	
	Нижний ярус 3 вида	404,3	12,1	50,8	
	Всего 8 видов	1619,9	ИПФ 23,8		
9,0	<i>C. crinita</i>	1523,2	14,3	58,6	
	Эпифиты 6 видов	90,4	1,9	7,8	
	Нижний ярус 4 вида	405,2	8,2	33,6	
9,0	Всего 11 видов	2018,8	ИПФ 24,4		
	<i>C. barbata</i>	301,2	2,8	30,8	
	Эпифиты 9 видов	14,0	0,8	8,8	
9,0	Нижний ярус 6 видов	585,6	5,5	60,4	
	Всего 16 видов	900,8	ИПФ 9,1		
	декабрь 1988	1,0-1,5	<i>Cystoseira sp.</i> (проростки)	440,0	4,4
<i>C. crinita</i>			3847,8	36,2	49,6
2,0		Эпифиты 6 видов	213,7	14,9	20,4
		Нижний ярус 5 видов	1315,4	21,9	30,0
		Всего 12 видов	5376,9	ИПФ 72,9	
4,0	<i>C. crinita</i>	1628,4	15,3	44,5	
	Эпифиты 7 видов	56,4	1,3	3,8	
	Нижний ярус 5 видов	309,4	17,8	51,7	
6,0	Всего 13 видов	1994,2	ИПФ 34,4		
	<i>C. crinita</i>	1756,9	16,5	54,1	
	Эпифиты 7 видов	90,1	6,3	20,7	
9,0	Нижний ярус 4 вида	141,2	7,7	25,2	
	Всего 12 видов	1988,2	ИПФ 30,5		
	<i>C. barbata</i>	685,9	6,4	22,5	
9,0	Эпифиты 11 видов	48,4	11,4	40,1	
	Нижний ярус 6 видов	1515,1	10,5	37,4	
	Всего 18 видов	2249,4	ИПФ 28,4		
2,0	<i>C. crinita</i>	2078,0	19,5	24,7	
	Эпифиты 1 вид	1,6	0,0	0,0	
4,0	Нижний ярус 6 видов	1042,0	59,4	75,3	
	Всего 8 видов	3121,6	ИПФ 78,9		
4,0	<i>C. crinita</i>	1146,8	10,8	65,5	
	Эпифиты 1 вид	0,8	0,0	0,0	

февраль 1989		Нижний ярус 4 вида Всего 6 видов	399,2 1546,8	5,7 ИПФ 16,5	34,5
	6,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 1 вид Нижний ярус 3 вида Всего 5 видов	2240,8 5,6 87,6 2334,0	21,1 0,0 3,1 ИПФ 24,2	87,2 0,0 12,8
	9,0	<i>C. crinita</i> + <i>C. barbata</i> Эпифиты 2 вида Нижний ярус 5 видов Всего 9 видов	294,4 2,4 1012,4 1309,2	2,8 0,0 12,5 ИПФ 15,3	18,3 0,0 87,7
апрель 1989	0,8	<i>C. crinita</i> Эпифиты 2 вида Нижний ярус 1 вид Всего 4 вида	120,0 0,0 1730,0 1850,0	1,1 0,0 46,8 ИПФ 47,9	2,3 0,0 97,7
	2,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 7 видов Нижний ярус 5 видов Всего 13 видов	7514,4 493,9 3037,2 11045,6	70,6 28,0 148,8 ИПФ 247,4	28,5 11,3 60,2
	4,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 11 видов Нижний ярус 1 вид Всего 13 видов	2554,2 490,2 850,0 3895,2	24,0 20,6 56,6 ИПФ 101,2	23,7 20,4 55,9
	6,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 13 видов Нижний ярус 4 вида Всего 18 видов	2017,6 392,0 304,0 2713,6	19,0 21,0 8,1 ИПФ 48,1	39,5 43,7 16,8
сентябрь 1989	2,5	<i>C. crinita</i> Эпифиты 3 вида Нижний ярус 2 вида Всего 6 видов	2453,0 78,2 893,2 3424,4	23,1 7,2 58,4 ИПФ 88,7	26,0 8,1 65,9
	5,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 4 вида Нижний ярус 2 вида Всего 7 видов	1939,2 230,4 440,0 2609,6	18,2 13,6 29,3 ИПФ 61,1	29,8 22,3 47,9
	7,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 5 видов Нижний ярус 4 вида Всего 10 видов	1076,3 67,3 643,2 1786,8	10,1 5,3 16,8 ИПФ 32,2	31,4 16,5 52,1
июнь 1990	0,5	<i>C. crinita</i> Эпифиты 0 видов Нижний ярус 2 вида Всего 3 вида	16290,0 0,0 760,0 17050,0	153,1 0,0 67,1 ИПФ 220,2	69,5 0,0 30,5
	2,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 6 видов Нижний ярус 6 видов Всего 13 видов	8518,4 44,0 218,4 8780,8	80,1 1,9 11,6 ИПФ 93,6	85,6 2,0 12,4
	5,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 6 видов Нижний ярус 3 вида Всего 10 видов	4500,0 951,0 50,8 5502,4	42,3 20,1 2,7 ИПФ 65,1	65,0 30,9 4,1
	7,0	<i>C. crinita</i> Эпифиты 9 видов Нижний ярус 5 видов Всего 15 видов	2633,8 1321,7 458,6 4414,1	24,8 33,9 1,7 ИПФ 60,4	41,1 56,1 2,8
сентябрь 1990	0,5	<i>C. crinita</i> Эпифиты 0 видов Нижний ярус 3 вида Всего 4 вида	9390,0 0,0 340,0 9730,0	88,3 0,0 10,7 ИПФ 99,0	89,2 0,0 10,8
	1,5	<i>C. crinita</i> Эпифиты 0 видов Нижний ярус 1 вид Всего 2 вида	4785,2 0,0 15,2 4800,0	44,2 0,0 0,9 ИПФ 45,8	98,0 0,0 2,0

**Таблица 2.** Видовой состав, биомасса, S/W вида, ИПП, ИПФ климаксового фитоценоза *Cystoseira crinita*

Дата	Глубина, м	Видовой состав	Биомасса, г\м <sup>2</sup>	S/W вида, м <sup>2</sup> /кг	ИПП
ПОЛИГОН 1					
июнь 1989	0,0-0,1	<i>Cystoseira crinita</i>	1700,0	9,4	15,9
		<i>Laurencia obtusa</i>	460,0	6,4	2,9
		<i>L.hybrida</i>	200,0	6,4	1,3
		<i>Gelidium latifolium</i>	310,0	12,0	3,7
		<i>Ceramium ciliatum</i>	ед.	26,0	0,0
		<i>Enteromorpha intestinalis</i>	ед.	36,2	0,0
		Всего 6 видов	2670,0	ИПП=23,9	
	0,1-0,4	<i>C.crinita</i>	5704,0	9,4	53,6
		<i>Acrochaetium thuretii</i>	57,0	444,5	25,3
<i>Corallina mediterranea</i>		16,4	66,7	1,1	
<i>Laurencia obtusa</i>		7,2	6,4	0,1	
<i>Cladostephus verticillatus</i>		3,2	51,3	0,2	
<i>Gelidium latifolium</i>		2,0	12,0	0,0	
	Всего 6 видов	5789,8	ИПП=80,3		
0,4-0,6	<i>C.crinita</i>	6224,0	9,4	58,5	
	<i>Laurencia obtusa</i>	131,2	6,4	0,8	
	<i>Corallina mediterranea</i>	81,2	66,7	5,4	
	<i>Acrochaetium thuretii</i>	31,0	444,5	13,8	
	<i>Ceramium rubrum</i>	2,8	25,3	0,1	
	<i>Gelidium latifolium</i>	1,0	12,0	0,0	
	<i>Cladostephus verticillatus</i>	ед.	51,3	0,0	
		Всего 7 видов	6471,2	ИПП=78,6	
сентябрь 1990	1,5-2,0	<i>C.crinita</i>	4945,2	9,4	46,5
		<i>Corallina mediterranea</i>	15,2	66,7	1,0
		<i>Gelidium latifolium</i>	12,4	12,0	0,1
		Всего 3 вида	4972,8	ИПП=47,6	
	7,0	<i>C.crinita</i>	1024,4	9,4	9,6
		<i>Phyllophora nervosa</i>	578,4	14,2	8,2
		<i>Codium vermilare</i>	257,6	3,0	0,8
		<i>Polysiphonia subulifera</i>	220,0	22,0	4,9
		<i>P.sanguinea</i>	ед.	0,0	0,0
		<i>Corallina mediterranea</i>	102,0	66,7	6,8
<i>Jania rubens</i>		10,0	66,7	0,7	
<i>Laurencia obtusa</i>	4,0	6,4	0,0		
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	ед.	63,0	0,0		
<i>Cladophra sericea</i>	ед.	85,5	0,0		
	Всего 10 видов	2196,4	ИПП=31,0		
ПОЛИГОН 2					
июнь 1989	0,0-0,1	<i>Cystoseira sp.</i> (проростки)	790,0	10,0	7,9
		<i>Ceramium ciliatum</i>	570,0	26,0	14,8
		<i>Dilophus fasciola</i>	210,0	10,0	2,1
		<i>Cladophora albida</i>	ед.	85,5	0,0
		<i>Chondria tenuissima</i>	ед.	24,4	0,0
			Всего 5 видов	1570,0	ИПП=24,8
	0,1-0,15	<i>Cystoseira sp.</i>	3380,0	9,4	31,8
		<i>Laurencia papillosa</i>	650,0	6,4	4,1
		<i>Dilophus fasciola</i>	ед.	10,0	0,0
		Всего 3 вида	4030,0	ИПП=35,9	
	0,15-0,25	<i>Cystoseira barbata</i>	7854,4	9,4	73,8
		<i>Stilophora rhizodes</i>	264,4	6,7	1,8
<i>Polysiphonia subulifera</i>		55,5	22,0	1,3	
<i>Ceramium tenuissimum</i>		53,3	44,6	2,4	
<i>Cladophora albida</i>		16,7	85,5	1,4	
<i>Cl.sericea</i>		2,2	85,5	0,2	
<i>Laurencia papillosa</i>		13,3	6,4	0,1	
<i>Acrochaetium thuretii</i>		78,5	444,5	34,9	
	Всего 8 видов	8338,3	ИПП=115,9		

**Таблица 3.** Характеристики климаксовых фитоценозов *Cystoseira crinita* и *C. barbata* в разные годы и сезоны на различных полигонах

Месяц, год	Биомасса, г/м <sup>2</sup>				Плотность цистозирей экз/м <sup>2</sup>	Длина цистозирей, см min-max (средн.)		ИПФ	ИПП цистозирей
	<i>C. crinita</i>	Эпифиты	Водоросли нижнего яруса	Общая		стволик	слоевище		
ПОЛИГОН 1 (0,5) *									
04.1989	16330	0	100	16430	3600	1-38	—	162,6	158,7
06.1989	6224	131	88	6443	1072	1-48	10-51	80,4	60,1
06.1990	16230	0	700	16930	4400	1-35	5-38	187,0	156,8
09.1990	9390	0	310	9700	3000	1-41(16,4±2,1)	10-46(23,4±1,9)	103,2	90,7
04.1991	27180	0	0	27180	3100	2,5-44,5(16,7±2,0)	11-53(27,7±1,9)	262,6	262,6
06.1991	5212	52	0	5264	736	1-43(15-25)	11-46(26-28)	51,7	50,3
ПОЛИГОН 1 (2,0)									
09.1989	2529	2	893	3424	482	1-58	9-61	66,2	24,4
06.1990	8500	83	194	8777	996	1-56	10-60	89,4	82,1
09.1990	4945	0	28	4973	1324	1-58	10-65	48,9	47,8
ПОЛИГОН 1 (7,0)									
09.1989	1110	34	643	1787	432	1-53	—	32,8	10,7
06.1990	2640	1320	1188	5148	604	1-53	—	114,4	25,5
09.1990	1024	220	952	2196	580	1-48	—	30,4	9,9
ПОЛИГОН 2 (0,1-0,5) **									
06.1989	7854	743	0	8260	967	1-15	—	80,5	73,8
04.1990	9000	400	50	9450	400	5-6(5,4±0,4)	25-33(28,5±3,7)	93,5	84,6
09.1990	18960	70	250	19280	500	9-22(16,8±2,1)	18-39(32,9±3,5)	194,5	178,2
ПОЛИГОН 3 (2,0)									
04.1991	3030	462	66	3558	408	1-48	12-54	75,5	29,3
ПОЛИГОН 3(4,0)									
04.1991	1329	371	127	1827	264	1-46	7-54	32,6	12,8

\* в скобках указана глубина, на которой заложен полигон

\*\* на полигоне 2 развивается фитоценоз *Cystoseira barbata*

от 1,0 до 9,0 см (средняя  $5,3 \pm 0,3$  см), а длина слоевищ колебалась от 2,3 до 19 см (средняя  $10,8 \pm 3,9$  см). Биомасса цистозирей достигала 5250 г/м<sup>2</sup>, а общая биомасса водорослей, входящих в фитоценоз – 6200 г/м<sup>2</sup>. ИПФ составлял 87,3, ИПП цистозирей – 50,7. Через 2 года в июне длина стволиков у цистозирей увеличилась до  $12,5 \pm 1,2$  см, а длина слоевищ колебалась от 12 до 21 см. Биомасса цистозирей равнялась 5867 г/м<sup>2</sup>, а всей растительности фитоценоза 6187 г/м<sup>2</sup>. ИПФ составлял 62,9, а ИПП цистозирей – 56,7. Таким образом, уже через год после удаления растительности биомасса цистозирей достигала на полигоне значительной величины – 6 кг/м<sup>2</sup>, также был высок ИПФ – 56,7.

На полигоне 1 (0,5) в августе 1989 г часть растений цистозирей была обрезана на высоте в среднем  $2,78 \pm 0,2$  см от подошвы. Восстановление фитоценоза на этом участке полигона шло еще быстрее. Через 7,5 месяцев средняя длина новой, регенерировавшей части стволиков составляла  $2,23 \pm 0,18$  см, а общая длина стволиков достигала  $5,0 \pm 0,14$  см, длина слоевищ в среднем была равна  $12,0 \pm 2,4$  см. Биомасса составляла 5400 г/м<sup>2</sup>, значение ИПФ было достаточно высоко – 55,1, а ИПП цистозирей – 49,4.

В июне 1991 года на полигоне 1 (0,5) были срезаны растения цистозирей в климаксовом сообществе *C. crinita* на площади 18 м<sup>2</sup>. Длина слоевищ цистозирей на этом полигоне в этот период колебалась в интервале от 11 до 46 см, преобладали слоевища длиной 26 – 28 см. Длина стволиков изменялась от 1 до 43 см, но, в основном, встречались

стволики длиной от 15 до 25 см. Общая биомасса водорослей, входящих в фитоценоз, составляла 5264 г/м<sup>2</sup>, причем на долю цистозеры приходилось 5212 г/м<sup>2</sup>. Значения ИПФ и ИПП цистозеры составляли 51,7 и 50,3 соответственно (таблица 3).

В сентябре 1991 г., т.е. через 2,5 месяца после того как растения цистозеры были срезаны, причем длина оставшихся частей стволиков колебалась от 1 до 4 см (средняя  $2,2 \pm 0,68$  см), наблюдали процесс регенерации стволиков, длина которых к тому времени увеличилась на 0,1 – 0,5 см, в среднем на  $0,4 \pm 0,04$  см. Развились боковые ветки и слоевища достигали длины 6 – 14 см, в среднем  $9,96 \pm 0,5$  см. Ветви появились как на регенерировавших частях стволиков, так и на старых частях, лишенных ранее боковых ветвей. Проективное покрытие дна растительностью составило 40%. Эпифиты почти полностью отсутствовали. Биомасса составляла 692 г/м<sup>2</sup>, плотность популяции цистозеры – 480 экз./м<sup>2</sup>, ИПФ равнялся 7,8, а ИПП цистозеры – 7,3. Регенерировавшие растения росли группами, расстояние между которыми составляло 10 – 20 см. На свободных частях грунта появились проростки цистозеры, развившиеся из зигот (п.п. – 10%). Эти проростки имели стволики длиной 0,05 – 0,1 см, средняя длина талломов составляла 2,5 см. В местах скопления проростков их плотность достигала 1320 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –

Таблица 4. Восстановление фитоценоза *Cystoseira crinita* на полигоне 1. (гл. 0,5м)

Месяц, год обследования	Период восстановления, мес.	Биомасса, г/м <sup>2</sup>				Плотность цистозеры экз/м <sup>2</sup>	Длина цистозеры, см min-max (средн.)		ИПФ	ИПП цистозеры
		<i>S. crinita</i>	Эпифиты	Водоросли нижнего яруса	Общая		стволик	слоевище		
после полного удаления растительности в июне 1989г										
09.1989	3						1,5-2,3 (±10)		—	—
04.1990	10	5630	0	530	6160	3600	1-9(2,6±0,3)	10-22(14,9±3,0)	82,1	54,4
06.1990	12	5250	0	950	6200	3400	1-9(5,4±0,3)	2,3-19(10,8±3,9)	87,3	50,7
09.1990	15	1450	0	540	1990	2200	0,5-7,1(3,8±0,5)	3-19(10,4±0,9)	34,3	14,0
04.1991	22	14130	0	0	14130	5200	1-16(6,3±0,5)	7-25(17,5±0,6)	136,5	136,5
06.1991	24	5867	0	217	6187	2800	1-18(12,5±1,2)	12-21	62,9	56,7
после срезания цистозеры в августе 1989г										
04.1990	7,5	5110	0	290	5400	2800	2-7,5(5,0±0,14)	7-18(12,0±2,4)	55,1	49,4

3864 г/м<sup>2</sup>. Средние показатели биомассы и плотности проростков для всей площади полигона – 3,8 г/м<sup>2</sup> и 130 экз./м<sup>2</sup>. Здесь же, на грунте, имелась поросль молодых растений гелидиума (п.п. – 10 %, биомасса – 27,6 г/м<sup>2</sup>).

Через год, в июне 1992 г., проективное покрытие полигона растительностью составляло уже 100%. Растения цистозеры регенерировавшие от старых стволиков, имели среднюю длину стволика 7,2 см, размеры регенерировавшей части стволиков изменялись от 3,5 до 9,8 см при средней длине  $5,7 \pm 1,8$  см. Средняя длина слоевищ цистозеры  $21 \pm 3,5$  см, плотность популяции – 168 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 1104 г/м<sup>2</sup>. Растения, регенерировавшие от базальной подошвы, достигали плотности 460 экз./м<sup>2</sup> и биомассы 822 г/м<sup>2</sup>. Длина стволиков колебалась от 1 до 10 см (преобладали стволики длиной 3 – 5 см), а длина слоевищ в основном в пределах от 16 до 19 см. Плотность растений цистозеры, развившихся из зигот, составляла 1040 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 779 г/м<sup>2</sup>. Длина стволиков была 0,4 – 7 см (средняя –  $2,1 \pm 1,3$  см), а слоевищ – от 3,6 до 20 см (средняя –  $10,5 \pm 4,2$  см). Общая биомасса макрофитов, входящих в фитоценоз составляла 3138 г/м<sup>2</sup>, на долю *S. crinita* приходилось 2705 г/м<sup>2</sup>. Значение ИПФ достигало 40,5, а ИПП цистозеры – 27,1.

В сентябре 1992 г. (время экспозиции составило 15 месяцев) средняя длина слоевищ цистозеры увеличилась до  $17,1 \pm 5,8$  см (колебания от 4 до 31 см), а стволиков до  $6,4 \pm 3,3$  см (колебания от 1,5 до 15 см). В то время, как общая биомасса макрофитов фитоценоза по сравнению с июнем уменьшилась до 1628 г/м<sup>2</sup>, причем доля цистозеры тоже сократилась до 1400 г/м<sup>2</sup>. Значения ИПФ и ИПП цистозеры упали до 16,3 и 13,5 соответственно. Осеннее снижение биомассы, ИПП и ИПФ характерно для всех фитоценозов цистозеры за счет массового опадания боковых ветвей, особенно с рецептакулами.

С апреля 1991 г. по сентябрь 1992 г. на полигоне 1(0,5) вели наблюдения за приростом стволиков цистозеры с помощью меченых растений (табл. 5), что позволило получить данные как о средней величине прироста, так и выявить амплитуду колебаний прироста. Из таблицы видно, что существуют большие индивидуальные различия в скорости роста стволиков у растений цистозеры, несмотря на сходство экологических условий обитания. Скорость роста различалась в несколько (3 – 7) раз, а в некоторых случаях больше, чем на порядок. В период с весны до осени средняя скорость прироста стволиков в месяц составила 0,65 – 1,3 см или 5,5–6,8% от длины стволика. С осени до начала лета средняя скорость прироста уменьшилась до  $0,44 \pm 0,22$  см или 2,9% в месяц. Годовой прирост стволиков был равен в среднем  $\pm 6,0$  см.

Полигон 1 (2,0) был заложен в сентябре 1990 г. в климаксовом фитоценозе *C. crinita* (см. таблицу 3), биомасса которой колебалась в пределах от 2,5 до 8,5 кг/м<sup>2</sup>, плотность – от 4824 до 1324 экз/м<sup>2</sup>, длина стволиков – от 1 до 58 см, длина слоевищ от 9 до 65 см. Общая биомасса водорослей входящих в фитоценоз составляла от 3,4 до 8,8 кг/м<sup>2</sup>, значения ИПФ колебались от 48,9 до 89,4, а ИПП цистозеры – от 24,4 до 82,1.

В апреле 1991 г или через 6,5 месяцев на полностью очищенной от растительности части полигона появились проростки цистозеры длиной 5 – 6 см, при длине стволика 0,1 – 0,15 см и плотности 1000 – 1500 экз/м<sup>2</sup>.

В июне 1991 г. (через 8,5 месяцев после очистки) доминирующим видом на полигоне была цистозера, плотность которой составляла 400 экз/м<sup>2</sup>, при средней длине слоевища 5 см, максимальной – 10 см. У большинства растений длина стволика не превышала 0,1 см, примерно 30% от общего количества растений имело стволик длиной 1 – 2 см. В целом длина стволиков варьировала от 0,1 до 3,0 см. На грунте была отмечена популяция кладофоры. Проективное покрытие дна кладофорой составляло 30%, цистозерой – 20 – 25%.

Таблица 5. Рост стволиков у меченых слоевищ *Cystoseira crinita* на полигоне 1. (0,5)

Дата обследования	Длина стволика, см min-max (средн.)	Период роста, сутки	Прирост стволика, min-max (средн.)			
			За весь период роста		За один месяц	
			см	%	см	%
После полного удаления растительности в июне 1989 г						
08.04.1991	8,4-12,8 (10,8±0,9)	65	0,2-3,4 (1,6±0,5)	2,4-28,1 (14,1)	0,1-1,6 (0,7±0,1)	1,1-12,9 (6,5)
15.06.1991	8,6-15,5 (12,5±1,3)		1,1-4,0 (2,7±0,5)	12,3-39,6 (22,0)	0,4-1,3 (0,8±0,2)	3,8-12,3 (6,9)
24.09.1991	9,7-19,5 (15,2±1,5)	98				
В климаксовом сообществе						
17.06.1991	6,8-22,6 (14,3±1,2)	98	0,7-3,5 (2,1±0,3)	5,1-51,5 (17,6)	0,2-1,1 (0,7±0,1)	1,6-16,0 (5,5)
24.09.1991	10,3-22,5 (16,5±1,4)	275	1,3-7,1 (4,0±2,0)	9,2-42,4 (25,8)	0,1-0,8 (0,4±0,2)	1,0-4,7 (2,9)
20.06.1992	13,8-27,5 (22,7±3,9)	62	1,4-3,8 (2,6±1,0)	7,5-15,7 (11,4)	0,7-1,9 (1,3±0,5)	3,8-7,9 (5,7)
20.09.1992	19,0-29,5 (25,3±4,3)					

Таблица 6. Восстановление фитоценоза *Cystoseira barbata* на полигоне 2 после полного удаления растительности в июне 1989 г

Месяц, год обследования	Биомасса, г/м <sup>2</sup>					Плотность <i>C. barbata</i> экз/м <sup>2</sup>	Длина цистозеры, см min-max (средн.)		ИПФ	ИПП цисто- зиры
	Период восста- новления, мес.	<i>C. barba- ta</i>	Эпи- фиты	Водо- росли нижнего яруса	Общая		стволик	слоевище		
04.1990	8,5	4180	2210	0	6390	2000	0,5-3,8(1,6±0,2)	5-19(13,5±3,0)	67,7	39,3
06.1990	12	7200	250	890	8340	3400	0,5-8,4(2,2±0,4)	6-44(18,8±12,9)	100	67,7
09.1990	15	3090	1200	0	3210	3400	0,5-12,5(2,9±0,5)	8-24(11,8±3,7)	29,3	29,0

В сентябре 1991 г. или через год после начала эксперимента, на очищенной части полигона проективное покрытие дна цистозирой составляло примерно 80%. 5 – 10% от площади дна занимали регенерировавшие от остатков подошвы растения цистозире при плотности около 40 экз/м<sup>2</sup>. Основная масса растительности на полигоне состояла из проростков цистозире, развившихся из зигот (70 – 75% площади полигона покрытой растительностью), длина стволиков которых колебалась от 0,1 до 5,0 мм, а длина слоевищ – от 1 до 9 см. Максимальная плотность проростков составляла 16800 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 930 г/м<sup>2</sup>. Поскольку цистозира была единственным видом, обнаруженным в этот период на полигоне, значения ИПП и ИПФ были одинаковы и составляли 8,7. Важно отметить, что часть полигона, затеняемая талломами цистозире окружающего климаксового фитоценоза, была полностью свободна от растительности. Проективное покрытие цистозире на незатененной части полигона составляло 100%.

В сентябре 1992 г. через два года на очищенной части полигона фитоценоз цистозире покрывал практически 100% площади субстрата, причем в фитоценоз входили два вида цистозире. Растительность нижнего яруса практически отсутствовала. *C. barbata* преобладала по значениям биомасс, *C. crinita* – по плотности популяции. Средняя длина стволиков и слоевищ в популяции *C. barbata* составляла  $6,4 \pm 3,2$  см и  $21,5 \pm 8,3$  см соответственно, плотность достигала 417 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса – 5923 г/м<sup>2</sup>. В популяции *C. crinita* средняя длина стволиков составляла  $5,9 \pm 3,0$  см, слоевищ –  $15,2 \pm 6,7$  см. Плотность популяции оценивалась в 917 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 1050 г/м<sup>2</sup>. На обоих видах были обнаружены эпифиты. Общая биомасса водорослей фитоценоза составляла 7188 г/м<sup>2</sup>. Значение ИПФ достигало 72,7, ИПП цистозире – 55,7. Таким образом, по показателям биомассы и ИПФ восстановившийся на очищенной части полигона фитоценоз достиг значений характерных для климаксового сообщества через два года после начала эксперимента.

В апреле 1991 г. (через 6,5 месяцев) на срезанной части полигона регенерировавшая часть стволиков достигала длины 0,5 – 1,0 см, а длина слоевищ в среднем 20 см. Через 8,5 месяцев в июне 1991 г. суммарная длина старой и регенерировавшей частей стволиков цистозире колебалась от 5 до 7 см, границу между ними определить было невозможно, средняя длина слоевищ изменялась от 10 до 15 см, а максимальная равнялась 20 см. Площадь проективного покрытия дна растительностью составляла 100%, плотность – 840 экз/м<sup>2</sup>. На грунте отмечен нижний ярус водорослей с проективным покрытием 40%, в который входили: кладофора, гелидиум, кладостефус. В сентябре 1991 г. (через 12 месяцев) проективное покрытие дна растительностью составляло 100%. Длина стволиков цистозире колебалась в пределах от 1,8 до 12 см, при средней длине  $6,5 \pm 0,5$  см, длина слоевищ от 8 до 25 см, при средней длине  $15,1 \pm 0,7$  см. Плотность популяции цистозире достигала 1667 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 2608 г/м<sup>2</sup>, а значения ИПФ и ИПП цистозире 38,6 и 24,2 соответственно.

Через два года после начала работ срезанную часть полигона обнаружить не удалось, поскольку она практически не отличалась от окружающего климаксового фитоценоза цистозире.

На полигоне 1 (7,0) в сентябре 1990 г субстрат был полностью очищен от растительности. На этом полигоне исходный климаксовый фитоценоз *C. crinita* имел более низкие показатели биомассы (1,0 – 2,5 кг/м<sup>2</sup>) и плотности (432–604 экз/м<sup>2</sup>) цистозире, а также общей биомассы фитоценоза (1,8 – 5,1 кг/м<sup>2</sup>) и ИПФ (от 30 до 114) по сравнению с климаксовым фитоценозом цистозире на меньших глубинах (таблица 3).

В апреле 1991 (через 7,5 месяцев) появилась новая поросль цистозире, плотность которой составляла 500 экз/м<sup>2</sup>. Длина стволиков была 1 – 1,5 мм, а длина слоевищ 5 – 6 см.

В сентябре 1991 г (через 12 месяцев после полного удаления растительности) у наиболее крупных растений длина стволиков колебалась от 1 до 2,5 см (средняя  $1,4 \pm 0,2$  см), а длина слоевищ – от 4 до 19 см (средняя  $8,7 \pm 1,3$  см). Плотность популяции составляла 1000 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса – 730 г/м<sup>2</sup>. Кроме того появилась молодая поросль цистозире с длиной слоевищ 2–5 см и длиной стволиков – 1–3 мм. Плотность этих молодых растений составляла 1300 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса – 120 г/м<sup>2</sup>. Общая биомасса фитоценоза – 850 г/м<sup>2</sup>. Позднее полигон был утерян.

Полигон 2 был заложен на глубинах 0,1 – 0,5 м на твердых грунтах в полузащищенных от прибоя условиях (см. рис. 2). Для этого полигона был характерен климаксовый фитоценоз *C. barbata* (см. таблицы 2 и 3). Цистозира в сообществе имела плотность 400 – 1000 экз/м<sup>2</sup>, биомассу – 7,8 – 19,0 кг/м<sup>2</sup>. Длина слоевищ колебалась от 18 до 70 см

(средняя – 30 – 40 см), длина стволиков – от 1 до 42 см (средняя 5,4 – 17 см). Общая биомасса входящих в фитоценоз водорослей изменялась от 8,3 до 19,2 кг/м<sup>2</sup>, а значения ИПФ варьировали в пределах 80,5 – 194,5. Растительность на полигоне была полностью удалена в июне 1989 г. (см. табл. 6). Через один год (в июне 1990 г.) длина талломов *S. barbata* достигала 6 – 44 см (средняя  $18,8 \pm 12,9$ ), длина стволиков – 0,5 – 8,4 см (средняя –  $2,2 \pm 0,4$  см). Биомасса цистозеры 7,2 кг/м<sup>2</sup>, а всех водорослей фитоценоза 8,34 кг/м<sup>2</sup>.

В том же месте, в июне 1991 года, был заложен новый полигон. Слоевища цистозеры были срезаны на высоте 1–4 см от подошвы, на участке дна площадью примерно 10 м<sup>2</sup>. Доминировали два вида цистозеры: *S. crinita* и *S. barbata*. В сентябре 1991 г. (через 100 дней) отмечалась регенерация стволиков, прирост которых составил 1 – 8 мм как у *S. crinita*, так и у *S. barbata*. На старых частях стволиков, раньше лишенных боковых ветвей, боковые ветви появились в большом количестве. П.П равнялось 80%, плотность – 900 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 1458 г/м<sup>2</sup>. ИПП цистозеры составлял 17,8. Длина стволиков колебалась от 1,8 до 4,5 см (средняя –  $2,6 \pm 0,2$  см), длина слоевищ – от 6,5 до 16 см (средняя –  $12,5 \pm 0,4$  см). Нижний ярус водорослей состоял из кораллины (п.п. – 25%, биомасса – 300 г/м<sup>2</sup>) и гелидиума (п.п. – 25%, биомасса – 67 г/м<sup>2</sup>). Общая биомасса фитоценоза равнялась 1825 г/м<sup>2</sup>, ИПФ 41,6.

В июне 1992 г., т.е. через один год после того как была срезана цистозера, на глубине 0,5 м проективное покрытие дна водорослями составляло 80%. Растения *S. barbata* имели различное происхождение: одни выросли в результате регенерации остатков стволиков, другие появились в результате прорастания зигот. У регенерировавших растений средняя длина старых частей стволиков была равна  $2,7 \pm 1,1$  см, новых –  $6,2 \pm 2,2$  см, а суммарная средняя длина стволиков составляла  $8,9 \pm 3,3$  см. Плотность популяции равнялась 183 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 3347 г/м<sup>2</sup>. Слоевища, выросшие из зигот, имели среднюю длину  $14,6 \pm 4,6$  см, при средней длине стволиков  $4,2 \pm 2,9$  см. Плотность популяции оценивалась в 117 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 301,7 г/м<sup>2</sup>. Общая биомасса популяции цистозеры составляла 3648,3 г/м<sup>2</sup>, ИПП – 34,3. На цистозере было обнаружено большое количество эпифитов, среди которых доминирующим видом была *Stilophora rhizodes*. Общая биомасса макрофитов, входящих в фитоценоз, равнялась 5586,7 г/м<sup>2</sup>. Достаточно высоким был показатель ИПФ – 67,2 (в значительной степени за счет эпифитов).

На глубине 0,1 м фитоценоз цистозеры состоял из двух видов: *S. crinita* и *S. barbata*. *S. barbata* имела среднюю длину стволиков 4 – 7 см (колебания от 1,2 до 7,5 см), а слоевищ – 14 – 26 см (от 9,5 до 40 см). Биомасса равнялась 888 г/м<sup>2</sup>, плотность популяции – 220 экз/м<sup>2</sup>. У *S. crinita* средняя длина стволиков была 4 – 10 см (колебания от 0,7 до 15,8 см), а слоевищ – 8,5 – 20 см (от 3,3 до 32 см). Биомасса достигала 4441,7 г/м<sup>2</sup>, плотность популяции 1250 экз/м<sup>2</sup>. Общая биомасса входящих в сообщество водорослей равнялась 5498 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 60,2, а ИПП цистозеры – 51,3.

В сентябре 1992 г. (через 15 месяцев) на глубине 0,1 м фитоценоз цистозеры был представлен одним видом – *S. crinita*, средняя длина стволика которой составляла  $8,1 \pm 4,8$  см, а таллома –  $17,3 \pm 8,6$  см. Плотность популяции соответствовала 1700 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 5073,6 г/м<sup>2</sup>. Значение ИПП цистозеры равнялось 49,0. Общая биомасса составляющих фитоценоз видов оценивалась в 5250 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 59,4.

На глубине 0,5 м фитоценоз состоял из двух видов цистозеры. Средняя длина стволиков *S. crinita* составляла  $9,9 \pm 4,9$  см, слоевищ –  $18,9 \pm 5,8$  см, плотность популяции – 512 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 1376 г/м<sup>2</sup>. У *S. barbata* средняя длина стволиков достигала  $8,3 \pm 3,8$  см, слоевищ –  $25,3 \pm 11,0$  см. Плотность популяции равнялась 144 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 3048 г/м<sup>2</sup>. Сумма значений ИПП цистозер была 42,0. Общая биомасса водорослей фитоценоза равнялась 4906 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 57,9.

Таким образом, по прошествии 12 – 15 месяцев биомасса водорослей, составляющих фитоценоз цистозеры достигла достаточно большой величины (примерно 5 кг/м<sup>2</sup>), а значения ИПФ – 60 – 65. Однако, эти показатели биомассы примерно в два, а ИПФ приблизительно в 1,5 раза ниже таковых в климаксовом фитоценозе.

Полигон 3 заложен в апреле 1991 г. на глубинах 2 и 4 м в полузащищенных от прибойных условиях, с более плохим водообменом, чем на других полигонах. На части полигона растительность была полностью удалена, на другой слоевища цистозеры были срезаны на высоте 4 – 5 см от подошвы. В климаксовом фитоценозе на глубине 2 м доминирующим видом являлась *S. crinita*, биомасса которой составляла 3 кг/м<sup>2</sup>, плотность – 400 экз/м<sup>2</sup>, ИПП – 29. Длина стволиков колебалась от 1 до 48 см, талломов – от 12 до 54 см. На цистозере было обнаружено большое количество эпифитов. Общая биомасса водо-

рослей в сообществе равнялась 3,5 кг/м<sup>2</sup>, а значение ИПФ – 75,5 было достаточно высоким прежде всего за счет эпифитов. (см. табл. 3).

На глубине 4 м климаксовый фитоценоз *S.crinita* имел существенно меньшие показатели биомассы (1,3 кг/м<sup>2</sup>), плотности (264 экз/м<sup>2</sup>), ИПП цистозеры (12,8) и ИПФ (32,6), а длина стволиков и слоевищ оставалась практически на том же уровне, а биомасса эпифитов выше чем на полигоне 3 (2,0).

В июне 1991 г., через 2 месяца после того как был заложен полигон, на глубине как 2 м, так и 4 м наблюдалась сходная картина. На очищенной от водорослей части полигона обнаружены лишь единичные проростки цистозеры и сцитосифон. На той части полигона, где цистозера была срезана, на всех стволиках появились точки роста размером 0,5 – 1,0 мм и боковые ветви длиной до 8 см. Плотность цистозеры составляла 700 – 750 экз/м<sup>2</sup>, п.п. – 10 – 15%. На дне росли ранее не удаленные водоросли нижнего яруса: гелидиум, кораллина, п.п. которых достигало 80%.

В сентябре 1991 г., через 5,5 месяцев после закладки полигона, наблюдали аналогичную картину на глубине как 2, так и 4 м. На очищенной от растительности части полигона развилась цистозера (определение до вида было еще невозможно), которая имела стволики длиной от 0,5 до 6 мм, слоевища длиной от 2 до 15 см (средняя – 4 – 9 см), плотность – 3500 экз/м<sup>2</sup>, биомассу – 2 кг/м<sup>2</sup>, п.п. – 80%. Значение ИПФ составляло 20,5 прежде всего за счет цистозеры, ИПП которой был равен 18 – 20.

В июне 1992 г., т.е. через 14 месяцев, на очищенной части полигона 3 вместо удаленной *S.crinita*, развилась *S. barbata*. У значительной части талломов боковые ветви развиты слабо и на них отсутствуют пузыри и рецептакулы. К этому моменту стала наблюдаться разница в развитии водорослей на глубине 2 и 4 м. На глубине 2 м слоевища без пузырей и рецептакул достигали плотности 800 экз/м<sup>2</sup>, средняя длина стволиков составляла 2 см, слоевищ – 10 см, биомасса равнялась 498 г/м<sup>2</sup>. Растений с рецептакулами и пузырями было 300 экз/м<sup>2</sup>, средняя длина их стволиков – 6 – 7 см, слоевищ – 20 – 30 см, биомасса – 2477 г/м<sup>2</sup>. На цистозере отмечалось большое количество эпифитов. Общая биомасса макрофитов фитоценоза равнялась 3626 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 103,9. Такой высокой показатель ИПФ получен за счет большого количества эпифитов, ИПП которых 75,9, в то время, как ИПП цистозеры был равен 28. На глубине 4 м в результате реколонизации также развился фитоценоз *S. barbata*, плотность которой составляла 750 – 800 экз/м<sup>2</sup>, биомасса 2515 г/м<sup>2</sup>. У слоевищ с пузырями и рецептакулами средняя длина равнялась 24,4 ± 5,3 см, средняя длина стволиков – 5,7 ± 1,7 см, а без таковых 10,2 ± 5,3 см и 2,2 ± 1,7 см соответственно. Общая биомасса растений 3283 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 51,7, последний существенно ниже, чем на глубине 2 м, из-за более низкого показателя ИПП эпифитов – 25,5.

**Таблица 7.** Скорость роста *Cystoseira barbata* на полигоне 4 после полного удаления растительности в апреле 1989 г

Месяц, год обследования	Продолжительность роста, мес	Глубина, м	Длина цистозеры, см min-max (средн.)	
			слоевище	стволик
06.1989	2,5	0,2-0,5	14-25	1,0-4,0
09.1989	5	0,2-0,5	11-22 (16,4±4,0)	1,4-5,2 (3,0±1,4)
04.1990	12	0,2	16-27 (19,9±6,1)	2-8 (4,3±2,1)
		0,5	15-29 (20,1±4,5)	3-7 (4,4±1,5)
06.1990	14	0,2	6-26 (17,7±6,5)	1,2-7,2 (4,5±1,9)
		0,5	11-37(22,6±7,9)	2,2-10,5 (5,7±2,6)
		1	20-28 (24,6±2,9)	5,7-12,5 (9,1±2,6)
09.1990	17,5	0,5	8-40 (21,4±4,4)	1,5-15,3 (8,2±1,7)
04.1991	24	0,2	12-30 (23,4±3,1)	4,5-10,5 (7,9±1,2)
		0,5	10-44 (26,6±4,2)	3,0-19,5 (9,3±2,1)
		1,0	24-62 (41,5±7,0)	8,2-18,2 (13,6±2,1)
06.1991	26	0,2	—	8,1-16,8 (11,2±1,0)
		0,5	—	7,7-20,5 (11,6±1,4)
09.1991	29	0,2	20-30	10,2-19,6 (13,5±0,9)
		0,5	30-50	9,1-24,2 (14,5±1,9)

**Таблица 8.** Динамика индекса поверхности фитоценоза (ИПФ) и индекса поверхности популяции (ИПП) цистозеры в климаксовом фитоценозе и на различных полигонах в период восстановления

№ полигона, (глубина, м), сроки постановки	Месяц, год обследования	Кол-во месяцев с момента постановки полигона	ИПП цистозеры	ИПФ
1 (0,5) июнь 1989г	Климаксовый фитоценоз			
	04.1989		158,7	162,6
	06.1989		60,1	80,4
	06.1990		156,8	187,0
	09.1990		90,7	103,2
	04.1991		262,2	262,6
	06.1991		50,4	51,0
	Полное удаление водорослей			
	04.1990	10	54,4	82,1
	06.1990	12	50,7	87,3
	09.1990	15	14,0	34,3
	04.1991	22	136,5	136,5
	06.1991	24	56,7	62,9
Срезание цистозеры				
04.1990	7,5	49,4	55,1	
1 (0,5) июнь 1991г	Срезание цистозеры			
	09.1991	2,5	7,3	7,8
	06.1992	12	27,1	40,5
	09.1992	15	13,5	16,3
1 (2,0) сентябрь 1990г	Климаксовый фитоценоз			
	09.1989		24,4	66,2
	06.1990		82,1	89,4
	09.1990		47,8	48,9
	Полное удаление водорослей			
	09.1991	12	8,7	8,7
	09.1992	24	55,7	72,7
Срезание цистозеры				
09.1991	12	24,2	38,6	
2 (0,5) июнь 1989г	Климаксовый фитоценоз			
	06.1989		73,8	80,5
	04.1990		84,6	93,5
	09.1990		178,2	194,5
	Полное удаление водорослей			
	04.1990	8,5	39,3	67,7
	06.1990	12	67,7	100,0
09.1990	15	29,0	29,3	
2 (0,5) июнь 1991г	Срезание цистозеры			
	09.1991	3	17,8	41,6
	06.1992	12	34,3-51,3	60,2-67,2
	09.1992	15	42,0-49,0	59,4-57,9

На срезанной части полигона 3 (2,0 и 4,0) продолжает развиваться *S. crinita* регенерировавшая от стволиков. Граница между новыми и старыми стволиками была не видна. Средняя длина слоевищ с рецептакулами и пузырями составляла  $19,0 \pm 3,7$  см, стволиков –  $9,8 \pm 3,1$  см, а без таковых –  $8,7 \pm 3,4$  см и  $4,1 \pm 2,2$  см соответственно. Плотность цистозеры была 650 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 2978 г/м<sup>2</sup>, ИПП – 28,8. Значение ИПФ было низким – 29,7, так как почти полностью отсутствовали эпифиты.

В сентябре 1992 г., т.е. через 17 месяцев после полного удаления водорослей различия в фитомассе и ИПФ на глубинах 2 и 4 м стали еще больше. На полигоне 3 (2,0) доминировала *S. barbata* при биомассе 3,5 кг/м<sup>2</sup>, плотности 267 экз/м<sup>2</sup>. Средняя длина слоевищ была  $17,4 \pm 6,0$  см, а стволиков –  $5,8 \pm 2,1$  см, ИПП достигал 32,9. На цистозере было много эпифитной водоросли *Sphacelaria*. Водоросли нижнего яруса практически отсутствовали.

Общая биомасса водорослей фитоценоза – 3833 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 64,5. На полигоне 3 (4,0) доминировала также *S.barbata* при биомассе 2,5 кг/м<sup>2</sup>, плотности – 167 экз/м<sup>2</sup>, средней длине слоевищ –  $23,3 \pm 7,6$  см и стволиков –  $7,5 \pm 2,8$  см. Значение ИПП равнялось 23,5. Водорослей нижнего яруса и эпифитов практически не было. Общая биомасса водорослей в сообществе – 2507 г/м<sup>2</sup> и ИПФ – 24,4 снизились по сравнению с летом 1992 г.

На полигоне 3 (2,0 и 4,0) через 17 месяцев после срезания цистозеры доминирующим видом осталась *S.crinata* при биомассе 2918 г/м<sup>2</sup>, плотности – 650 экз/м<sup>2</sup>, средней длине талломов –  $17,9 \pm 5,6$  см, и стволиков  $10,2 \pm 4,2$  см, ИПП – 28,2. Имелись водоросли нижнего яруса и немного эпифитов. Общая биомасса – 3692 г/м<sup>2</sup>, ИПФ – 55,0.

На очищенной от водорослей части полигона 3 на глубине 2 м реколонизация идет несколько быстрее, а значения ИПФ существенно выше, чем на глубине 4 м как за счет обильного развития эпифитов, так и за счет роста цистозеры.

Полигон 4 располагался на железобетонной балке в полузащищенных от прибоев условиях, которая была полностью очищена от растительности в апреле 1989 г. На глубинах 0,2 – 1,0 м здесь был представлен климаксовый фитоценоз *S.barbata*, слоевища которой достигали в длину в среднем 30 – 40 см, стволики – 10 – 18 см. Через 1 год после удаления растительности слоевища цистозеры уже имели длину в среднем 20 см, а стволики – 4,4 см. (см. табл. 7). Через 2 года длина слоевищ достигала 24 – 40 см, а стволиков – 8 – 13 см, а через 2,5 года в среднем 30 – 40 см и 14 см соответственно. На гл. 0,5 – 1,0 м цистозера росла быстрее, чем на гл. 0,2 м. Как видно из этих цифр уже через 2 года длина слоевищ, а через 2,5 года и длина стволиков были близки к этим показателям в климаксовом сообществе.

## Заключение

Северо-восточная часть Черного моря, в том числе и мыс Б.Утриш, являются основным районом, где сосредоточены запасы цистозеры на территории России. Сообщества цистозеры приурочены к достаточно чистым олиго- и мезосапробным водам. Из выше изложенного материала видно, что при изучении климаксовых фитоценозов цистозеры и скорости их восстановления после полного удаления водорослей или срезания цистозеры были использованы различные количественные характеристики. Такие показатели, как биомасса, ИПП цистозеры, эпифитов и водорослей нижнего яруса, а также суммарная биомасса макрофитов, входящих в фитоценоз и ИПФ дают возможность получить информацию о функциональных особенностях как отдельных видов, популяций и сообщества водорослей в целом. Указанные выше количественные показатели испытывают значительные годовые и сезонные колебания даже в пределах одного и того же полигона. Чем выше показатели ИПП и ИПФ, тем интенсивнее идут продукционные и обменные процессы в сообществе водорослей, и тем быстрее осуществляется очистка прибрежных вод от растворенных в них минеральных и органических веществ. В таблице 8 приведены значения ИПП и ИПФ как климаксовых сообществ цистозеры, так и в период их восстановления после срезания цистозеры или полного удаления водорослей на разных полигонах и глубинах, в различные годы и сезоны. Наиболее высокие показатели ИПФ характерны для мелководных (глубина 0,1 – 2,0 м) фитоценозов цистозеры. С увеличением глубины (4 – 7 м) величина ИПФ, как правило, уменьшается, хотя и на этих глубинах иногда наблюдаются высокие значения ИПФ за счет резкой вспышки эпифитов. В течение года значения ИПФ могут изменяться в 2 – 4 и более раз. Величина ИПФ чаще выше весной и летом и снижается осенью и зимой, как за счет уменьшения биомассы самой цистозеры, так и эпифитных водорослей. Наиболее интенсивно очистка фитобентосом прибрежных вод от растворенных органических и минеральных веществ идет в теплое время года, т.е. в период, когда Черное море подвергается наибольшему антропогенному воздействию.

В фитоценозах цистозеры часто достаточно обильно развиваются более мелкие виды водорослей (эпифиты и водоросли нижнего яруса), которые по сравнению с цистозерой имеют на порядок более высокую удельную поверхность и потому способны более активно участвовать в круговороте веществ в прибрежной экосистеме Черного моря.

В северо-восточной части Черного моря в фитоценозах цистозеры сама цистозера часто является не только структурным доминантом, но и функциональным доминантом, так как ИПП цистозеры обычно составляет более 50%, а в отдельных случаях 100% от ИПФ.

Восстановление фитоценозов цистозеры после полного удаления водорослей или срезания цистозеры происходит, как правило, через 2,0 – 2,5 года, когда биомасса и ИПФ достигают величин характерных для климаксовых фитоценозов цистозеры. Столь быстрое восстановление фитоценозов многолетней доминирующей бурой водоросли Черного моря цистози-

ры происходит как за счет исключительно высокой регенеративной способности последней, причем регенерация идет от старых стволиков и подошв, так и за счет появления молодых проростков из зигот. Кроме того, хотя продолжительность жизни цистозирь может достигать 10 – 15 и более лет (Калугина-Гутник, 1975), основная биомасса приходится на боковые ветви, время жизни которых не превышает 3 – 4 месяцев. Поэтому двух – трехлетние слоевища и слоевища 10 – 15 летнего возраста обычно имеют близкую биомассу. В тоже время в восстанавливающихся фитоценозах плотность цистозирь выше, чем в климаксовых сообществах, что также способствует быстрому восстановлению биомассы и ИПФ. Восстанавливающиеся фитоценозы отличаются прежде всего возрастным составом популяции цистозирь.

Для обеспечения роста и жизнедеятельности цистозира потребляет в среднем 3,7 г Р/кг, 32,4 г С/кг и выделяет 86,7 г  $O_2$ /кг сырой водоросли в год (Ковардаков и другие, 1988). Соотношение Р:Н водоросли в среднем равно 1:7, а чистая продукция составляет около 10% от общей продукции (Хайлов и др., 1983). Было рассчитано, что цистозира потребляет порядка 30 – 40 г N/кг сырой водоросли в год. При содержании в прибрежных водах Черного моря 20 – 25 мг N/м<sup>3</sup> (минеральная форма) 1 кг цистозирь на создание биомассы и обменные процессы поглощает и трансформирует минеральный азот примерно из 1500 м<sup>3</sup> воды в год.

В районе мыса Б.Утриш в климаксовом сообществе цистозирь на глубинах 0,1 – 5,0 м биомасса водорослей составляет 5 – 10 кг/м<sup>2</sup>. Доля мелких форм – сотни г/м<sup>2</sup>. По предварительной оценке водоросли произрастающие на площади в 1 м<sup>2</sup> твердого грунта поглощают и трансформируют минеральный азот и фосфор из 20 – 30 тыс. м<sup>3</sup> воды в год.

Цистозира является ценным сырьем для получения альгинатов и биологически активных веществ. Полученные нами данные дают ответ с какой скоростью будет восстанавливаться цистозира при промышленном сборе ее. На одном и том же участке цистозирю можно заготавливать один раз в три года, оставляя до 30 – 40% растений. Сбор желательно вести весной или в начале лета до массового опадения боковых веточек с пузырями и рецептакулами, на которые приходится основная биомасса. Цистозирю следует добывать преимущественно на гл. 0,5 – 2,0 м. На этой глубине идет наиболее быстрое восстановление зарослей цистозирь, водоросли имеют лучший товарный вид и они более доступны для промысла.

## Литература

1. Калугина А.А. О состоянии запасов цистозирь в Черном море и перспектива ее использования. / Растительные ресурсы, 4, №1, 1968, с.14–23.
2. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. / Изд-во «Наукова думка», Киев, 1975, 246 с.
3. Ковардаков С.А., Завалко С.Е., Празукин А.В. Потенциальная деэвтрофирующая способность и кислородная аэрация воды макрофитами в морской рекреационной акватории. / 3 Всесоюзная конференция по морской биологии, ч.1, Тезисы докладов, Киев, 1988, с.180–181.
4. Миничева Г.Г. Прогнозирование структуры фитобентоса с помощью показателей поверхности водорослей. / Ботанический ж., т.75, №11, 1990, с.1611–1618.
5. Хайлов К.М., Завалка С.Е., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Изметьева М.А. Альтернатива многоцелевой марикультуры макрофитов: искусственное выращивание и оптимизация роста природных популяций. / 4 Всесоюзное совещание по научно-техническим проблемам марикультуры. Владивосток. 1983. с. 19–20.
6. Хайлов К.М. Комплексная адаптация цистозирь к градиентным условиям: научные и прикладные проблемы. / Изд-во «Наукова думка», Киев. 1985, 216 с.

## МАКРОФИТОБЕНТОС ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА И ОСТРОВА МОНЕРОН

Блинова Е. И., Сабурин М. Ю., Штрик В. А.

Фитобентос Юго-западного Сахалина и о. Монерон изучен недостаточно полно. В 30-е годы южное побережье Сахалина было исследовано японскими альгологами в комплексных научно-промысловых экспедициях, по этим данным у берегов Сахалина обитает 75 видов промысловых водорослей, из них 46 видов съедобные (Tokida, 1953, 1954). В 1947–1949 гг. работала Сахалино-Курильская комплексная экспедиция ЗИН АН СССР и ТИНРО, альгологические материалы которой были обработаны А.Д. Зиновой (1959). Промысловые водоросли западного побережья Сахалина в сороковые годы плодотворно изучал Г.И. Гайл, но им была опубликована только популярная брошюра «Промысловые водоросли Сахалина и Курильской гряды».

Наиболее полно фитобентос о. Сахалин был изучен в 50 – 60-е годы ИО АН СССР, СахТИНРО и ЗИН АН СССР (Щапова, Мокиевский, Пастернак, 1957; Голиков, Скарлато, Табунков, 1985). Подробно видовой состав и распределение водорослей макрофитов на литорали, верхней сублиторали до гл.1 м. о. Сахалин исследовала В.Б. Возжинская (1958, 1962, 1964). Промысловые водоросли Сахалина, прежде всего ламинарию японскую и анфельцию, многие годы изучала альголог СахТИНРО В.Ф. Сарочан (1956, 1957, 1963, 1965 а, б, 1969, 1975). В последнее десятилетие промысловые водоросли Сахалина изучают сотрудники СахТИНРО (Балконская, Корепанов, 1992), а также специалисты ИБМ ДВНЦ РАН (Бывалина, Ключкова, Фадеев, 1985; Ключкова, 1996). В.Б. Возжинская подробно изучала видовой состав и распределение макрофитов только литорали и верхней сублиторали до гл. 1 м. К сожалению, по целому ряду причин (в первую очередь экономического характера) в последнее время планомерные исследования были прекращены.

Еще меньше исследована растительность в прибрежных водах о. Монерон, обследованы только отдельные участки побережья (Щапова, Селицкая, 1957; Макаенко, 1974; Кусакин, 1985; Демешкина, 1985).

Настоящая работа подготовлена как на основании собственных исследований, так и были проанализированы и обобщены литературные материалы других авторов, что позволило наиболее полно охарактеризовать фитобентос юго-западного Сахалина и о. Монерон.

### Материал и методика

Основные исследования макрофитобентоса о. Монерон были выполнены в июле – августе 1992 года с применением легководолазного снаряжения от верхней литорали до нижней границы распределения водорослей. Было выполнено 14 разрезов (рис. 1). Отдельные наблюдения были проведены и в последующие годы.

Рекогносцировочная съемка юго-западного побережья о. Сахалин проводилась в августе – сентябре 1996 года на участке от м. Майделя до р. Зыряновка. Было выполнено 8 водолазных разрезов. Основная съемка была проведена в сентябре-начале октября 1997 года на протяжении 110 км побережья от м. Крильон до п. Правда. Было сделано 11 водолазных разрезов до глубин 10 – 20 метров и 3 разреза на литорали (рис. 2), отобраны и обработаны пробы более чем со 100 станций, из которых 50 составляли количественные пробы ламинариевых, собранных на площадках 0,5 и 1 м<sup>2</sup>.

Определение суммарной биомассы ламинариевых проводилось на основании результатов обработки количественных проб, которые отбирались во всех типах сообществ ламинариевых водорослей, и использовании данных визуальных оценок величины проективного покрытия и протяженности зарослей. Данные по суммарной биомассе лами-

нариевых для каждого разреза экстраполировались на близлежащие участки побережья со сходной геоморфологической структурой. Таким образом были определены запасы ламинариевых для всего холодноводного района от м. Крильон до п. Шебунино и для участка побережья от м. Лопатина до п. Правда.

На участке побережья от м. Лопатина до п. Шебунино (22 км), где водолазная съемка в сублиторали в 1997 году не проводилась, суммарную биомассу ламинариевых определяли методом учета площадей и проективного покрытия зарослей на аэрофотоснимках масштаба 1:10 000 августа 1990 года с использованием усредненного значения биомассы ламинариевых водорослей в данном типе сообществ, полученного в результате обработки данных водолазной съемки 1997 года (в нашем случае – 18,7 кг/м<sup>2</sup>). Заросли ламинариевых в виде черных пятен просматриваются на снимках до глубины 5 – 6(8) м. Для определения погрешности, возникающей при расчете значений суммарной биомассы ламинариевых с использованием аэрофотоснимков, сравнивали значения суммарной биомассы ламинариевых водорослей для участка побережья от м. Лопатина до п. Правда, определенных как при помощи водолазной съемки, так и с использованием аэрофотоснимков 1990 года. Суммарная биомасса ламинариевых, рассчитанная с использованием аэрофотоснимков, превышала суммарную биомассу, рассчитанную с использованием данных водолазного обследования на 33 % (48,8 тыс.т по сравнению с 32,6 тыс.т). При дальнейших расчетах эта величина погрешности учитывалась.

## Остров Монерон

Остров Монерон находится на расстоянии 32 морских миль к западу от Сахалина. Протяженность острова в меридиональном направлении 7 км, в широтном – 4 км. Берега в северной и северо-восточной частях круто обрываются в море, в остальных частях острова у подножья обрывов находятся небольшие пляжи, преимущественно галечные с восточной стороны и песчаные с западной. Береговая линия слабо изрезана, но в северной и восточной частях имеется ряд мелких бухт и лагун. В непосредственной близости от берегов о. Монерон разбросано несколько мелких островов и большое количество подводных и надводных скал и кекуров. Остров омывается теплым Цусимским течением. Приливно-отливные явления выражены крайне слабо, даже в сизигий приливы едва достигают 17 см. Приливы почти не участвуют в формировании литорали, развитие которой обусловлено значительными приboями. Литораль о. Монерон скорее всего можно отнести к псевдолиторали.

Флора водорослей о. Монерон насчитывает 100 видов (Макиенко, 1974). Первые краткие данные по флоре содержатся в небольших статьях Токида (Tokida, 1953, 1954). Автор не приводит всего списка водорослей, обнаруженных в этом районе, перечисляет только 16 видов, которые также были встречены на Японских островах, но отсутствуют у берегов Сахалина. Приведенные виды относятся к видам, обитающим в сублиторали или являются зимними эфемерами. Им также приводится сравнительная характеристика флористического состава водорослей южного Сахалина, о. Монерон и о. Хоккайдо.

Первое наиболее полное обследование литорали и самой верхней сублиторали, преимущественно восточного побережья о. Монерон, до гл. 1 м выполнено в 1954 г. (Щапова, Селицкая, 1957). Было обнаружено 39 видов водорослей: 4 зеленых, 10 бурых и 25 красных, а из цветковых *Phyllospadix iwatensis*. Следует иметь в виду, что систематика ряда видов за последние 40 лет претерпела значительные изменения и многие виды, приведенные в выше указанной работе, по современной номенклатуре относятся к другим видам и даже родам.

Т.Ф. Щапова и Н.М. Селицкая приводят данные о качественном и количественном распределении водорослей на скалистых грунтах при II и IV степенях прибойности и на валунной россыпи при III степени прибойности, от верхней границы распределения водорослей и до гл. 1 м, а также в литоральных ваннах. Авторами сделан вывод, что флора литорали острова отличается тепловодностью и близка по своему составу к флоре литорали южного Приморья. Существенным отличием является отсутствие в южном Приморье *Neodilsea*. У о. Монерон *Neodilsea* является поясообразующим видом у 0 глубин и среди багрянок у этого вида самая большая биомасса 6 – 8 кг/м<sup>2</sup>.

На скалистых грунтах при II–IV степенях прибойности (эти степени прибойности доминируют в этом регионе) качественный состав и последовательность распределения видов водорослей, а также биомасса, практически не изменяются, но с увеличением прибойности границы поясов поднимаются над уровнем моря и пояса расширяются. На валунных

россыпях по сравнению со скалами значительно изменяется видовой состав водорослей и их распределение.

В августе и октябре 1972 г. институтом Биологии моря ДВНЦ АН СССР была проведена съемка флоры о. Монерон, преимущественно литорали, результаты которой отражены в следующих работах (Макиенко, 1974; Кусакин, 1985; Демешкина, 1985). В результате этих исследований флористическое разнообразие водорослей о. Монерон увеличилось до 100 видов, так как было обнаружено 36 новых для этого региона видов (Макиенко, 1974).

В.Ф. Макиенко на основании распространения у о. Монерон таких массовых видов багрянок, как *Pterosiphonia bipinnata*, *Ptilota filicina*, *Polysiphonia morrowii*, а также присутствия *Odonthalia corymbifera* и *O.floccosa*, считает, что флора этого района имеет больше сходства с флорой среднего и северного Приморья, чем южного, что на наш взгляд, является весьма спорным.

О.Г. Кусакин (1985), изучая как флору, так и фауну литорали о. Монерон, делает заключение, что по степени насыщенности литоральной биоты субтропическими элементами, о. Монерон значительно превосходит юго-западный Сахалин (даже его наиболее тепловодные участки) и близок к самому южному из Курильских островов – Кунаширу и зал. Посыета, особенно если принимать во внимание только острова в биономическом отношении сходные с островом Монерон.

Наши исследования фитобентоса о. Монерон были выполнены в июле – августе 1992 г. от верхней до нижней границы распределения водорослей с применением легко-водолазного снаряжения. Отдельные наблюдения были проведены и в последующие годы.

Ниже приводится видовой состав и распределение доминирующих и широко распространенных видов макрофитов у о. Монерон на основании наших и литературных данных. Все авторы проводили полевые работы исключительно в летнее и летне – осеннее время. Приведенное ниже описание распределения водорослей характерно именно для этого времени года. Однако, основная масса доминирующих видов относится к группе многолетних форм, поэтому общая картина распределения видов в весенне – зимний сезон будет, вероятно, сходной. В то же время количественное соотношение видов может значительно изменяться в различные сезоны, а также возможно появление в значительном количестве некоторых сезонных, эфемерных весенне – зимних форм, в частности, промысловой водоросли порфиры и других.

Распределение водорослей у о. Монерон зависит прежде всего от характера грунта (скалы, валуны, галечники, песок) и от силы прибоя. В немногочисленных бухтах, а также у обращенных в сторону острова сторонах скал, кекуров и островков, преобладает прибой III–IV степени (I – биономический тип литорали), а у открытых берегов, прибойность преимущественно I и II степени (II биономический тип литорали) (Кусакин, 1961).

Растительность приурочена к скалистым и валунным грунтам. На скалистых грунтах в супралиторали и верхней литорали (псевдолиторали) на высоте 1,5 (2,0) – 0,6 м над уровнем моря в наиболее прибойных условиях и на высоте 0,5 – 0,1 м в наиболее защищенных поясах образует красная промысловая водоросль глойопелтис – *Gloiopeltis furcata*. Биомасса глойопелтиса не превышала 30–40 г/м<sup>2</sup>, а высота пояса колебалась от 70 до 15 см в зависимости от степени прибойности. На высоте 0,5 – 0,2 м над урезом воды в зависимости от степени прибойности начинается верхняя граница пояса водорослевой мозаики. Пояс характеризуется большим видовым разнообразием преимущественно красных водорослей и идет до 0 глубин или опускается на 0,1 – 0,2 м ниже его. Доминирующими видами этого пояса являются: *Corallina pilulifera* (500 – 800 г/м<sup>2</sup>), *Mazzaella cornucopiae* (800 – 900 г/м<sup>2</sup>), *Laurencia nipponica* (700 – 800 г/м<sup>2</sup>), *Polysiphonia morrowii*, *P.yendoi*, *P.japonica* (300 – 400 г/м<sup>2</sup>), *Lomentaria hakodatensis* (100 – 150 г/м<sup>2</sup>), *Ptilota filicina*, *Analipus japonicus*. В верхней части пояса преобладает кораллина с эпифитом полисифония, а в нижней части пояса доминируют мазелла и лауренсия. Массовыми видами являются также *Tichocarpus crinitus*, *Leathesia difformis*, *Neorhodomela larix*, *Ceramium kondoi*, *Scytosiphon lomentaria*, *Sargassum miyabe*, *Palmaria stenogona*, *Odonthalia floccosa*, *Enteromorpha clathrata*, *Cladophora stimpsonii*. Количественное соотношение видов (проективное покрытие и биомасса) на разных участках может меняться, но наиболее высокая биомасса у первых трех видов. Средняя биомасса водорослей этого биоценоза 0,5 – 3,0 кг/м<sup>2</sup>, а высота пояса колеблется от 35 до 20 см.

В среднем на высоте 0,2 – 0,15 м выше уреза воды при II степени прибойности и у 0 глубин при III – IV степени прибойности проходит верхняя граница, а на глубине 0,3 м нижняя граница пояса красной водоросли *Neodilsea yendoana*, биомасса которой может дос-

тигать 7 – 8 кг/м<sup>2</sup>. Под пологом неодицеи растет сплошной ковер из кораллины и *Amphiroa cretacea*, биомасса которых достигает 500 – 700 г/м<sup>2</sup>. Массовыми видами в этом поясе являются *Ptilota filicina*, *Ulva fenestrata*, *Chordaria flagelliformis*, *Tichocarpus crinitus*, *Neorhodomela larix*, *Polysiphonia morrowii* и некоторые другие.

На глубине от 0,3 – 0,5 до 3,0 – 4,0 м верхний ярус водорослевого пояса образуют бурые водоросли: *Laminaria japonica*, *L. angustata*, *Costaria costata*, *Sargassum miyabei*, *Cystoseira crassipes*. Средний ярус под ними состоит из мозаики более мелких водорослей, а в нижнем ярусе доминируют известковые водоросли. Проективное покрытие дна водорослями может достигать 90 – 100 %, а биомасса нескольких кг/м<sup>2</sup>.

На глубине от 3,0 – 4,0 до 6,0 – 7,0 м появляются новые виды – *Dichloria viridis*, *Desmarestia ligulata*, *Odonthalia corymbifera*. Количество костарии и, особенно, ламинарии японской резко уменьшается, в нижнем ярусе остаются преимущественно известковые водоросли, птилота и неородомела.

От псевдолиторали и до глубины 6,0 – 7,0 м на смешанных грунтах растет морская трава филлоспадикс – *Phyllospadix iwatensis*.

На глубине от 6,0 – 7,0 до 15,0 – 20,0 м доминируют *Agarum cribrosum* и *Dichloria viridis*, при среднем проективном покрытии 80 – 90%. В верхней части пояса на глубине 6,0 – 12,0 м преобладает *D. viridis* (1,0 – 1,5 кг/м<sup>2</sup>), а ниже доминирует агарум (2,0 – 2,5 кг/м<sup>2</sup>).

На глубине 20 м на вертикальных скалах растет *Zonaria diesingiana*.

В статьях Макиенко В.Ф. (1974) и Демешкиной Ж.В. (1985), которые были подготовлены по материалам экспедиции ДВНЦ в августе 1972 г., где материал собирался в том числе и методом драгирования, пояс агарум идет на меньшей глубине, чем пояс ламинарии японской или все три основных рода ламинариевых водорослей: *Laminaria*, *Costaria* и *Agarum* образуют смешанные заросли. Наши данные по о. Монерон, а также литературные и наши данные о распределении ламинариевых водорослей в Приморье и у юго-западного побережья Сахалина показывают, что имеется вертикальная зональность в распределении этих видов, приведенная нами выше.

На валунном грунте и плоских рифах поясность в распределении водорослей часто нарушается и среди выше приведенных доминирующих и массовых видов встречаются следующие виды макрофитов. Валуну и плоские рифы у уреза воды могут быть покрыты *Sphaerotrichia divaricata* (3000 г/м<sup>2</sup>). Несколько глубже развиваются *Rhodomela teres* (600 – 650 г/м<sup>2</sup>), *Polysiphonia yendoi* и *Enelitosiphonia hakodatensis* (700 – 800 г/м<sup>2</sup>), *P. japonica* (500 – 600 г/м<sup>2</sup>). У северного побережья о. Монерон на псевдолиторали доминируют *Acrosiphonia saxatilis* (800 – 900 г/м<sup>2</sup>), *Analipus japonicus* (800 – 900 г/м<sup>2</sup>), *Corallina pilulifera* (800 – 900 г/м<sup>2</sup>) с эпифитом *Leathesia difformis* (300 – 350 г/м<sup>2</sup>), а у нуля глубин мозаика багрянок: *Halymenia acuminata* (900 – 1000 г/м<sup>2</sup>), *Neorhodomela larix* (500 г/м<sup>2</sup>), *Neodilsea yendoana* (400 – 500 г/м<sup>2</sup>).

## Юго-западное побережье Сахалина

Побережье юго-западного Сахалина имеет открытую, достаточно ровную береговую линию, заливов почти нет, за исключением открытого залива Невельского. Прибрежье этого района сложено сланцевой, более или менее рассеченной плитой – бенчем. Участков с подвижными грунтами немного. В районе наблюдается сезонная смена устойчивых и сильных господствующих ветров, способствующих развитию волнения. Волнение связано обычно с муссонами дующими зимой с северо-запада, а летом с юго-запада и юга.

В формировании гидрологического режима участвуют водные массы различного происхождения. С одной стороны теплые и соленые воды приносятся сюда струями Цусимского течения, а холодные и опресненные воды Охотского моря и Татарского пролива с севера глубинными Приморским и Сахалинским течениями. Мощность струй выше упомянутых течений варьирует в разные года и среднегодовые колебания температуры вод у берегов Сахалина больше, чем у берегов Приморья. Характерная особенность гидрологического режима этого района – наличие мощного холодноводного апвеллинга у полуострова Крильон – «холодноводного пятна Макарова». В связи с этим изменение температуры воды не имеет плавного широтного направления. Исследованную часть юго-западного Сахалина можно разделить на два подрайона: холодноводный от м. Крильон до п. Шебунино и тепловодный от п. Шебунино до п. Правда. Приливы неправильные полусуточные. Наименьшая амплитуда 0,3 – 0,5 м отмечена в районе Чехов – Ясноморск, а к югу от этого района она постепенно повышается до 1 м у полуострова Крильон. Средняя многолетняя температура воды в

прибрежье в январе (самый холодный месяц) составляет  $-0,9^{\circ}\text{C}$ , а в самом теплом месяце августе –  $18-20^{\circ}\text{C}$ , а у мыса Крильон –  $5-10^{\circ}\text{C}$ . Соленость воды высокая  $33-34\text{‰}$ . Характерным для юго-западного Сахалина является наличие ледового припая и плавучих льдов.

Биономический облик литорали и sublиторали определяется прежде всего характером грунта, степенью прибойности, температурным и ледовым режимом, а на литорали также величиной приливов.

Самый прибрежный участок занят плоской каменистой плитой – приподнятым плоским бенчем шириной  $30-200\text{ м}$ , с глубиной  $0-0,7\text{ м}$ , при средней глубине  $0,3-0,4\text{ м}$ . По мористому краю, а иногда и в средней части бенча наблюдается подъем скальных пород в ряде случаев выше уровня моря, что приводит к образованию своеобразной рифовой гряды. Рифовая гряда отделяет от открытого моря приподнятый плоский бенч – «лагуну», и уменьшает в последней прибойность. В наиболее защищенных и углубленных частях лагуны на каменистом дне аккумулируются мягкие илисто-песчаные грунты. На глубине  $1,5-20(25)\text{ м}$  дно образовано наклонно-грядовым бенчем.

### Распределение и видовой состав фитобентоса литорали (приподнятого бенча)

На прибойных участках с твердыми грунтами чаще других встречаются красные водоросли, прежде всего *Corallina pilulifera* и *Mazzaella cornucopiae*, а на мористой стороне рифа ламинариевые водоросли – *Laminaria japonica* и *Alaria ochotensis*. На смешанных грунтах доминирует морская трава филлоспадикс – *Phyllospadix iwatensis*, а на наиболее защищенных от прибоя участках с мягкими илисто-песчаными грунтами zostера – *Zostera marina*.

На каменистых грунтах рифа в супралиторали и в верхней литорали (псевдолиторали) образуют пояса *Gloiopeltis furcata*, *Porphyra yezoensis* и *Analipus filiformis*. Растительность чаще разреженная, но в наиболее плотных зарослях биомасса может достигать нескольких сот  $\text{г}/\text{м}^2$  и более.

Основная часть литорали открытой прибою краевой плиты приподнятого бенча – рифа занята мозаичным сообществом: *Corallina pilulifera*, *Mazzaella cornucopiae*, *Rhodomela teres*, *Chondrus pinnulatus*, *Palmaria stenogona*, *Tichocarpus crinitus*, *Petalonia fascia*, *Ulva fenestrata*, *Monostroma grevillei* с биомассой до  $2-5\text{ кг}/\text{м}^2$ , а у  $0$  глубин доминирует сообщество *Laminaria japonica* и *Alaria ochotensis*. Обычно здесь имеются литоральные ванны глубиной до  $0,7\text{ м}$ , в которых растут те же виды багрянок или аляриево-ламинариевое сообщество. Около рифов в лагуне растут крупные кусты *Cystoseira crassipes*.

На литорали скалистого рифа в средней части приподнятого бенча растут *Fucus evanescens*, *Analipus filiformis*, *Porphyra* spp., *Ulva*, *Chaetomorpha* и другие.

На каменистых и смешанных грунтах в полузащищенных от прибоя условиях доминирует морская трава филлоспадикс – *Phyllospadix iwatensis*. Ширина зарослей филлоспадикса колеблется от  $20$  до  $100\text{ м}$ , проективное покрытие дна составляет  $80-90\%$ , биомасса несколько  $\text{кг}/\text{м}^2$ , в отдельных случаях до  $20-30\text{ кг}/\text{м}^2$ . Среди зарослей филлоспадикса растут красные водоросли: *Corallina pilulifera*, *Palmaria stenogona*, *Mazzaella cornucopiae*, *Neodilsea yendoana*, *Chondrus pinnulatus*, *Laurencia nipponica*, *Rhodomela*, зеленая *Ulva fenestrata*.

Своеобразное сообщество макрофитов шириной до  $20\text{ м}$  образуется в протоке, прилегающей к береговой кромке. Здесь ясно выражены параллельные берегу течения, вызванные приливно-отливными колебаниями уровня моря. Глубина в протоке обычно на  $10-15\text{ см}$  больше, чем на основной площади бенча. Здесь обнаружены разреженные заросли красных и зеленых водорослей: *Ulva fenestrata*, *Odonthalia annae*, *Rhodomela larix*, эпифиты *Devalerea yendoi*, *Chaetomorpha tortuosa*, *Entheromorpha linza*.

Обширная скальная литороль до  $150\text{ м}$  шириной приурочена к скальным мысам п-ва Крильон. Основная площадь ее покрыта мозаичным сообществом *Fucus evanescens*, *Phyllospadix iwatensis*, *Corallina pilulifera*, *Neodilsea yendoana*, *Rhodoglossum* и других багрянок.

Фитобентос литорали южного холодноводного подрайона от м. Крильон до п. Шебунино отличается большим по сравнению с тепловодным районом развитием фукуса, как в виде самостоятельного сообщества, так и в составе мозаичного сообщества на скалистой литорали. Наиболее массовым видом является *Neodilsea yendoana*. Очень редко встречаются саргассы. В среднем районе от п. Шебунино до г. Невельска доминируют заросли морской травы – филлоспадикса практически на всем протяжении бенча. Для краевой плиты приподнятого бенча характерно большое разнообразие багрянок. В северном наиболее тепловодном подрайоне (г. Невельск – п. Правда) в лагуне широко представле-

ны илисто-песчаные грунты и, соответственно, заросли zostеры, больше саргассовых водорослей среди зарослей морских трав, меньше видовое разнообразие.

### Распределение и видовой состав фитобентоса сублиторали (наклонно-грядового бенча)

У побережья юго-западного Сахалина заросли ламинариевых водорослей тянутся с небольшими перерывами вдоль всего побережья, образуя пояс шириной от 30 до 2000 м. Заросли приурочены к прибрежным выходам скальных пород – приподнятому и наклонно-грядовому бенчу, и присутствуют на большинстве участков побережья. Из 126 км побережья от п. Шебунино до г. Чехов только 32 км или 25% побережья с мягкими грунтами лишены зарослей ламинариевых.

По характеру распределения ламинариевых водорослей побережье от мыса Крильон до п. Правда нами было разделено на два района, граница между которыми проходит южнее п. Шебунино. Первый, холодноводный район, приурочен к полуострову Крильон (холодноводное пятно Макарова), второй, тепловодный район, расположен к северу от п. Шебунино. В холодноводном районе ламинариевые водоросли образуют три типа растительных сообществ (таблица 1). Первый тип – это ламинариево-алариевое сообщество (*Laminaria japonica*, *Alaria ochotensis*) приурочено к краевой плите приподнятого бенча (часто называемого рифом) на глубинах от 0,3 до 1,5 (2,0) м. Это местообитание с высокой степенью прибойности. Биомасса ламинариевых колеблется от 8,5 до 32 кг/м<sup>2</sup>. Ширина пояса этого сообщества обычно не превышает 10 м. Второй тип – сообщество ламинарии японской (*Laminaria japonica*) расположен на наклонно-грядовом бенче на глубинах от (1,5) 2,0 до 6(7) м. Из других ламинариевых здесь встречаются *Arthrothamnus kurilensis*, *Costaria costata*, *Laminaria cichorioides*. Ширина зарослей колеблется от 10 до 500 м, в среднем составляет 100 – 150 м. Проективное покрытие дна ламинариевыми 70–100%. Средняя биомасса 31 кг/м<sup>2</sup>. На глубине 7(8) – 20(25) м ламинариевые водоросли образуют третий тип зарослей со следующими доминантами: *Arthrothamnus kurilensis*, *Kjellmaniella crasifolia*, *Laminaria cichorioides*, *Laminaria japonica*, *Agarum cribrosum*, *Costaria costata*, *Alaria fistulosa*. Средняя биомасса 13 кг/м<sup>2</sup>. Ширина зарослей этого полидоминантного сообщества ламинариевых колеблется от 300 до 1000 м, в отдельных случаях достигает 2000 м, в среднем 700 – 750 м. Проективное покрытие дна ламинариевыми изменяется от 70 до 55%, постепенно уменьшаясь с глубиной. Ламинария японская, встречающаяся в этом сообществе в качестве субдоминанта до глубины 10 м, иногда образует небольшие участки самостоятельных зарослей.

В тепловодном районе имеется только два типа сообществ ламинариевых водорослей. На краевой плите приподнятого бенча на глубине 0,3 – 1,5(2,0) м развивается сообщество ламинарии японской и аларии охотоморской со средней биомассой 18,6 кг/м<sup>2</sup>. На наклонно-грядовом бенче на глубине 1,5 – 6(7) м распространено сообщество ламинарии японской со средней биомассой 16,7 кг/м<sup>2</sup>. Общая ширина зарослей ламинариевых колеблется в тепловодном районе от 30 до 100 м, средняя – 40 – 45 м. Глубже 7 м сублитораль здесь занята сообществом известковых водорослей с единичными экземплярами других видов багрянок.

В тепловодном подрайоне в сообществе *Laminaria japonica* на глубине 1,5 – 6 м на грунте и ризоидах в нижнем ярусе развиваются *Neoptilota asplenioides*, *Odonthalia annae*, *O. ochotensis*, *Bossiella compressa*, *Chondrus pinnulatus*, *Devalerea microspora*, *Mastocarpus pacificus*, *Neorhodomela teres*, *Palmaria stenogona*, *Rhodoglossum japonicum*, *Ptilota filicina*, *Laingia pacifica*, *Tichocarpus crinitus*, *Ceramium kondoi*, *Laurentia nipponica*, *Polysiphonia japonica* и другие. В холодноводном подрайоне у п-ва Крильон на глубине 1,5 – 6 м в сообществе *Laminaria japonica* в нижнем ярусе растут *Neoptilota asplenioides*, *Rhodoglossum japonica*, *Devalerea microspora*, *Odonthalia ochotensis*, *O. annae*, *Neorhodomela teres*, *Tichocarpus crinitus*, *Phycodris riggii*, *Chondrus pinnulatus*, *Neodilsea yendoana*, *Turnerella mertensiana*, а на глубине 6 – 20 м в сообществе глубоководных ламинариевых чаще *Odonthalia ochotensis*, *Turnerella mertensiana*. Биомасса красных водорослей в этих сообществах колеблется от 2 до 10 кг/м<sup>2</sup>.

### Запасы ламинариевых водорослей у юго-западного Сахалина

Суммарная биомасса всех видов ламинариевых на побережье юго-западного Сахалина от м. Крильон до п. Шебунино и от м. Лопатина до п. Правда определена в 726,3 тыс. т сырца, из них на холодноводный район приходится 694 тыс. т. Основные за-

пасы ламинариевых в этом районе сосредоточены на глубинах от 7 до 20 м в полидоминантном сообществе ламинариевых и составляют 591,2 тыс.т (табл. 2). Суммарная биомасса второгодней и первогодней ламинарии японской во всех типах сообществ для обследованного побережья составляет 203,1 тыс.т, из них 171,4 тыс. т сосредоточена в холодноводном районе. Нами не учитывались отдельно запасы первогодней и второгодней ламинарии японской.

К промысловым относятся заросли ламинарии японской в верхней части наклонно-грядового бенча, где она образует самостоятельное сообщество на глубинах от 1,5 до 6 – 7 м и на границе приподнятого бенча, где она произрастает совместно с алярией охотоморской на глубинах 0,3 – 1,5 м. Суммарный запас ламинарии японской первого и второго года на глубине 0 – 7 м составляет у юго-западного побережья около 108 тыс.т сырца.

Локальные минимумы и максимумы концентрации биомассы ламинариевых связаны с геоморфологическими особенностями побережья. Плотность зарослей ламинариевых водорослей зависит, вероятно, от количества осадков, нанесенных на грядовой бенч. Эту гипотезу подтверждает наличие зарослей с высокой биомассой в местах, где гряды располагаются под углом к берегу и в местах прерывания бенча приустьевыми впадинами, где накопление осадков затруднено, а также в районах мысов и вынесенных в море участков бенча, где осадки не накапливаются из-за большой прибойности. Концентрация водорослей меньше на участках побережья расположенных с северной и северо-восточной стороны от мысов на участках с повышенным осадконакоплением.

Нами впервые был произведен учет запасов всех видов ламинариевых водорослей у юго-западного побережья Сахалина (табл. 2). Ранее в течение 40 – 45 лет велся учет запасов в основном ламинарии японской. Мы проанализировали данные о запасах ламинарии японской, полученные за последние 40 лет специалистами СахТИНРО (Сарочан, Меньшутина, 1956; Сарочан, 1957, 1965а, б, 1969; Балконская, Корепанов, 1992) и сравнили их с нашими данными. По данным В.Ф. Сарочан в 50 – 60-е годы в тепловодном районе к северу от Шебунино заросли ламинарии японской тянулись почти сплошным поясом от литорали до гл. 2 – 4 м, реже глубже, а ширина их колебалась от 20 – 50 м до 100 – 200 м, что совпадает с нашими данными, но заросли обнаружены нами еще глубже до глубины 6 – 7 м. В работе Сарочан, Меньшутин (1956) указывается, что в холодноводном районе ламинарии японской нет, от п. Шебунино до м. Виндис промысловые заросли отсутствуют, а на участке м. Виндис – м. Крильон заросли ламинарии японской замещаются *Laminaria longipes* и *Arthrothamnus kurilensis*. Полученные нами данные, как видно из выше приведенных материалов, не совпадают с этими утверждениями. В районе м. Виндис – п. Шебунино промысловые заросли ламинариевых есть, ламинария японская у п-ва Крильон обитает, а *Laminaria longipes* отсутствует. Кроме того, изучавший систематику и распространение ламинариевых водорослей в дальневосточных морях России Ю.Е. Петров (1973, 1974) и сотрудники ДВНЦ АН СССР (Бывалина, Клочкова и др., 1985) приводят в своих работах ламинарию японскую как вид обитающий в прибрежных водах п-ва Крильон и совершенно не упоминают *Laminaria longipes* у берегов юго-западного Сахалина.

Нами впервые были определены запасы ламинарии японской для участка побережья от м. Крильон до п. Шебунино. По данным специалистов СахТИНРО за последние 45 лет запасы промысловой второгодней ламинарии японской колебались от 27 до 0,5 – 0,6 тыс.т. сырца, т.е. испытывали очень сильные многолетние колебания. Основными факторами, влияющими на изменение запасов ламинарии японской, являются плавучие и торосящиеся льды стирающие и уничтожающие водоросли, особенно на мелководных участках. Обнаруженные на больших (3 – 7 м) глубинах заросли ламинарии японской должны быть менее подвержены уничтожению льдами и ее запасы здесь должны быть более стабильными, чем на мелководье в тепловодном районе.

По данным сотрудников СахНИРО (Балконская, Корепанов, 1992; Балконская в данном сборнике) у юго-западного Сахалина идет вытеснение ламинарии японской известковыми красными водорослями (явление «исояке»), что приводит к снижению запасов ламинарии японской. Однако, самые низкие запасы ламинарии японской 0,5 – 0,6 тыс.т сырца были зафиксированы еще в 1961 г. (Сарочан, 1965б), когда об исояке еще не шла речь. С другой стороны во всех морях умеренных широт ламинариевые водоросли растут с известковыми водорослями на одних тех же грунтах, а значительная часть ламинариевых водорослей крепится непосредственно к известковым водорослям, в то время как твердые грунты без известковых водорослей часто бывают лишены ламинариевых водорослей. Мы не уверены, что у берегов юго-западного Сахалина наблюдается вытеснение ламинариевых известковыми водорослями.

Таблица 1. Основные характеристики сообществ ламинариевых

Район	Сообщество ламинариевых	Глубина, м	Средняя ширина пояса, м	Средняя биомасса ламинариевых, кг/м <sup>2</sup>
Холодно-водный (Крильон-Шебунино)	<i>Laminaria japonica</i> , <i>Alaria ochotensis</i>	0,3-1,5	7-10	11,1
	<i>Laminaria japonica</i> + <i>Arthrothamnus kurilensis</i> , <i>Costaria costata</i> , <i>Laminaria cichorioides</i>	1,5-7	135	31
	<i>Arthrothamnus kurilensis</i> , <i>Kjellmaniella crassifolia</i> , <i>Alaria fistulosa</i> , <i>Agarum cribrosum</i> , <i>Costaria costata</i> , <i>Laminaria japonica</i> , <i>Laminaria cichorioides</i>	7(8)- 20(25)	725	13,2
Тепловодный (Шебунино-Правда)	<i>Laminaria japonica</i> , <i>Alaria ochotensis</i>	0,3-1,5	10-15	18,6
	<i>Laminaria japonica</i> + <i>Arthrothamnus kurilensis</i> , <i>Costaria costata</i> , <i>Laminaria cichorioides</i>	1,5(2)-6(7)	30	16,7

Таблица 2. Суммарная биомасса ламинариевых на побережье юго-западного Сахалина

	Суммарная биомасса, тыс.тонн					
	Ламинария японская			Все ламинариевые		
Участки побережья/глубины	0-(6)7 м	(6)7-20 м	0-20 м	0-(6)7м	(6)7-20 м	0-20 м
От м Крильон до п.Шебунино	76,8	94,6	171,4	103,1	591,2	694,3
От м.Лопатина до п.Правда	31,7		31,7	32,0		32,0
<b>ИТОГО:</b>	108,5	94,6	203,1	135,1	591,2	726,3

Таблица 3. Суммарные биомассы ламинарии японской и других ламинариевых и их распределение по глубине и участкам побережья по данным водолазной съемки 1997 г.

Разрез	суммарная биомасса ламинариевых на километр берега, т.				длина береговой полосы, км	Суммарные запасы ламинариевых по участкам побережья, т.			
	0-(6)7 м		(6)7-20(25) м.			0-(6)7 м.		(6)7-20(25)м.	
	Л.яп.	др.лам	Л.яп.	др.лам		Л.яп.	др.лам	Л.яп.	др.лам
1	4680			10500	2.5	11700			26250
2	5416	1644	47	3494	3.5	18957	5753	163	12227
3	199			2844	4.7	933	2		13367
4	143	50	17838	8002	4.5	642	226	80271	36009
5	831	351		8680	11	9136	3866		95480
6	2797	1292	1132	14908	12.5	34961	16152	14150	186350
7	41	28		10150	12.5	506	344		126875
8	1447	28			9	13022	253		
9	678				11	7458			
10	1336				5.5	7348			
11	350				11	3850			
<b>сумма</b>					87.7	108514	26595	94584	496558

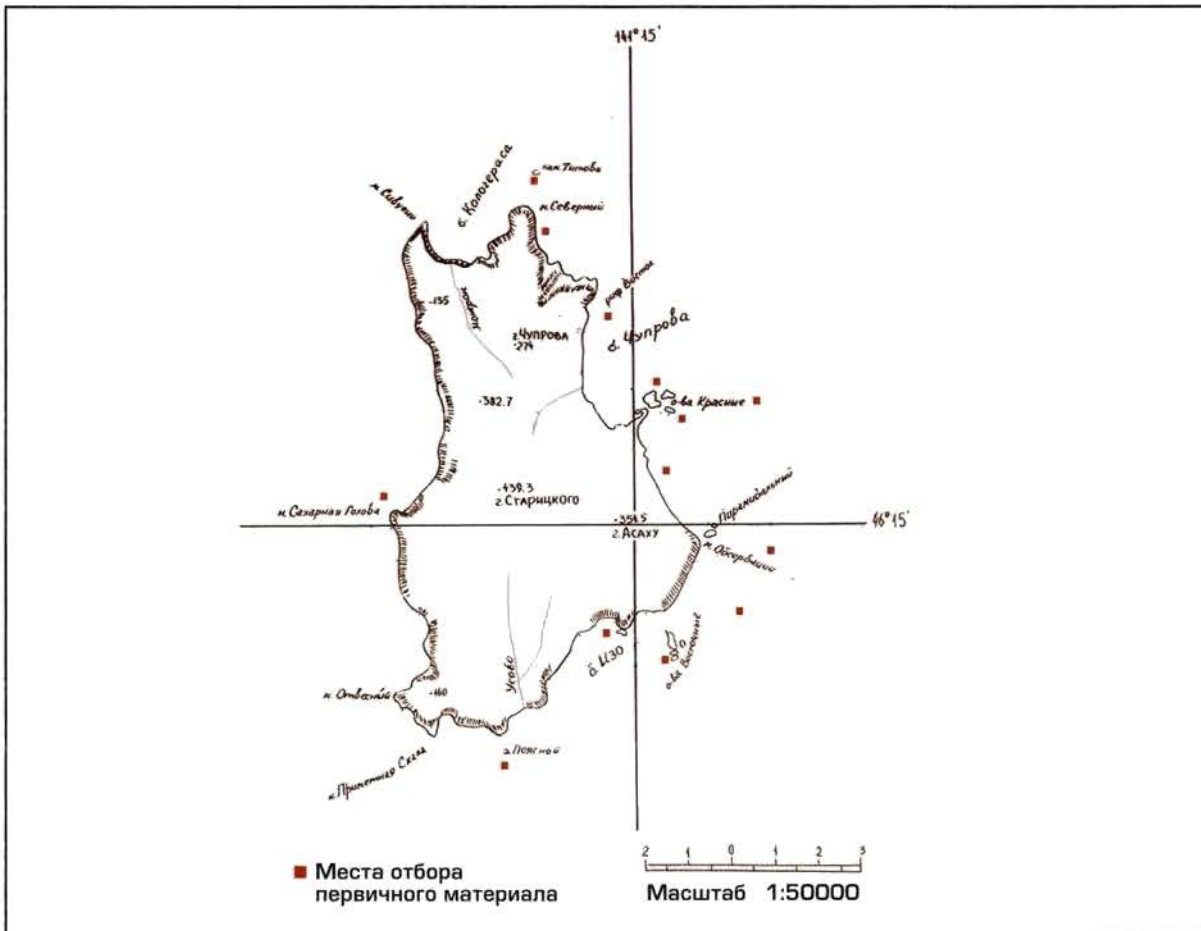


Рис.1. Схема расположения станций на акватории о.Монерон



- Разрез 1** Юго-Западное побережье мыса Виндис (г. Коврижка)  
**Разрез 2** Северное побережье м. Кузнецова  
**Разрез 3** Бухта Сони, кутовая часть, в 2 км к северу от кордона «Мыс Кузнецова»  
**Разрез 4** К юго-востоку от м. Сахарная Голова, в устье р. Замирайловка  
**Разрез 5** В 100 м севернее устья р. Горбуша  
**Разрез 6** В 0.5 км. севернее устья р. Звонarka (у затонувшего корабля)  
**Разрез 7** В 1 км к сев. от устья р. Луговка  
**Разрез 8** Южная оконечность г. Невельска (напротив лежбища сивучей)  
**Разрез 9** Бухта Ясноморская (в 1 км к северу от устья реки Ясноморка)  
**Разрез 10** Северная оконечность г. Невельска (у последних пятиэтажек)  
**Разрез 11** В районе п. Зырянское (25 км к сев от г. Невельска)

Рис 2. Схема расположения разрезов на побережье Юго-Западного Сахалина

## Список литературы

1. Балконская Л.А., Корепанов А.Б. Определение растительных ресурсов мелководий у юго-западного Сахалина с применением аэрофотосъемки. У Научная конференция по проблемам промыслового прогнозирования. Тез.докл., Мурманск, 1992, с. 11–12
2. Бывалина Т.П., Ключкова Н.Г., Фадеев В.И. Макрофитобентос сублиторали западного побережья острова Сахалин ( Японское море ). Бентос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. Владивосток. ДВНЦ АН СССР. 1985. С.27–41
3. Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (Chlorophyta) морей СССР. Изд.«Наука», Л., 1974. 165 с.
4. Возжинская В.Б. Фитогеографическая характеристика донной флоры прибрежных вод острова Сахалин. Тр. ИОАН, 1958, спецвыпуск, с.94–97.
5. Возжинская В.Б. Некоторые промысловые водоросли каменистых грунтов литорали острова Сахалин. Тр. Всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности. Архангельск, 1962, с.53–58.
6. Возжинская В.Б. Макрофиты морских побережий Сахалина. Тр.ИОАН, т.LXIX. Исследования донной фауны и флоры дальневосточных морей и Тихого океана. Изд. «Наука», 1964, с.330–440.
7. Гайл Г.И. Промысловые водоросли Сахалина и Курильской гряды. Владивосток, 1949, 87 с.
8. Голиков А.Н., О.А. Скарлато, В.Д. Табунков Некоторые биоценозы верхних отделов шельфа южного Сахалина и их распределение. Исследование фауны морей 30(38). Биоценозы и фауна шельфа Южного Сахалина. Л., изд.«Наука», 1985, с.4–68.
9. Демешкина Ж.В. Макрофитобентос шельфа острова Монерон. Сб. Бентос шельфа острова Монерон. ДВНЦ АН СССР, Владивосток, 1985 с.41–46.
10. Зинова А.Д. Список морских водорослей южного Сахалина и южных островов Курильской гряды. Исследования дальневосточных морей СССР, в. VI, 1959.
11. Ключкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. Владивосток, Изд.«Дальнаука», 1995.
12. Кусакин О.Г. Некоторые закономерности распределения фауны и флоры в осушенной зоне Южных Курильских островов. В кн. «Исследования дальневосточных морей СССР», М.–Л., изд. АН СССР, в.7, 1961, с.312–342.
13. Кусакин О.Г. Литораль острова Монерон. Сб.Бентос шельфа острова Монерон, ДВНЦ АН СССР, Владивосток, 1985, с.5–17.
14. Макиенко В.Ф. Флористический состав и распределение водорослей-макрофитов у берегов острова Монерон. Всесоюзное совещание по морской альгологии и макрофитобентосу, тез.докл., М., 1974, с.89–91.
15. Петров Ю.Е. Род *Alaria* Grev. в морях СССР. Новости систематики низших растений, т.10, 1973, с.49–61.
16. Петров Ю.Е. Обзорный ключ порядков *Laminariales* и *Fucales* морей СССР. Новости систематики низших растений, т.11, 1974, с.153–169.
17. Сарочан В.Ф. Состояние зарослей морской капусты у юго-западных берегов Сахалина в 1955 году. Изв. Тихоокеанского НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии, т.45, 1957, с.210–213.
18. Сарочан В.Ф. Биология японской ламинарии у юго-западного побережья Сахалина. Изв.ТИНРО, т.XLIX, 1963, с.115–136.
19. Сарочан В.Ф. Промысловая характеристика зарослей морской капусты (японской ламинарии) у юго-западного побережья Сахалина в 1960 г. Аннотации научных работ по исследованию сырьевой базы рыбной промышленности ДВ в 1959–62 гг, Владивосток, 1965а, с.106–107.
20. Сарочан В.Ф. Обследование промысловых запасов морской капусты у юго-западного побережья Сахалина и в заливе Анива. Проведение опытов по искусственному разведению морской капусты у юго-западного берега Сахалина в 1961 году. Аннотации научных работ по исследованию сырьевой базы рыбной промышленности ДВ в 1959–62 гг, Владивосток, 1965б, с.107–108.
21. Сарочан В.Ф. Биология, экология, распределение и запасы ламинарии японской (*Laminaria japonica* Agresch) и некоторых других видов ламинарий у берегов южного Сахалина и Малой Курильской гряды. Автореферат, Владивосток, 1969, 26с.
22. Сарочан В.Ф., Меньшутина Л.М. Морская капуста южного Сахалина. Изд.Советский Сахалин, 1956, 30с.

23. Щапова Т.Ф., О.Б.Мокиевский, Ф.А.Пастернак Флора и фауна литорали западного Сахалина. Тр.ИОАН, т.23, 1957, с.102–111.
24. Щапова Т.Ф., Селицкая Н.М. Распределение водорослей на литорали острова Монерон (Японское море). Тр. ИОАН, т.23, 1957, с.113–124.
25. Tokida J. The La Perouse strait as a boundary of the distribution of marine algae. Proc. 7 Pacif. sci. Congr. N.Zeland, v.Y, Bot., 1953.
26. Tokida J. The marine algae of Southern Saghalien . Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., v.2, n.1, 1954.

## СМЕНА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ У ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА (г. НЕВЕЛЬСК — п. САДОВНИКИ)

Балконская Л.А., Шпакова Т.А.

Видовой состав альгофлоры побережья юго-западного Сахалина изучался многими отечественными и японскими исследователями.

Работы отечественных авторов основаны на материалах комплексных экспедиций Зоологического института АН СССР 1947–1949 и 1963 гг. (Зинова, 1954, 1959), Дальневосточной комплексной прибрежной экспедиции Института океанографии АН СССР 1954 – 1955 гг. (Возжинская, 1964), а также гидробиологических экспедиций ИБМ ДВНЦ АН СССР 1974 – 1979 гг. (Клочкова, 1986, 1994). В них наряду с видовым составом рассматривается распределение макрофитов в супралиторали, литорали и верхней сублиторали побережья, приводятся данные по проективному покрытию, биомассе, экологии отдельных видов водорослей (Возжинская, 1964), их роли в биоценозах. Географический состав флоры в верхних отделах шельфа Южного Сахалина рассматривался в работах Ю. Токида (Tokida, 1954), Л. А. Балконской (Balkonskaja, 1995). Таксономический, фитогеографический и хорологический анализ альгофлоры Татарского пролива дан в книге Н.Г. Клочковой (1996).

В последние годы вдоль юго-западного побережья Сахалина наблюдается замещение традиционных растительных сообществ кораллиновыми водорослями. Это явление описано японскими авторами (Фудзита, 1987, 1989, Nabata et al., 1992, Suzuki et al., 1995,) под названием «исоякэ» и наблюдается у берегов Хоккайдо с 1952 г.

В настоящей работе нами рассматривается процесс сукцессии фитоценозов, развивающийся как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении на участке побережья юго-западного Сахалина. Нами использовались данные водолазных съемок СахТИНРО, СахНИРО 60-х – 90-х годов, аэрофотосъемки ВНИИКАМ 1965 и 1990 г., стационарных сезонных наблюдений на биостанции СахНИРО в пос. Антоново 1982–1985 и 1996 гг.

Для прибрежных участков Татарского пролива в районе п. Садовники – г. Невельск характерно наличие рифовой гряды, местами выступающей над поверхностью моря и совершенно лишенной наносов, так называемых «бенчей». Обнаженная скалистая поверхность морского дна – зона активных гидродинамических процессов до глубины 20 – 30 метров, а в отдельных случаях и глубже. Бенчи прослеживаются вдоль всего юго-западного побережья Сахалина, прерываясь только в заливах и небольших бухточках перед устьями рек, где их покрывает маломощный слой наносов. Юго-западное мелководье бедно подвижными формами грунтов, так как наносы с берега поступают в небольшом количестве, а небольшие реки и ручьи западного побережья выносят мало аллювиальных осадков. Подвижные грунты, главным образом песчаные на протяжении нескольких километров имеются только у м. Слепиковского, и от пос. Казакевичи до м. Лопатино. Севернее от м. Гаврилова до м. Старомаячный преобладают песчаные грунты, выход твердых пород наблюдается в районе мысов, а вдоль всего побережья встречаются отдельные крупные валуны.

Гидрологический режим побережья юго-западного Сахалина в основном определяется двумя течениями: Западно-Сахалинским и Цусимским. Воды Цусимского течения проникают в Татарский пролив, огибая с запада о. Монерон, и частично возвращаются к югу, уходя в пролив Лаперуза. Вода Охотского моря, проникнув в Японское море, отливным течением уносится вдоль берега на север, создавая у юго-западного Сахалина (до м. Виндис) холодноводную область. Приливно-отливные течения в отдельных районах пролива разные. Так в южной части до 47° с.ш. они носят неправильный суточный характер, а севернее – неправильный полусуточный. Амплитуды прилива сравнительно невелики и составляют в среднем 0.5 м. Температура воды в июле – августе в среднем составляет 13.7°C, а соленость воды – 33.5‰.

Видовой состав макрофитов исследуемого участка побережья представлен 57 видами водорослей, из которых постоянно встречаются из зеленых *Ulva fenestrata* P. et R., из бурых – *Laminaria japonica* Aresch., *L. cichorioides* Miyabe., *Alaria ochotensis* Yendo, *Agarum cribrosum* Bory, *Sargassum pallidum* (Turn.) Ag., и из красных водорослей – *Farlowia irregularis* Jam., *Tichocarpus crinitus* (Gmel.) Rupr., *Chondrus pinnulatus* (Harv.) Ocam., *Palmaria stenogona* (Perest.) Perest., *Ptilota filicina* J. Ag., *Polysiphonia morrowii* Harv. Кроме того, круглый год присутствуют кораллиновые членистые – *Bossiella cretaceae* (P. et R.) Johansen, *B. compressa* Kloczc., *Corallina sachalinensis* Kloczc., *C. pilulifera* P. et R. и корковые водоросли *Clatromorphum circumscriptum* (Stromf) Foslie, *Phymatolithon lenormandii* (Aresch.) Adey., *Lithothamnion sonderi* Hauch., а так же эпифиты *Masakia bossiellae* Kloczc., *Melobesia tomitaroi* Kloczc., *Pneophyllum zostericolum* (Foslie) Kloczc. Остальные виды встречаются в те или иные сезоны года (Шпакова, 1997).

Основным растительным сообществом мелководья данного района является многоярусное сообщество с доминирующим видом – *Laminaria japonica*. В верхнем ярусе кроме нее присутствуют *L. cichorioides*, *Alaria ochotensis*, *Agarum cribrosum*. В среднем ярусе наиболее значительны по биомассе *Dichloria viridis* (Mull) Grev., *Cystoseira crassipes* (Mert.) J. Ag., из красных, кроме перечисленных выше, *Porphyra variegata* (Kjellm.) Hus., *P. yezoensis* Ueda, *Mastocarpus ochotensis* (Rupr.) Mak., *Rhodymenia pertusa* (P. et R.) J. Ag., *Halosaccion glandiforme* (Gmel.) R., *Ceramium kondoi* Jendo, *Polysiphonia yendoi* Segi., *P. morrowii* Harv., *Neorhodomella larix* (Turn.) Masuda, *Chondria dasyphylla* (Wood.) Ag., *Laurencia nipponica* Jam. и др. Из зеленых в среднем ярусе наиболее многочисленны *Ulva fenestrata* P. et R., *Monostroma grevillei* (Thurn.) Witte, *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. *Cladophora speciosa* Harv.

*Laminaria japonica* служит основным промысловым видом водоросли добываемой у о. Сахалин.

В настоящее время в районе пос. Садовники – г. Невельск наблюдается уменьшение площади занятой сообществом *Laminaria*. Данное явление отмечается с 1963 г. (Сарочан, 1963) и постепенно оно усугубляется. Это связано с происходящей здесь сукцессий. Многоярусное сообщество *Laminaria* замещается на одноярусное сообщество *Corallinaceae*. Происходит постепенное вытеснение сообщества *Laminaria* на мелководную часть бенча (рис. 1).

Раньше других процесс сукцессии был отмечен на участке пос. Садовники – г. Холмск. Если в 1950 – 1963 гг. и наблюдались небольшие ежегодные колебания в размере площадей занятых сообществом *Laminaria*, то это было связано с чередованием урожайных и неурожайных поколений доминирующего вида – *Laminaria japonica*. Размер полей мог изменяться, но они располагались на глубинах от 0 до 4 м. Начиная с 1963 г. площадь зарослей сообщества *Laminaria* расположенных на глубинах более 1 м начала уменьшаться. Это подтверждают результаты аэрофотосъемок выполненных в 1965, 1967, 1990 гг. и водолазные съемки последних лет. На рисунке 2 приведена схема полей сообщества *Laminaria* на ключевом участке пос. Яблочное – пос. Антоново.

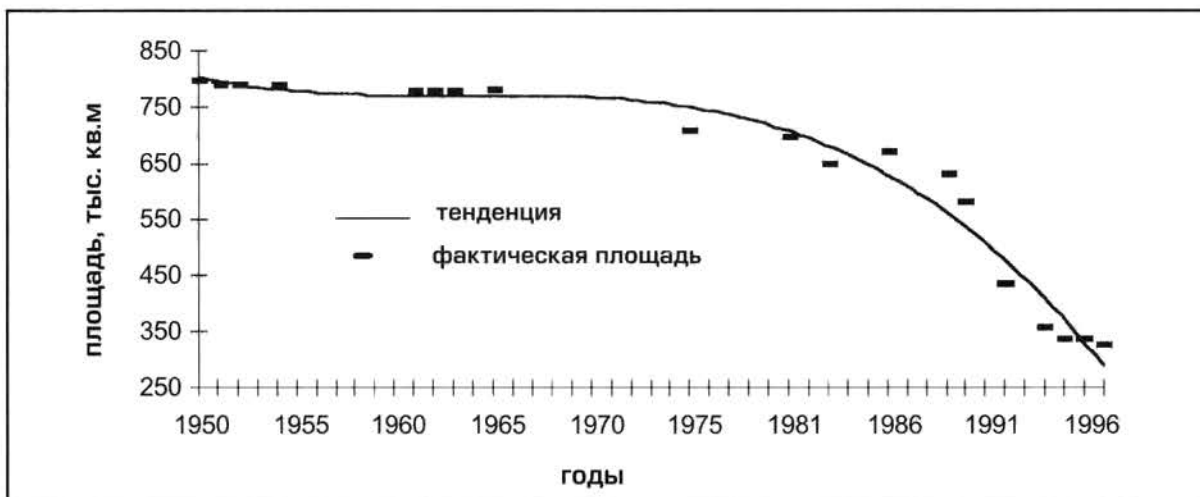


Рис. 1. Динамика и тенденция изменения общей площади, занимаемой сообществом *Laminaria*, у юго-западного Сахалина (пос. Садовники – г. Невельск)

Постепенно за 30 лет (1965 – 1995 гг.) сообщество *Corallinaceae* полностью вытеснило сообщество *Laminaria* с мористой части бенча. В настоящее время заросли остались лишь на вершине гряд, а площадь занимаемая этим сообществом уменьшилась с 236000 м<sup>2</sup> до 98000 м<sup>2</sup>.

Южнее от г. Холмска до г. Невельска распространение кораллиновых водорослей началось значительно позже. По данным аэрофотосъемок площадь сообщества *Laminaria* в 1965 и 1990 гг. оставалась неизменной. Начиная с 1991 г по 1995 г общая площадь занятая зарослями сообщества *Laminaria* уменьшилась с 330000 м<sup>2</sup> до 140000 м<sup>2</sup>. Хотя произошло резкое сокращение величины площадей, диапазон их распределения по глубинам остался прежним до 4 метров.

Если площадь зарослей 1950 года принять за 100%, то в 1997 г общее проективное покрытие дна сообществом *Laminaria* составило 42%, остальная площадь (58%) заселена сообществом кораллиновых водорослей. Тоже наблюдается и для каждого участка, так на первом участке в 1997 г. проективное покрытие дна сообществом *Laminaria* составило 38%, а кораллиновых 62%, на втором 34% и 66% соответственно.

Надо отметить, что проективное покрытие дна водорослями в самих зарослях ламинарии японской за эти годы почти не изменилось и зависит от преобладания в зарослях двухлетних или однолетних растений. По нашим наблюдениям как и в прибрежье о Хоккайдо (Nabata et al., 1992) на участке пос. Садовники – г. Холмск *Laminaria japonica* перешла на одногодичный цикл развития, что отрицательно сказывается на состоянии ресурсов этой водоросли, так как масса и размеры однолетних растений значительно ниже таковых, чем у многолетних. На более южных участках сохранилось чередование поколений *Laminaria japonica*.

## Заключение

На основании изложенного выше можно сделать выводы о том, в прибрежье юго-западного Сахалина происходит заметное уменьшение площадей занятых многоярусным сообществом *Laminaria* и увеличение площадей одноярусного сообщества *Corallinaceae*.

Сукцессия развивается как в вертикальном так и в горизонтальном направлениях.

На некоторых участках охваченных сукцессией *Laminaria japonica* перешла на одногодичный цикл развития.

В результате этих процессов происходит уменьшение ресурсов *Laminaria japonica* у юго-западного Сахалина.

## Литература

1. Возжинская В.Б. Макрофиты морских побережий Сахалина // Тр. ИОАН СССР. – 1969. – 69 – С. 340–440.
2. Зинова Е.С. Водоросли Татарского пролива // Тр. Бот. ин-та АН СССР. – 1954б. – Сер. II – Вып. 9. – С. 311–364.
3. Зинова А.Д. Список морских водорослей Южного Сахалина и южных островов Курильской гряды // Исследования дальневосточных морей СССР. – 1959. – Вып. 6. – С. 146–161.
4. Клочкова Н.Г. Флора водорослей макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. Автореферат канд. дисс. – Владивосток, – 1986. – 23с.

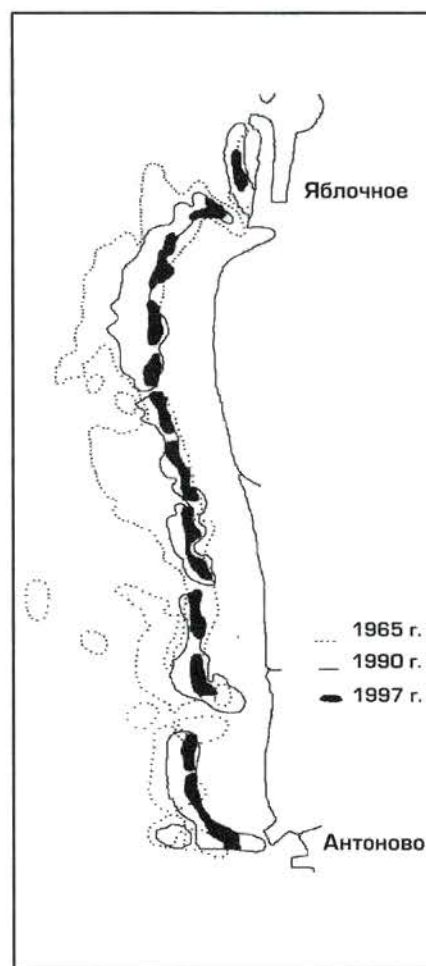


Рис. 2. Схема полей сообщества *Laminaria* на ключевом участке пос. Яблочное - пос. Антоново у юго-западного Сахалина

5. Клочкова Н.Г. Аннотированная библиография по морским водорослям–макрофитам Татарского пролива. – Владивосток,: Дальнаука, 1994.– 107с.
6. Клочкова Н.Г. Флора водорослей макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования. Владивосток,:Дальнаука, 1996. –293с.
7. Фудзита Д. Исследование явления «исоякэ» у г. Тайсэй–мати на о. Хоккайдо. Суйсан дзосеку,35. 3., 1987.
8. Фудзита Д. Распределение морских водорослей на «исоякэ», г. Тайсэй–мати, о. Хоккайдо. Нанкисэйбуцу, 31.1, 1989.
9. Шпакова Т.А. Сезонные изменения видового состава макрофитов на мелководье Татарского пролива (Юго–западныйСахалин, Россия). Альгология, т. 7, N2, Киев, 1997.
10. Balkonskaja L. A. Exogenous succession of the south–west Sakhalin plant society // North Pacific Marine Science Organization (PICES). Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas abstrrects jun 19–24, 1995. Vladivostok, Russia, P. 43.
11. Nabata S.,Abe E., Kakiuti M. About ISOYAKE conditions near the town Taysey–te, the sowswestern part of Hokkaido. Hokusuisi kenho. 1992.
12. Suzuki Y., Kuma K., Kudo I., Matsunaga K. Iron requirement of the brown macroalgae *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta) and the crustose coralline alga *Lithophyllum yessoense* (Rodophyta), and their competition in the northern Japan Sea. Phycologia, vol. 34, n. 3, 1995.
13. Tokida J. The marine algae of Southern Saghalien. 1954. 264p. (Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Vol. 2, N 1).

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И БИОЛОГИИ КАМЧАТСКОГО И ВОЛОСАТОГО КРАБОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА

Переладов М.В., Буяновский А.И., Милютин Д.М.,  
Огурцов А.Ю., Мельников А.А.

На акватории Юго-Западного Сахалина самыми распространенными промысловыми крабами являются два вида: камчатский и четырехугольный волосатый.

Первый из этих видов, камчатский краб *Paralithodes camtschatica*, несмотря на почти вековой его активный промысел, до последнего времени не был достаточно изучен. Систематические работы по его изучению начались СахНИРО в 1985 г. (Клитин, 1992; 1996). У побережья Юго-Западного Сахалина камчатский краб встречается почти повсеместно в пределах от мыса Кузнецова до мыса Ламанон. В общих чертах известны сроки и направления миграций, структура репродуктивного цикла, особенности линьки, функциональная структура популяции. Однако при той высокой промысловой нагрузке, которая имеет место в настоящее время, весьма актуальной представляется информация о пространственном распределении отдельных скоплений, закономерностях их формирования, сезонной динамике численности и тенденциях в многолетних изменениях. Открытым остается вопрос о реальном промысловом запасе и влиянии промысла на состояние популяции.

О распределении и биологии четырехугольного волосатого краба *Erimacrus isenbeckii* известно значительно меньше. Согласно литературным данным («Промысловые рыбы...», 1993), у Юго-Западного Сахалина он обитает на акватории от м. Крильон до м. Ламанон ( $45^{\circ}54' - 48^{\circ}47'$  с.ш.). Известно, что севернее м. Слепиковского ( $47^{\circ}18'$ ) он в зимний период держится на глубинах 150 - 300 м, а весной выходит на мелководье. Южнее волосатый краб зимует на 30 - 65 м, и весной концентрируется на глубинах около 40 м. Размеры самцов варьируют от 30 до 123 мм, а самок - от 40 до 85 мм. Линька, вероятно, происходит в весенний период и не имеет такого организованного характера как у камчатского краба. Этими сведениями ограничена вся содержащаяся в открытой печати информация о распределении и биологии одного из наиболее ценных промысловых видов. Поскольку в последние годы промысловые нагрузки на волосатого краба сильно возросли, то для более эффективного регулирования его вылова необходимо иметь значительно более полные данные по особенностям пространственного распределения, размерно-возрастной и половой структуре в разных районах, сроках и направлении миграций, структуре репродуктивного цикла.

Учитывая, что биология обоих видов тесно связана с прибрежной зоной, их исследования были включены в «Программу научно-исследовательских работ по изучению гидробионтов прибрежной зоны Юго-Западного Сахалина и разработке и рекомендаций по их рациональному использованию и искусственному воспроизводству», выполняемую Лабораторией прибрежных исследований ВНИРО. Целью исследований, выполненных в 1994-97 г. явилось изучение биологии и распределения камчатского и волосатого крабов, а также оценки ресурсов каждого из двух видов.

### Материал и методика

В отчете использованы материалы 11 рейсов краболовных судов, работавших в Татарском проливе у Юго-Западного побережья о-ва Сахалин в режиме ловушечного лова с марта 1995 г. по декабрь 1997 г. (таблица 1). Кроме того, при исследованиях волосатого краба были использованы данные маломерных судов «Монерон-1» и «Монерон-2», осуществлявших прибрежный лов в районе м. Кузнецова ( $46^{\circ}20' - 46^{\circ}45'$  с.ш.) на глубинах 20-60 м в мае - сентябре 1997 г. (всего 170 станций).

При работе среднетоннажных судов (табл. 1) использовали порядки с 80 - 150 стандартными японскими коническими ловушками для камчатского краба, а при работе маломерного флота - несколько типов ловушек (конических и/или прямоугольных), обтянутых мелкоячеистой делью (2 - 3 см). В качестве наживки использовали в основном свежемороженого минтая.

**Таблица 1.** Список научно-промысловых рейсов

Судно	Сроки работы	Район работ, с.ш.	Диапазон глубин, м	Количество станций
РС «Невон»	29.07.-08.09.1994	46°25'-46°22'	24-73	99
СРТМ «Разино»	17.02.-08.03.1995	47°56'-48°20'	100-304	75
РС «Осторожный»	25.03.-14.04.1995	46°00'-46°01'	46-116	43
РС «Чугуев»	02.09.-28.10.1995	46°00'-48°04'	66-200	152
РС «Георгий Матвейчук»	28.02.-10.05.1996	46°00'-48°37'	30-322	194
РС «Сист-1»	15.08.-29.09.1996	46°00'-48°06'	19-141	116
РС «Глобино»	30.08.-27.12.1996	46°45'-48°04'	20-131	111
РС «Глобино»	10.03.-08.06.1997	46°00'-49°14'	20-198	194
СРТМ «Разумное»	07.07.-18.08.1997	47°48'-51°23'	12-176	189
СТР «Калачинск»	15.08.-12.12.1997	45°58'-48°14'	26-235	216
РС «Глобино»	30.09.-18.12.1997	46°06'-46°18'	30-170	181

Количественный учет и биологический анализ камчатского краба проводили по стандартной методике. Первичными данными служили оценка и распределение уловов по порядку; координаты и глубина в начале и конце порядка, дата и время его постановки и выборки; размеры особей (ширина карапакса), состояние покровов карапакса и икры (у самок).

При анализе уловов использовали данные с порядков с застоем не более 5 суток.

Среди самцов камчатского краба выделяли размерные категории: с шириной карапакса менее 150 мм (непромысловые самцы) и с шириной карапакса от 150 мм и более (промысловые и самцы). Кроме этого, выделяли ювенильных особей обоих полов с шириной карапакса менее 120 мм (Виноградов, 1941). Для волосатого краба промысловыми самцами считали особей шириной карапакса свыше 78 мм. Всего было промерено 33542 экз. камчатского и 42302 экз. волосатого краба (табл. 2).

**Таблица 2.** Количество исследованных особей

Год	Камчатский краб	Волосатый краб
1994		5210
1995	5031	8533
1996	7176	7550
1997	21335	21009

Математическую обработку данных проводили в программах: ACCESS'97 (создание базы данных), EXCELL 5.0-97, STATISTICA for Windows 4.0 (статистическая обработка массивов) и MAPDESIGNER (построение карт распределения уловов и расчет общего запаса).

При построении карт распределения самцов камчатского краба с преобладанием той или иной межлиночной стадии рассчитывали «индекс линьки» для каждого порядка:

$$I_m = (\sum m_i / N) \times 1000,$$

где  $I_m$  – индекс линьки,  $m_i$  – межлиночная стадия, на которой находится конкретная особь в данном порядке (1 – первая стадия, 2 – вторая стадия, 3 – третья ранняя стадия, 4 – третья поздняя стадия, 5 – четвертая стадия),  $N$  – количество особей в данном порядке. При анализе межлиночных категорий волосатого краба использовали те же показатели.

Расчеты промысловых запасов проводили по индивидуальным методикам, которые описаны в соответствующих разделах, посвященных ресурсам каждого вида.

Авторы выражают искреннюю признательность всем сотрудникам, которые собирали первичный материал в рейсах, а также заведующему Лабораторией промысловых беспозвоночных ВНИРО к.б.н. Б.Г. Иванову и м.н.с. Лаборатории прибрежных исследований О.Ю. Вилковой за полезные рекомендации, высказанные при работе над статьей.

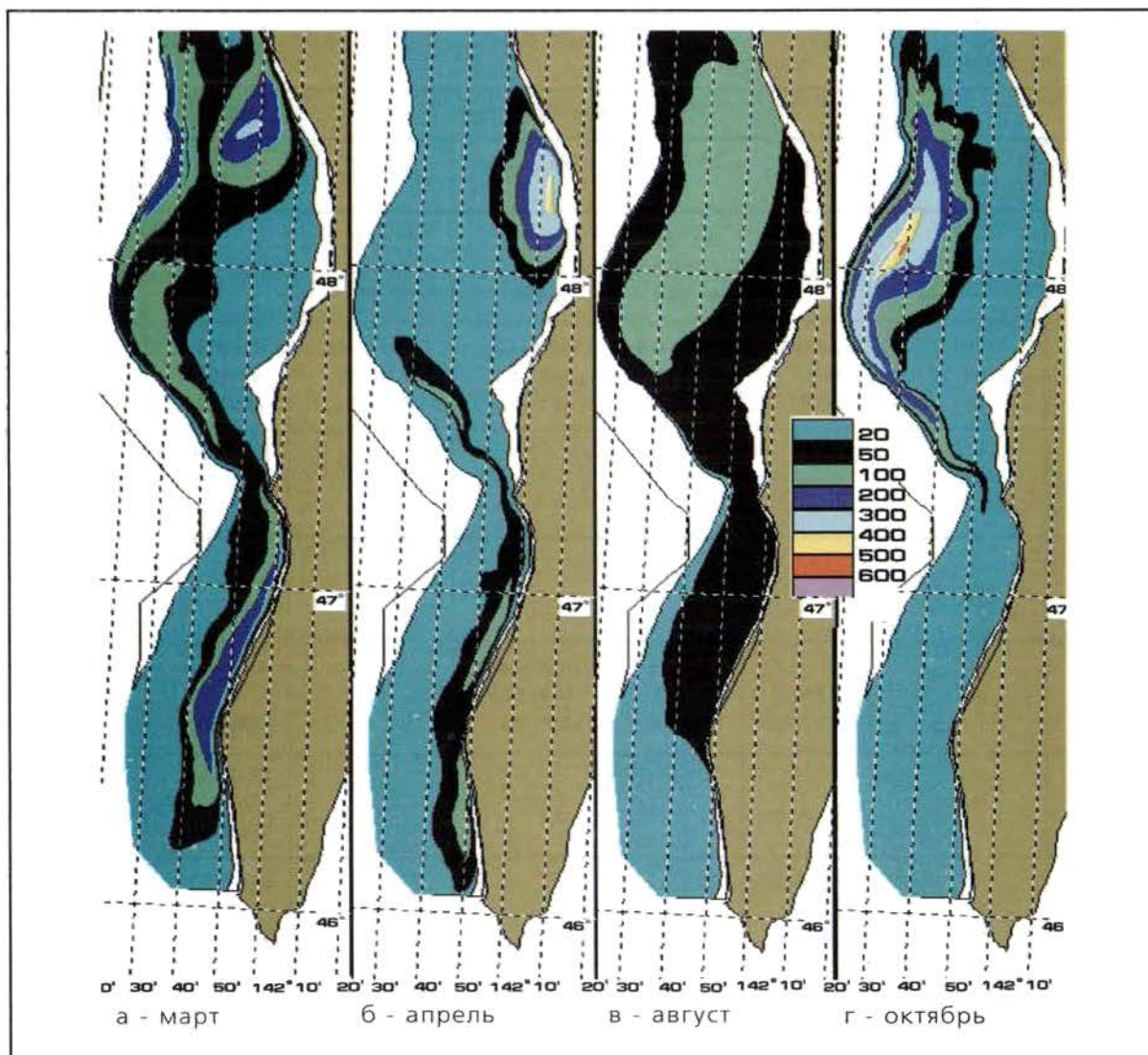


Рис. 1. Распределение уловов (экз/100лов, показаны цифрами) промысловых самцов камчатского краба в 1995-97гг. в разные сезоны: а - март, б - апрель, в - август, г - октябрь

## Камчатский краб

### Динамика и распределение уловов

**Промысловые самцы.** Ниже приводится описание динамики уловов на Ильинском мелководье и в заливе Невельского (районы, по которому были получены наиболее полные данные).

В распределении уловов промысловых самцов были отмечены как сезонные (рис.1), так и межгодовые различия (табл. 3).

На Ильинском мелководье в марте 1995 г. основная масса самцов находилась глубже 150 м, однако средние уловы были невысокими (до 0,6 экз/лов) (табл. 3). В марте 1996 г. промысловые самцы образовывали более плотные скопления на глубинах 40–70 м и (2 экз/лов) – более 200 м (средние уловы 1,3 экз/лов). В марте 1997 г. в заливе Невельского картина была похожая.

В апреле 1996 г. местоположение пятен концентрации промысловых самцов было примерно такое же, как и в марте, однако плотность крабов в них возросла (средние уловы на глубинах менее 70 м достигли 4 экз/лов).

В мае 1996 г. уловы промысловых самцов на глубинах до 150 м были достаточно низкими (до 0,2 экз/лов), а в мае 1997 г. – оставались высокими (3,7 экз/лов). В июне 1995 и 1997 г. уловы на глубинах до 70 м были сравнительно высоки (соответственно 2 экз/лов. и 3,6 экз/лов).

**Таблица 3.** Динамика и распределение уловов камчатского краба по глубинам (экз/100 лов). m - промысловые самцы, mj - непромысловые самцы, f - самки

Месяц, год	Категории	Ильинское мелководье				залив Невельского	
		30-70 м	70-150 м	150-220 м	220-300 м	30-70 м	70-150 м
03.95	m		38,9±5,8	61,4±39,0	53,5±12,1		
	mj		0,4±0,3	1,061,0	0,9±0,2		
	f		9,1±0,6	1,460,9	0,4±0,1		
03.96	m	201,4±103,0	108,1±21,0	95,2±14,2	129,5±34,6	81,8±20,7	30,2±12,0
	mj	3,3±1,0	7,0±4,0	2,4±1,1	8,1±2,7	0,2±0,2	0,6±0,3
	f	12,4±9,7	58,0±23,8	1,6±0,6	0,1±0,1	78,6±31,2	15,0±5,4
03.97	m					89,14±36,0	87,9±42,6
	mj					2,8±2,8	0
	f					127,8±44,4	55,5±31,2
04.95	m						
	mj						
	f						
04.96	m	402,06145,2	155,7±49,9	390,0±140,7		30,0±10,0	
	mj	115,4±50,9	9,1±2,0	34,6±19,9		0	
	f	232,4±113,2	10,4±6,8	6,0±2,5		3,0±1,0	
04.97	m					59,19±9,6	138,8±79,2
	mj					0,5±0,3	0
	f					48,8±11,7	58,4±36,2
05.96	m	19,4±10,8	30,2±14,7			34,4±20,2	28,6±13,4
	mj	0,3±0,3	0			0	0,5±0,5
	f	60,0±34,2	76,7±44,0			89,0±57,6	15,9±7,6
05.97	m	366,3±42,4					
	mj	143,9±47,9					
	f	536,6±176,1					
06.95	m	203,9±33,4					
	mj	12,7±35,7					
	f	65,5±9,4					
06.97	m	358,8±55,6					
	mj	108,8±23,1					
	f	402,1±77,8					
07.97	m	54,4±13,2					
	mj	50,3±12,2					
	f	19,7±4,8					
08.96	m	130,2±69,3	636,0±137,5			0	
	mj	0,6±0,6	11,2±5,6			0	
	f	1,0±1,0	0			0	
08.97	m		81,7±11,8	51,9±11,3			
	mj		1,8±1,2	0			
	f		4,2±1,8	0			
09.96	m		218,3±41,4	51,9±11,3		37,1±8,2	24,4±5,8
	mj		6,2±2,0	0		0	0
	f		3,1±1,4	0		4,0±0,4	0
10.95	m	73,9±43,0	307,5±84,2				
	mj	0	2,3±1,7				
	f	82,4±53,4	76,6±38,7				

В летние месяцы в течение всех трех лет средние уловы не превышали 1,3 экз/лов на глубинах до 150 м.

В сентябре 1996 г. средние уловы на глубинах 70 – 150 м возросли до 2,2 экз/лов, а в октябре 1995 г. – до 3,1 экз/лов.

Таким образом, в районе Ильинского мелководья в марте самцы рассредоточены в широком диапазоне глубин от 30 до 300 м. В апреле они начинают концентрироваться на мелководье (до 70 м) и в течение мая–июня держатся там плотными скоплениями. В августе и в осенние месяцы основная часть самцов смещается на глубины 70 – 150 м.

Из других районов Юго–Западного побережья Сахалина, по которым имеются данные, можно выделить район в заливе Невельского около мыса Лопатина, где средние уловы промысловых самцов достигали 1,4 экз/лов (табл. 3).

**Непромысловые самцы.** Уловы непромысловых самцов в марте и августе–октябре были, как правило, невысокими на всех облавливаемых глубинах и составляли всего несколько процентов от уловов промысловых самцов (табл. 3). Однако в апреле–августе их уловы на глубинах 30–70 м сильно возрастали и составляли 20 – 90 % от уловов промысловых самцов.

**Самки.** На Ильинском мелководье в марте уловы самок были наибольшими на глубинах 70 – 150 м (табл. 3, рис. 3 А) и составили в 1995 г. 19%, а в 1996 г. – 34 % от общих уловов.

В апреле (рис. 3 Б) 1996 г. уловы самок были наибольшими на глубинах 30 – 70 м (2,3 экз/лов, что составляет 31 % от общих уловов), тогда как на глубинах 70 – 150 м они не превышали 0,1 экз/лов (6 % от общих уловов), а на глубинах 150 – 220 м – 0,06 экз/лов и 1,4 % соответственно.

В мае (рис. 3 В) 1996 г. средние уловы самок на глубинах 30 – 70 м были 0,6 экз/лов (75 % от общих уловов), а в мае 1997 г. – 5,4 экз/лов (51 %) соответственно. Основное скопление самок находилось в это время на Ильинском мелководье между 48°00' и 48°20' с.ш. на глубинах менее 50 м.

Примерно такая же доля самок в уловах, 50 – 75 %, на Ильинском мелководье сохранялась и в июне, а в августе–сентябре она уменьшилась до нескольких процентов за счет снижения плотности самок (рис. 3 Г, Д). Однако в октябре снова появлялось пятно, в котором средние уловы самок на глубинах до 150 м составляли до 0,8 экз/лов, а их доля в общих уловах возросла до 20 – 52 %.

В заливе Невельского у мыса Лопатина на глубинах 30 – 150 м средние уловы самок уже в марте, то есть почти на месяц раньше, чем на Ильинском мелководье, были сравнимы со средними уловами промысловых самцов.

**Места наиболее частой встречаемости молоди обоих полов.** Наиболее часто неполовозрелые, шириной менее 120 мм, особи в весенне–осенний период попадались в ловушки в двух районах Ильинского мелководья: на глубинах до 40 м в центральной части и на глубинах до 50 м в южной части (рис. 2). Соотношение полов было близко к единице (N = 135).

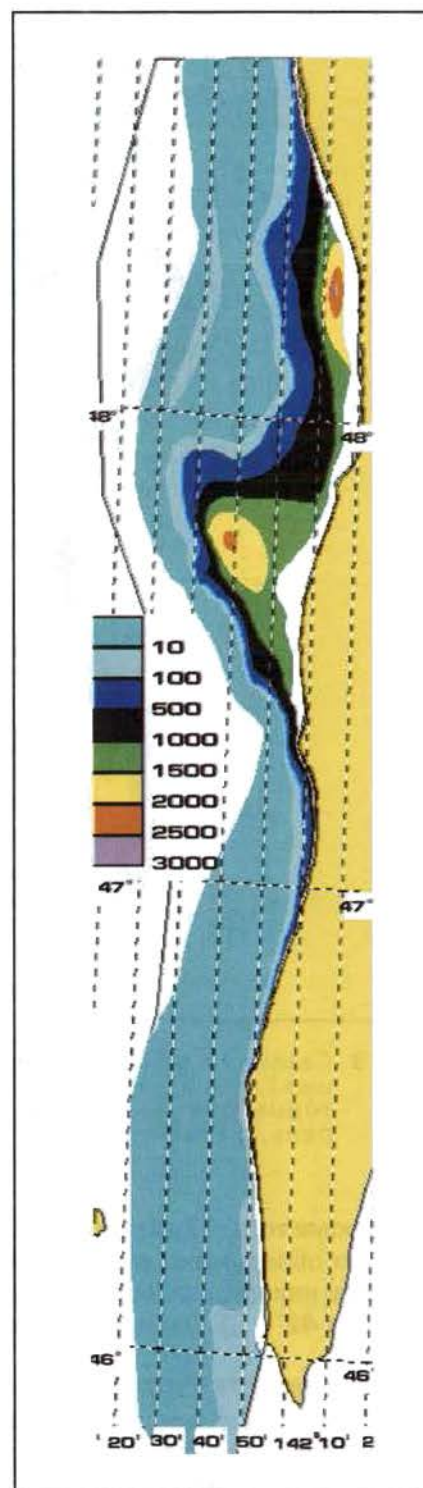
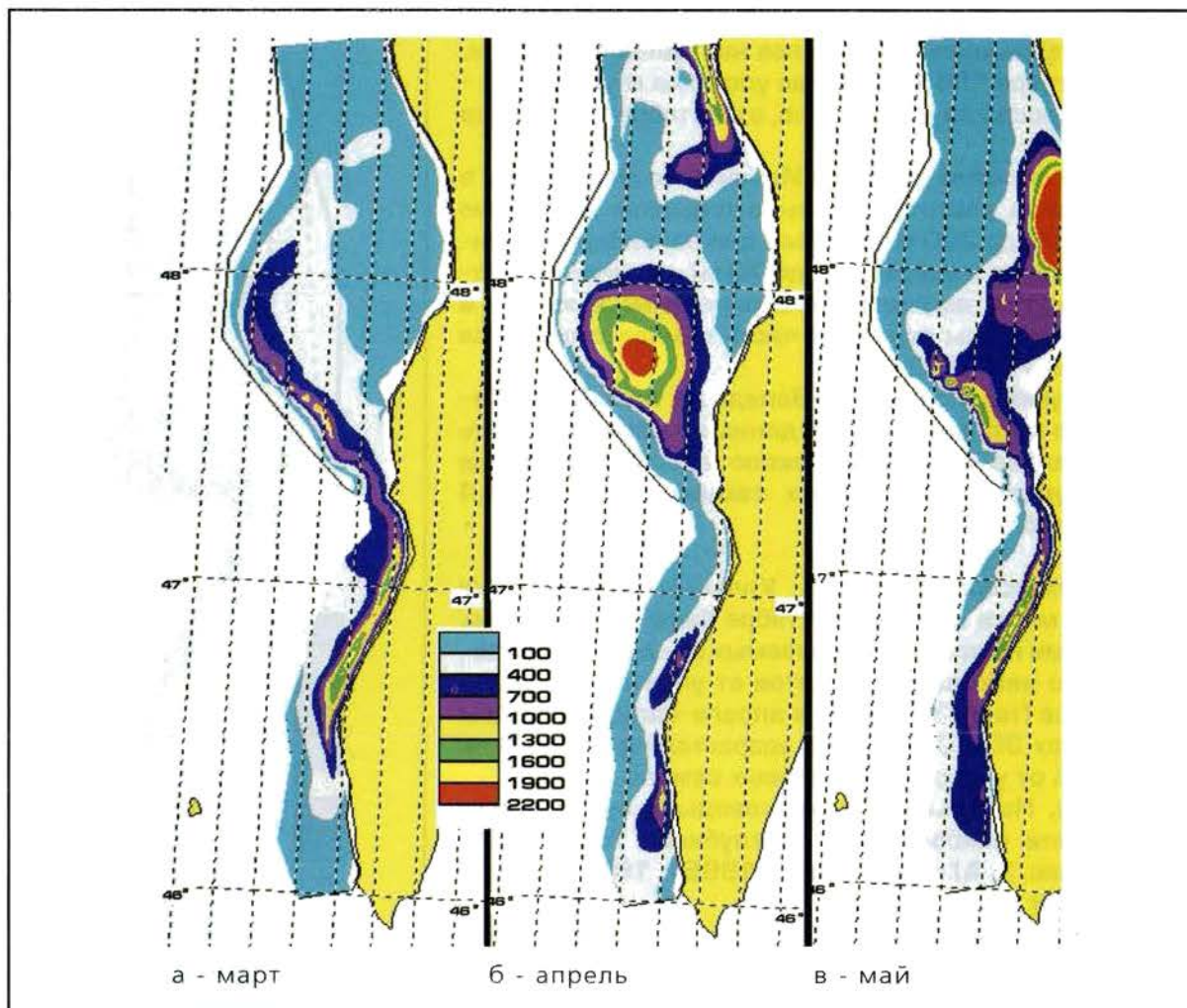


Рис. 2. Районы наиболее частой встречаемости молоди камчатского краба размерами менее 120 мм (экз/1000 лов). Использованы объединенные данные трех лет



**Рис. 3.** Сезонная динамика уловов самок камчатского краба (уловы, экз/1000 ловушек) у Юго-Западного побережья о-ва Сахалин (только для тех районов, по которым для указанных сроков есть данные ловушечной съемки): а - март, б - апрель, в - май, г - август, д - октябрь

Кроме того, 27 августа 1997 г. в заливе Невельского ( $46^{\circ}52'18''$  с.ш.) на глубине 30,5 м было обнаружено очень плотное, но локальное скопление молоди камчатского краба (молодь находилась всего в двух ловушках по 300 - 400 особей в каждой) с шириной карапакса 42 - 82 мм и соотношением самок и самцов близким 1:1.

### **Размерная структура**

Размеры самцов варьировали от 41 до 255 мм, размеры самок - от 41 до 211 мм.

Средний размер промысловых самцов в 1995 г. составил  $194,43 \pm 0,52$  мм, самок -  $153,77 \pm 0,85$  мм; в 1996 г. -  $193,36 \pm 0,30$  мм и  $154,70 \pm 0,52$  мм соответственно; в 1997 г. -  $204,42 \pm 0,38$  мм и  $165,48 \pm 0,34$  мм соответственно. Значительное увеличение средних размеров в 1997 г. вызвано, вероятно, тем, что в этом году работы велись, в основном, в южной части Юго-Западного побережья Сахалина, где средние размеры крабов несколько больше, чем на севере (Клитин, 1992).

Анализ, отдельно по годам, размерной структуры скоплений камчатского краба в исследуемых районах показал, что в 1995 г. в общем улове самцов доля крабов промыслового размера (более 15 см) достигала 98% (рис. 4 А). Достаточно явно выделяются несколько размерных групп с пиками численности в размерных классах 180 - 185 мм, 190 - 195 мм и 200 - 205 мм. Максимальный процент пойманных особей (12 %) приходится на размерный класс 200 - 205 мм.

В 1996 г. (рис. 4-Б) промысловые самцы составляли 95,5% от всех пойманных самцов. Также заметно выделялись размерные группы с пиками численности 170 - 175 мм, 180 - 185 мм, 190 - 195 мм, 200 - 205 мм, 210 - 215 мм и 220 - 225 мм.

В 1997 г. (рис. 4 В) самцов с размерами более 15 см было 87 % от всех пойманных самцов.

Таким образом, в течение трех лет, во-первых, наблюдалась тенденция к снижению в уловах доли самцов с размерами более 175 мм (табл. 5, рис. 6), и, во-вторых, в направлении с севера на юг происходило увеличение средних размеров как самцов, так и самок (табл. 4, рис. 4, 5, 6). Последнее было обусловлено, главным образом, уменьшением в этом направлении частоты встречаемости молоди (рис. 6).

### Линька

При исследовании общих закономерностей линьки самцов данные за три года были объединены.

В феврале в северной части Ильинского мелководья примерно половина самцов половозрелых размеров была на 2 межлиночной стадии (рис. 7 А), а другая половина – на 3 ранней стадии. Прослеживалась тенденция к «омоложению» межлиночных стадий в направлении с юга на север (рис. 8 А): в южной части Ильинского мелководья и в заливе Невельского индекс линьки был больше, чем на севере.

В марте и апреле (рис. 7 Б, В) доля особей, находящихся на 2 стадии, еще больше увеличивалась, особенно в северной части Ильинского мелководья, и в уловах стали попадаться только что перелинявшие особи (1 стадия), пик доли которых пришелся на апрель. В марте с увеличением глубины преобладали особи, находящиеся на более поздних межлиночных стадиях (рис. 8 Б), а в апреле – особи, находящиеся на ранних межлиночных стадиях (рис. 8 Г).

В мае–октябре (рис. 7 Г, Д, Е) среди промысловых самцов преобладала 3 ранняя межлиночная стадия, а среди непромысловых – 2 стадия. В целом, доля особей, находящихся на 2 стадии, уменьшалась с увеличением размеров (рис. 7).

Самцы, находящиеся на 3 поздней межлиночной стадии, то есть не перелинявшие в прошлом году, в северной части Ильинского мелководья в заметном количестве в уловах не встречались, тогда как южнее они присутствовали в заметном количестве (рис. 7).

### Репродуктивный цикл и развитие икры у самок

На рисунке 9 приведена динамика развития икры у самок. В феврале почти вся икра у самок имела бурый цвет. В марте у большинства самок икра была с глазками, а часть самок уже выпустила личинок. В апреле встречались самки как с икрой на стадии глазков, так и с выпущенными личинками, причем выпуск личинок у половозрелых самок младших возрастов происходит несколько позже, чем у половозрелых самок старших возрастов (рис. 10).

В мае практически вся икра у самок была свежееотложенная фиолетовая.

Более детальное исследование нереста по декадам выявило, что массовое количество самок с фиолетовой икрой появлялось в первой декаде мая (рис. 11), причем заметных отличий в сроках нереста для самок с Ильинского мелководья и для самок в Невельском заливе выявлено не было.

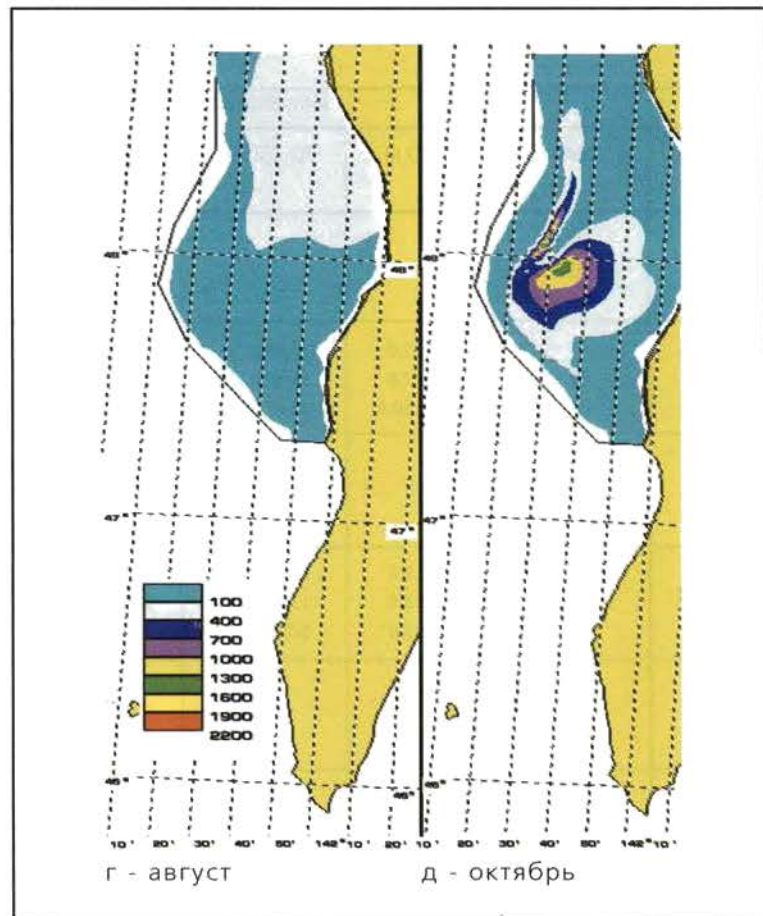


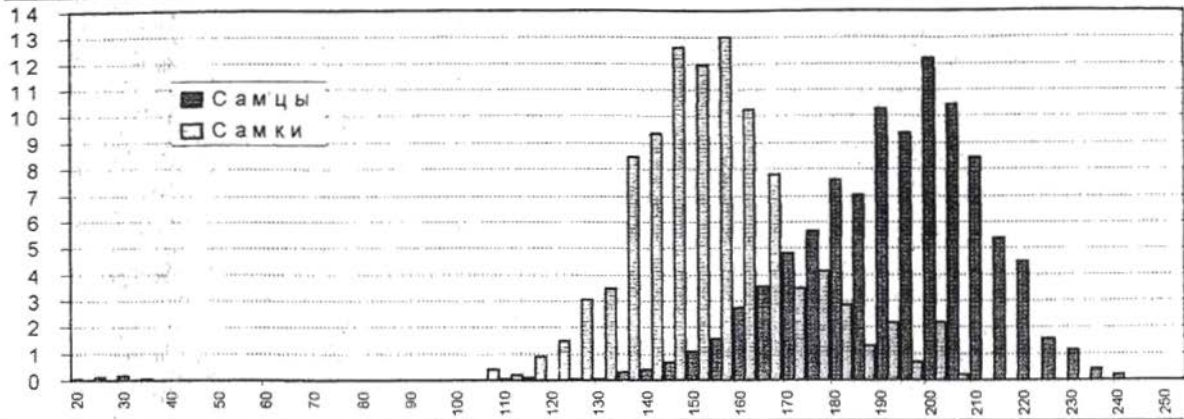
Рис. 3. Продолжение

**Таблица 4.** Средние размеры камчатского краба на разных глубинах. m - промысловые самцы, mj - непромысловые самцы, f - самки

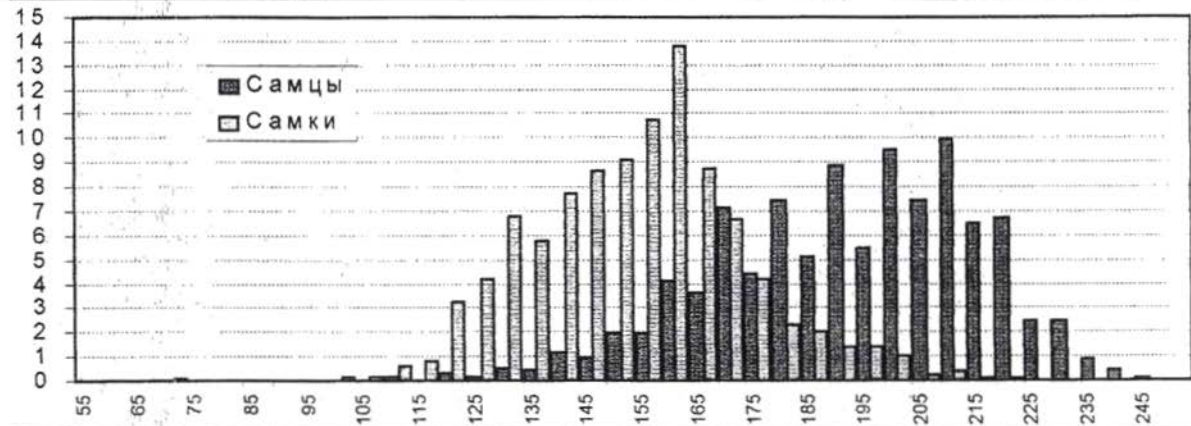
Месяц, год	Категории	Ильинское мелководье				залив Невельского	
		30-70 м	70-150 м	150-220 м	220-300 м	30-70 м	70-150 м
03.95	m mj f				192,2±2,6 127,3±25,8 158,7±6,1		
03.96	m mj f	189,6±3,0 135,6±7,8 137,7±10,6	193,9±7,6 140,0±3,8 154,2±7,2	191,0±2,6 141,2±4,2 154,1±11,2	183,8±4,4 140,1±4,6 130,0±7,4	210,9±2,0 127,3±23,0 159,2±7,4	208,4±3,2 140,7±3,6 166,5±7,2
03.97	m mj f					213,7±1,6 143,0±3,0 165,8±2,2	214,8±2,2 147,0±5,9 163,8±3,2
04.96	m mj f	185,6±2,4 131,1±8,6 133,1±5,0	185,7±1,4 134,4±8,4 142,6±6,0	178,4±2,8 142,2±3,2 132,3±15,6		210,9±6,2 142,0±8,8 152,3±5,6	
04.97	m mj f	204,4±0,8 130,1±3,6				217,15±1,4 144,8±3,6 167,1±1,6	
05.96	m mj f	208,3±9,0 142,0±6,7 148,8±5,8	203,7±7,6 138,9±4,2				210,8±5,6 143,0±8,0 149,9±6,2
05.97	m mj f	188,1±3,1 133,9±7,8 156,9±5,0				196,6±8,4 130,5±13,0 161,7±2,4	
06.95	m mj f	194,8±3,5 135,1±8,8 156,8±4,6					
06.97	m mj f	187,8±3,4 125,5±4,8 157,3±4,6					
08.96	m mj f	199,1±8,0 132,5±5,5 167,0±5,5	190,0±1,4 142,2±4,4				
08.97	m mj f		191,3±4,2 140,9±1,8 161,5±3,0	206,1±1,2 142,5±5,0		183,0±1,8 66,1±1,3 137,4±49,2	
09.96	m mj f		196,0±3,2 141,2±3,0			214,1±3,0 162,0±4,0	
10.95	m mj f	200,1±8,2 155,6±1,4	202,3±4,4 148,0±4,9 155,6±4,4				210,1±5,8 170,0±44,0

В марте какой-либо дифференцировки по глубинам самок с икрой на разных стадиях развития не было (рис. 12 А). Самки с икрой на стадии глазка преобладали на всех глубинах от 30 до 85 м. Однако в апреле (рис. 12 Б) доля самок с икрой на стадии глазка резко убывала на глубинах менее 55 м, а доля самок, выпустивших личинки, на этих глубинах, наоборот возрастала. В мае самки с фиолетовой икрой были равномерно распределены на глубинах 20–55 м (рис. 12 В).

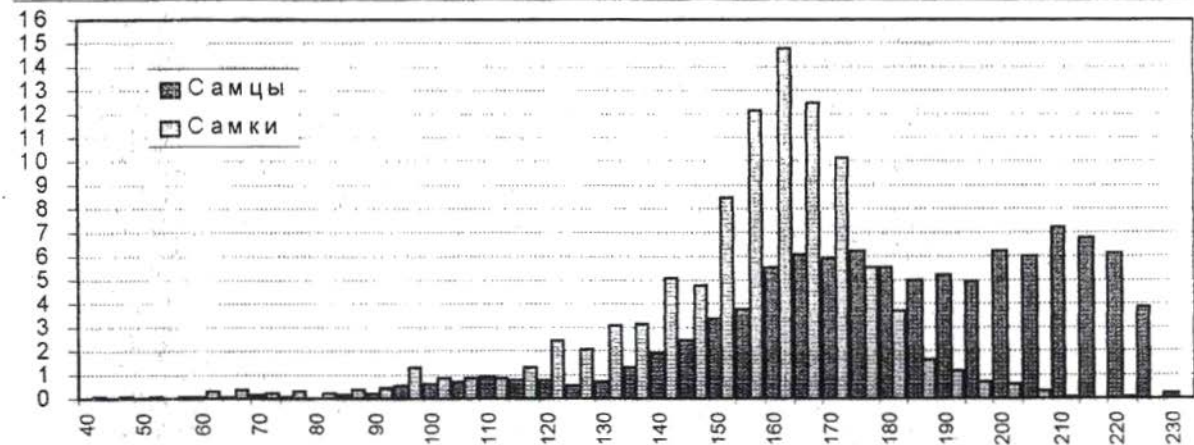
Рисунок 4 (исправленный). Размерный состав пойманных в 1995-1997 гг. особей. По оси X – нижнее значение 5-миллиметрового интервала, по оси Y – частота встречаемости, %



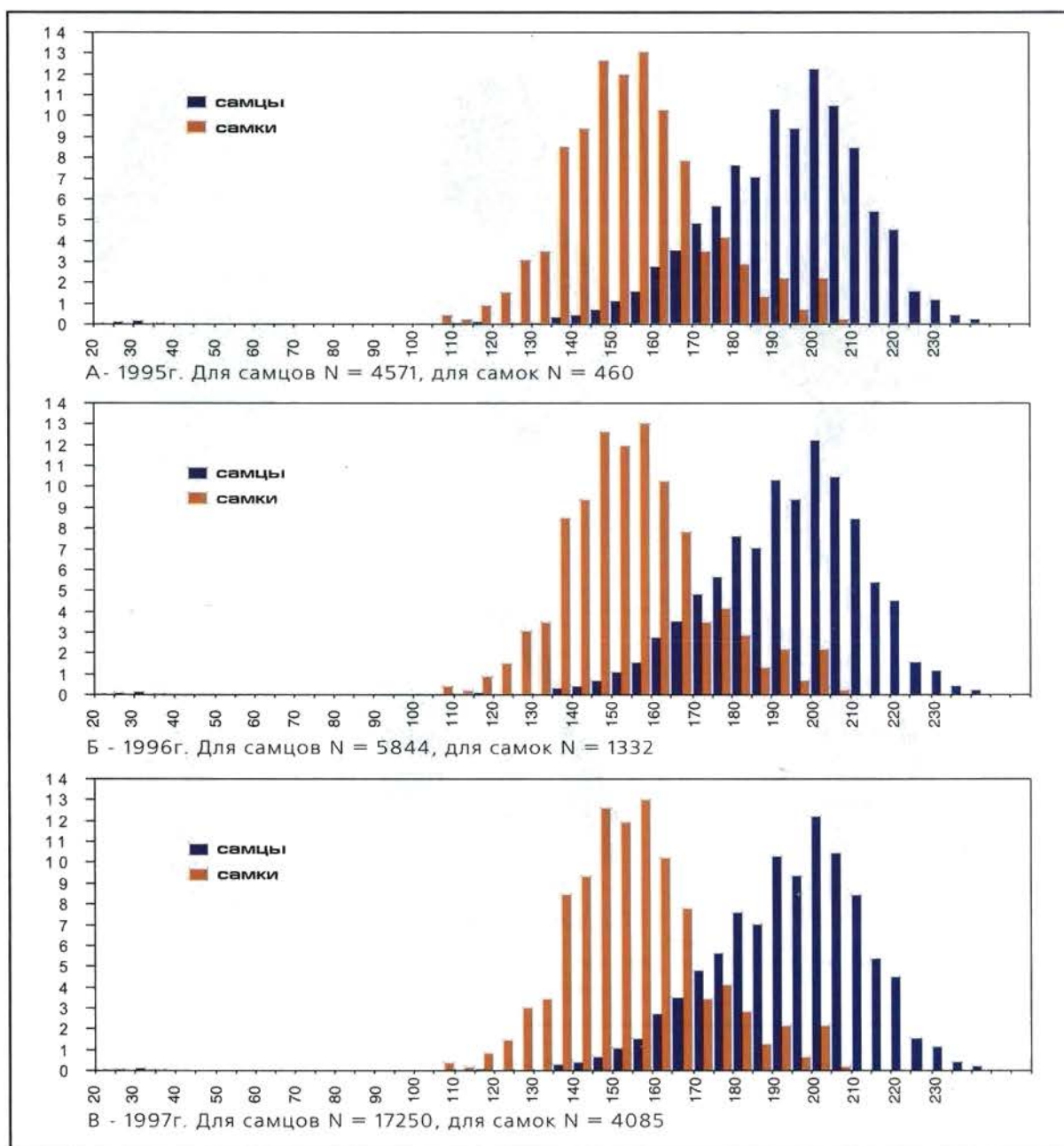
А – 1995 г. Для самцов N = 4571, для самок N = 460



Б – 1996 г. Для самцов N = 5844, для самок N = 1332



В – 1997 г. Для самцов N = 17250, для самок N = 4085



**Рис. 4.** Размерный состав пойманных в 1995-1997гг. особей. По оси X - нижнее значение 5-миллиметрового интервала, по оси Y - частота встречаемости, %. А - 1995г. Для самцов N = 4571, для самок N = 460; Б - 1996г. Для самцов N = 5844, для самок N = 1332; В - 1997г. Для самцов N = 17250, для самок N = 4085

**Таблица 5.** Медиана кривой размерного распределения (мм) самцов камчатского краба в разных районах Юго-Западного побережья Сахалина

Район	1995 г.		1996 г.		1997 г.	
	Медиана	N	Медиана	N	Медиана	N
Участок м. Лопатина - м. Кузнецова	212	81	211	100	190	1324
Залив Невельского			201	1344	192	3423
Южная часть Ильинского мелководья	189	1935	195	2023	185	8418
Северная часть Ильинского мелководья	212	2545	189	2377	174	1850

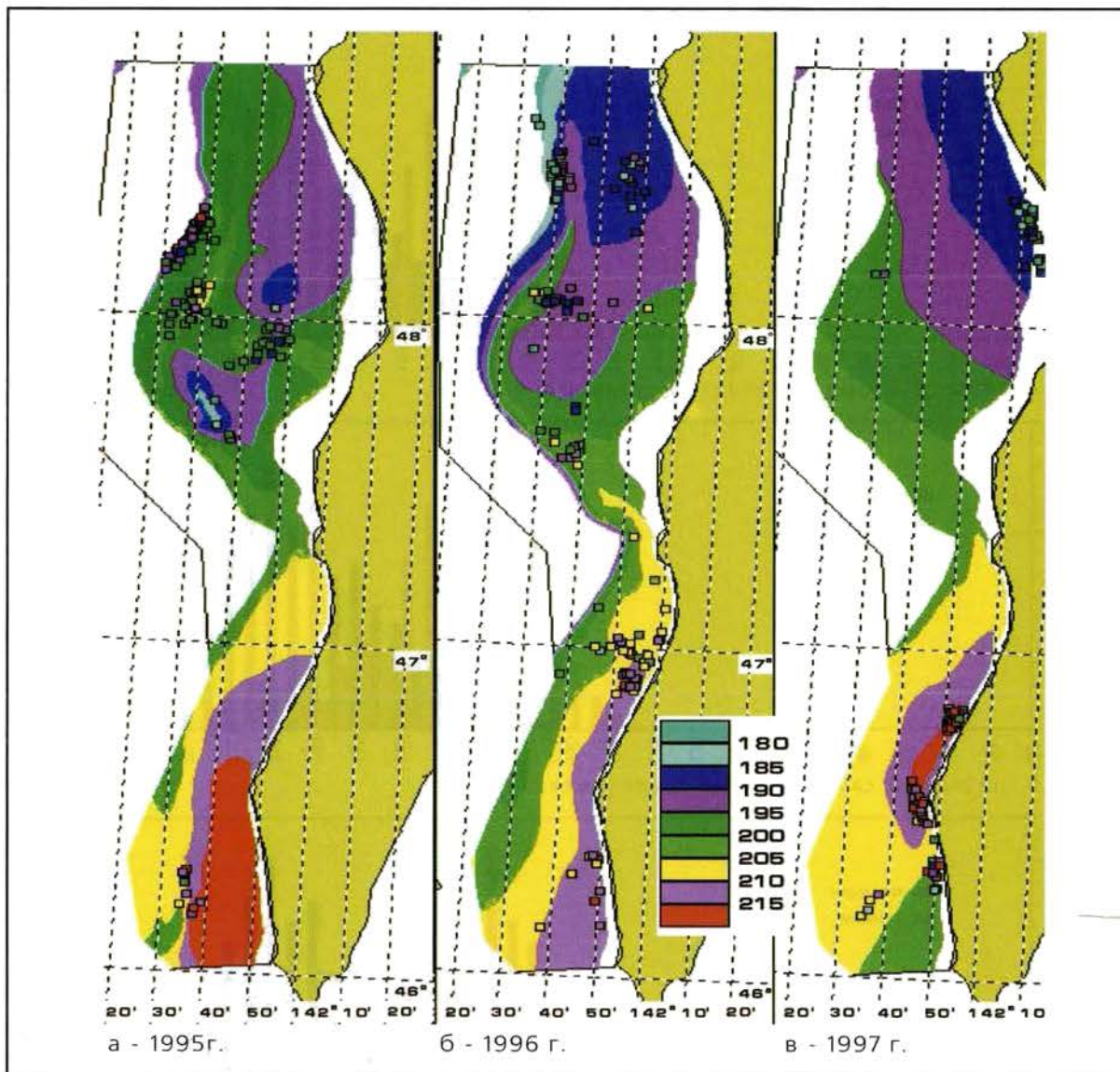


Рис. 5. Распределение средних размеров промысловых самцов камчатского краба. а - 1995г.; б - 1996 г.; в - 1997 г.

В весенние месяцы самки без икры предпочитали глубины менее 60 м (рис. 12 Г).

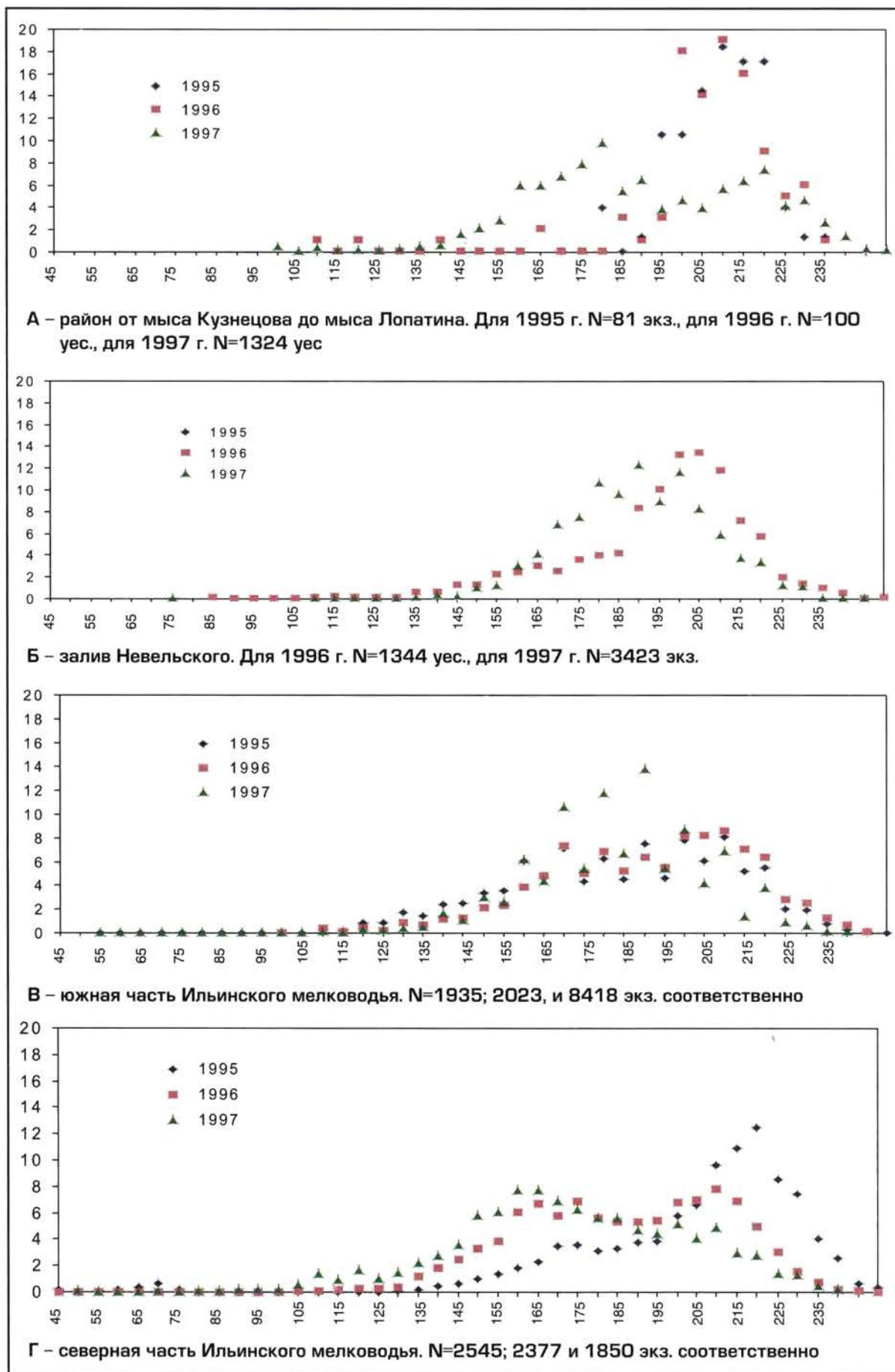
Доля самок без икры (табл. 6) среди всех самок резко снижалась при достижении их размеров более 100 мм. Среди самок размером 110 – 120 мм только 12,2 % не имеют икры. С увеличением размеров, доля самок без икры плавно снижалась до нуля у особей размером 200 – 210 мм.

Низкий процент особей без икры у самок половозрелых размеров свидетельствует об отсутствии дефицита половозрелых самцов, отмечаемого в некоторых других районах (например на Западной Камчатке) и, с этой точки зрения, западносахалинскую популяцию, по-видимому, можно считать благополучной.

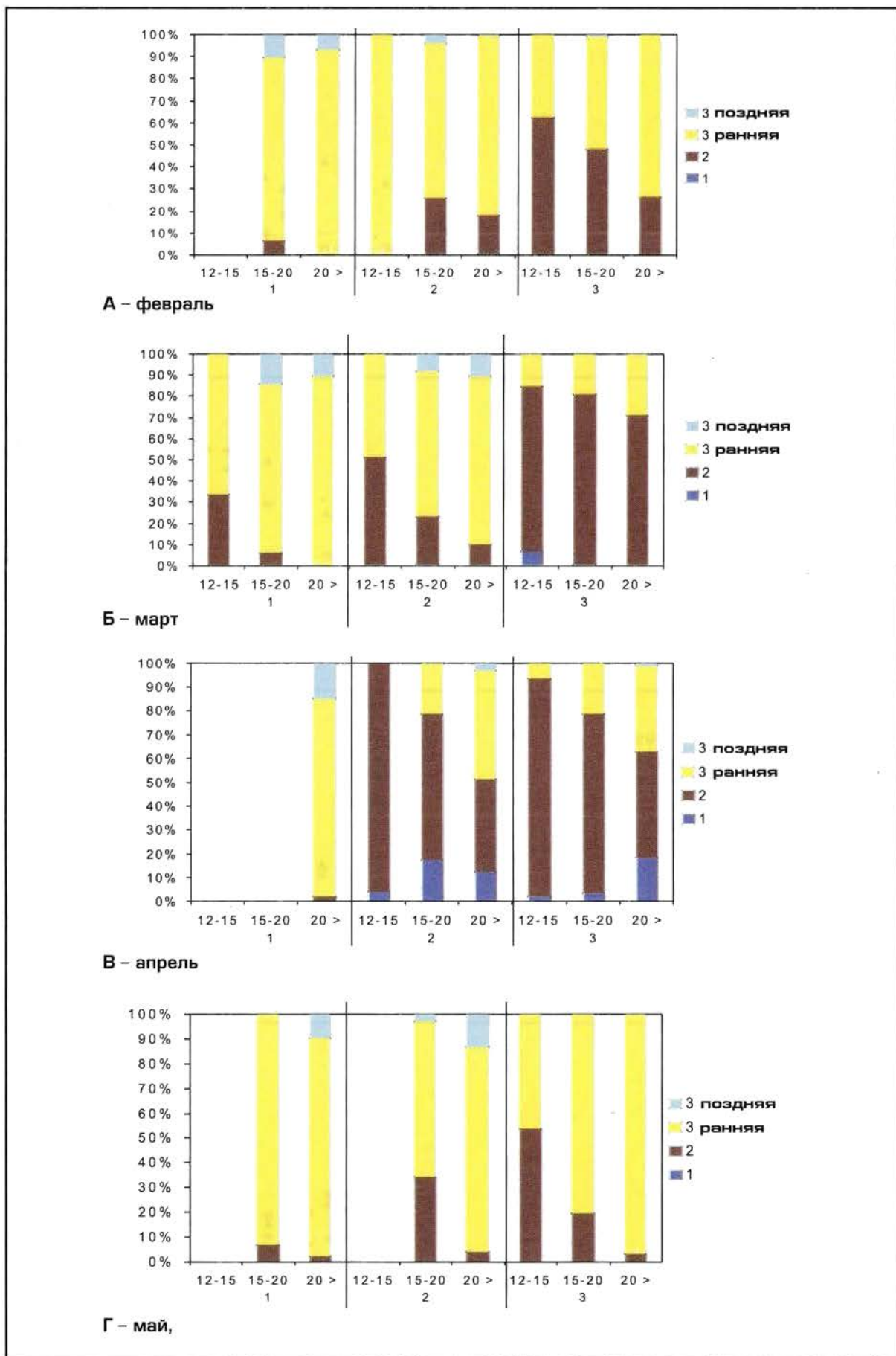
### **Ресурсные оценки**

Расчет общего запаса промысловых самцов производили в программе MAPDESIGN-ER с использованием метода сплайн-аппроксимации. При оценке общего запаса промысловых самцов исходили из следующих соображений:

1) Наиболее достоверную картину распределения краба по изучаемой акватории может дать только постановка станций по всей акватории в максимально короткое время. В связи с этим разбили данные по месяцам и считали запас для каждого месяца отдельно. При этом брали те месяцы, когда было поставлено не менее 80 порядков на максимальной акватории.



**Рис. 6.** Размерная структура самцов в разных районах Юго-Западного побережья Сахалина. По оси X - размеры, мм, по оси Y - %



**Рис. 7.** Динамика соотношений межлиночных стадий самцов с размерами 12-15см, 15-20см и более 20см. 1 - в заливе Невельского, 2 - в южной части Ильинского мелководья, 3 - в северной части Ильинского мелководья

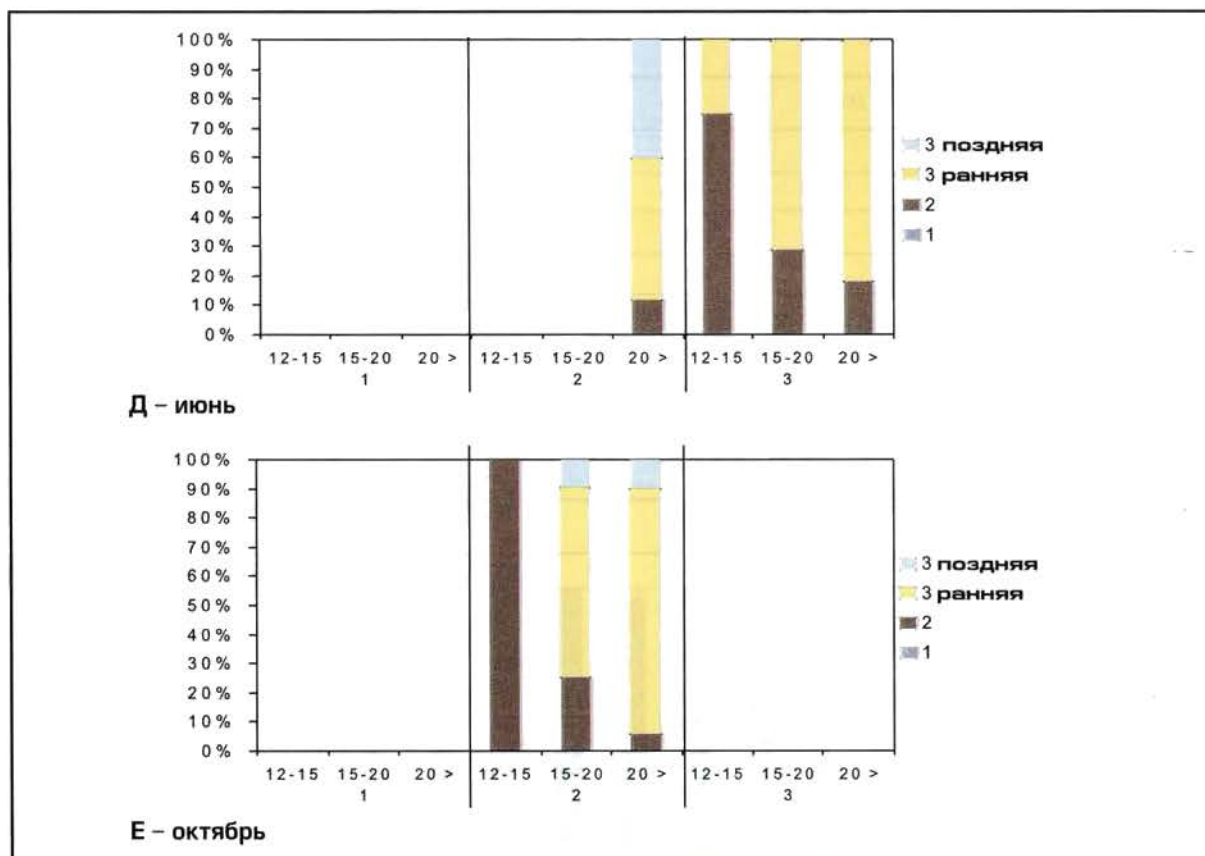


Рис. 7. Окончание

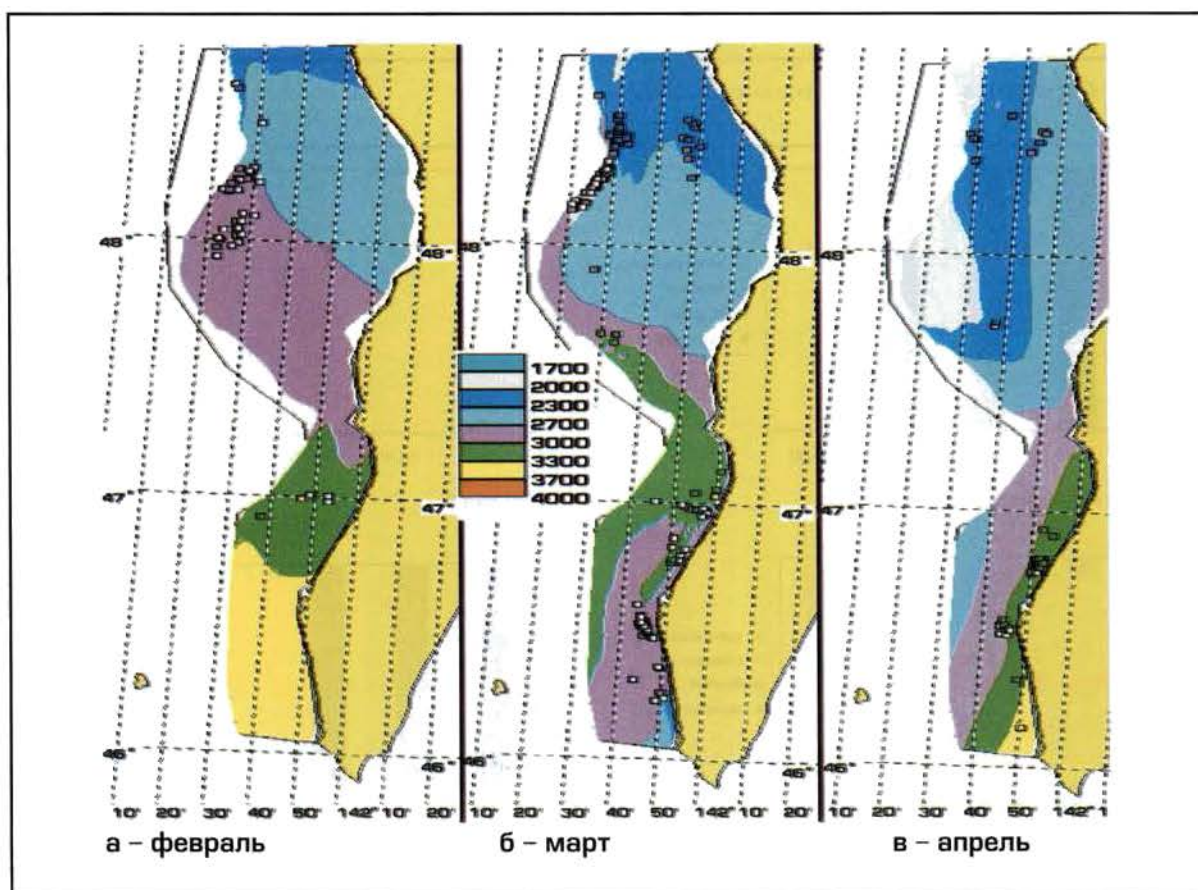
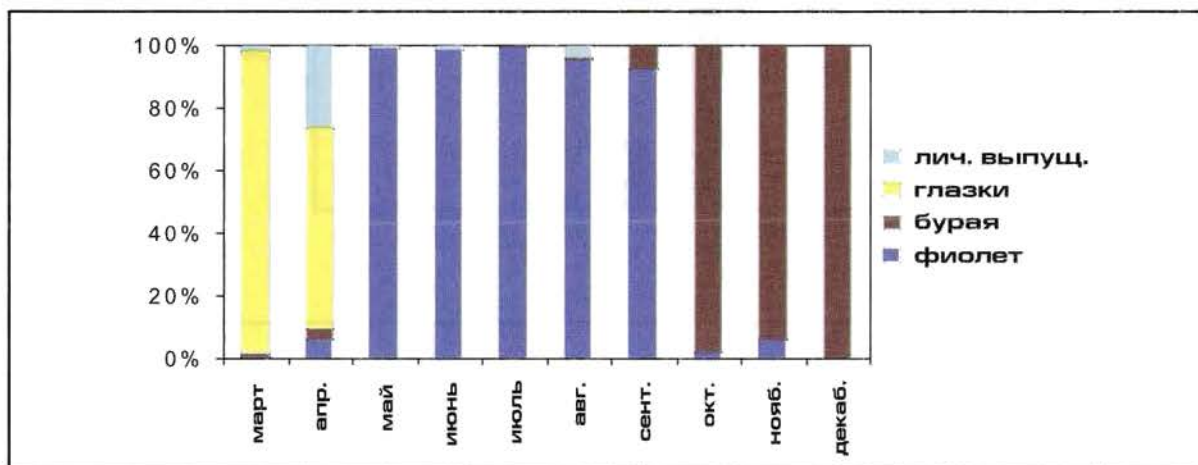
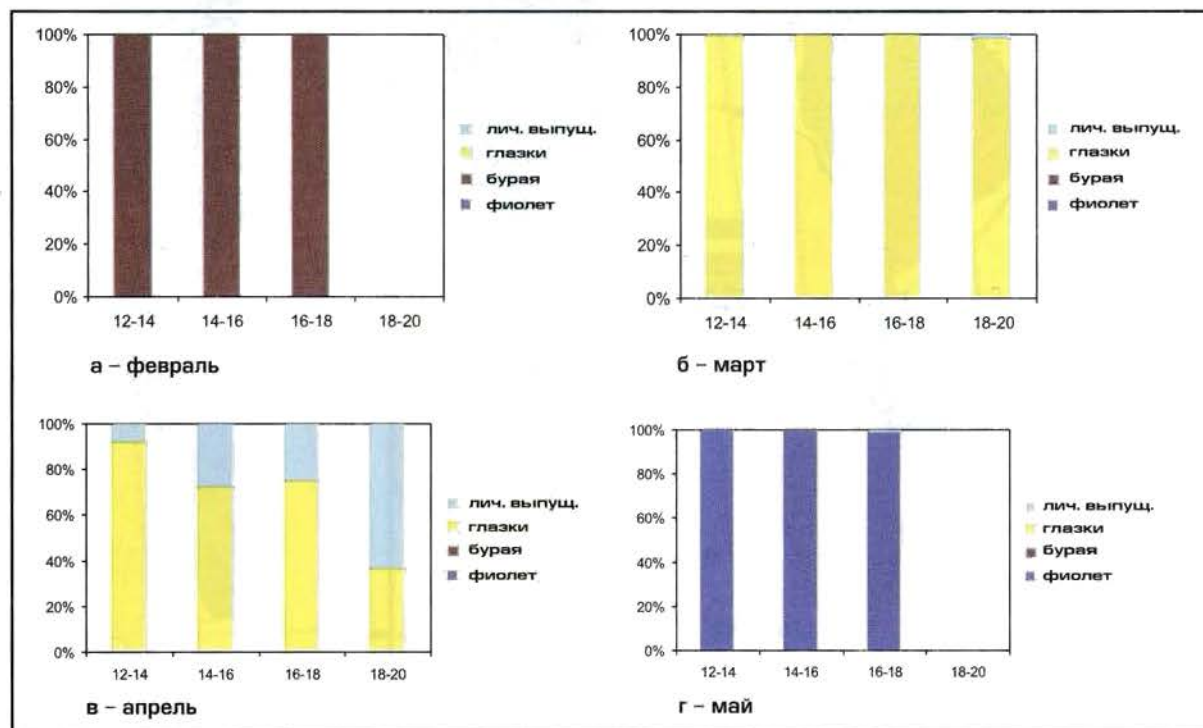


Рис. 8. Распределение индекса линьки самцов камчатского краба в разное время года. Объяснение изложено в методике

**Таблица 6.** Доля (%) самок без икры среди самок разных размеров

Размерная группа самок, мм	%	Размерная группа самок, мм	%
40-50	100,0	130-140	9,5
50-60	100,0	140-150	8,3
60-70	100,0	150-160	2,6
70-80	100,0	160-170	0,5
80-90	100,0	170-180	0,6
90-100	90,3	180-190	0,9
100-110	39,8	190-200	1,3
110-120	12,2	200-210	0
120-130	11,5	210-220	0

**Рис. 9.** Динамика развития икры у самок**Рис. 10.** Соотношение самок разных размерных групп с икрой на разных стадиях развития (самки без икры не учитываются). По оси X - размерные группы самок, по оси Y - процент самок, имеющих икру на данной стадии развития

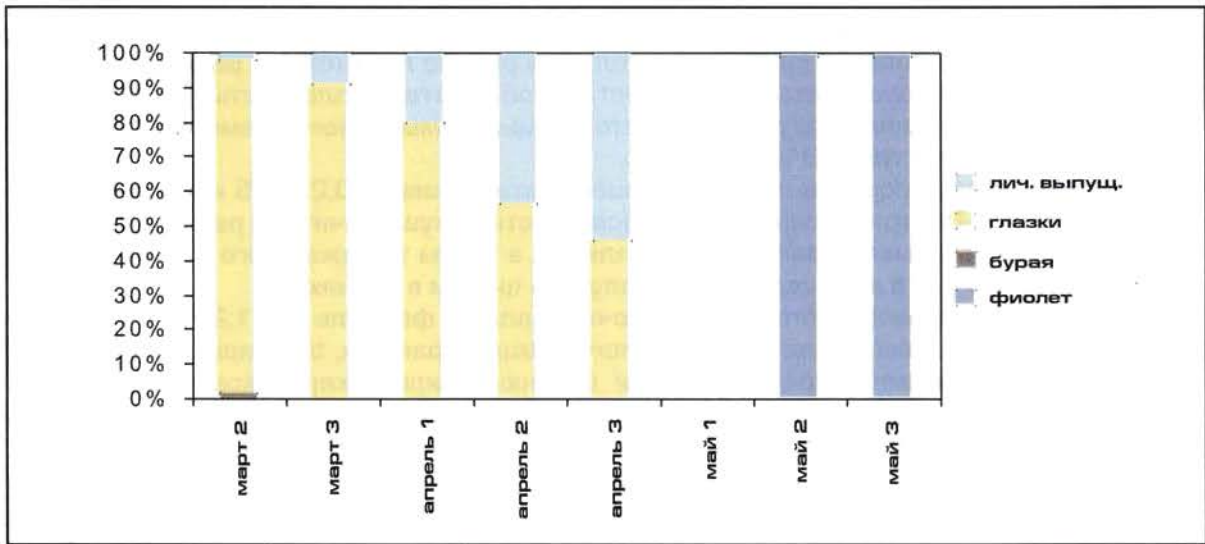


Рис. 11. Соотношение самок с икрой на разных стадиях развития по декадам за март-май

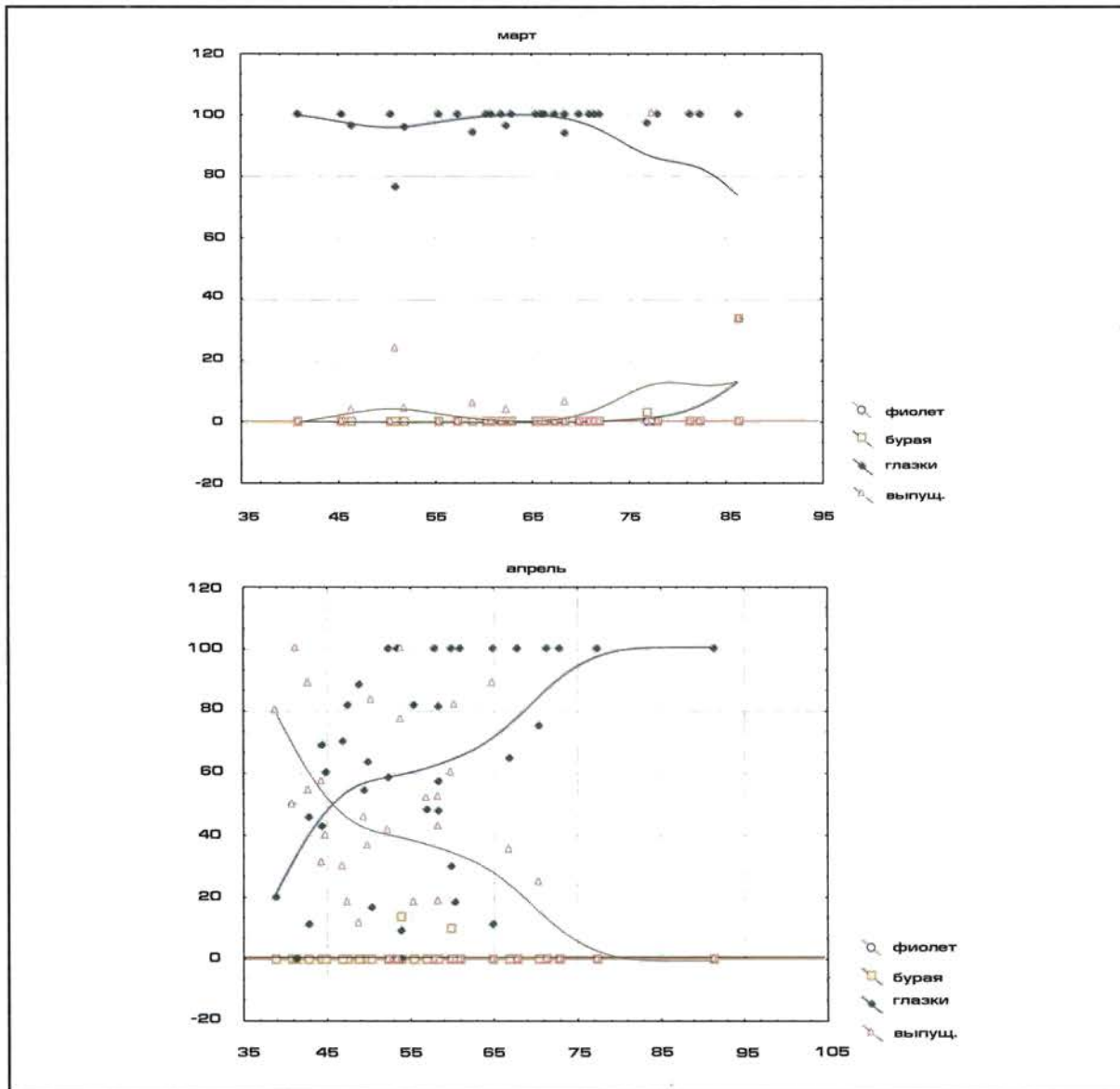


Рис. 12. Распределение самок с икрой на разных стадиях развития по глубинам. По оси X - глубина, м; по оси Y - доля особей с икрой на данной стадии развития, %. Кривые получены методом наименьших квадратов

2) Так как поставленные порядки не охватывали всей акватории исследуемого района, считали, что скопления крабов есть только в районе лова плюс в радиусе нескольких миль от района лова. Считали, что на остальной акватории плотность распределения краба равна нулю. Кроме этого считали, что самцы промыслового размера не встречаются мельче 20 м и глубже 310 м.

Площадь облова порядка из 100 ловушек считали равной 0,20585 км<sup>2</sup> (по коэффициентам ТИПРО-Центра), коэффициент уловистости ловушек считали равным 1.

Сначала рассчитывали запас в экземплярах, а затем умножали его на средний вес промыслового самца в этом году, чтобы получить цифры в тоннах.

Средний вес промыслового самца рассчитывали по формуле  $Q = 1,249 b^{2,716}$  (Кли-тин, 1992), где  $Q$  – масса тела половозрелого самца в граммах,  $b$  – ширина карапакса в сантиметрах. За ширину карапакса брали среднюю ширину карапакса промыслового самца в этом году.

Для 1996 г. средний вес промысловых самцов составил 3,873 кг, а для 1997 г – 4,503 кг.

Произведенные расчеты (табл. 7) показали, что минимальный промысловый запас на акватории 46°30 – 48°45, ограниченной глубинами 20 – 310 м составлял в 1996 г. – 4024 т, а в 1997 г. – 4517 т.

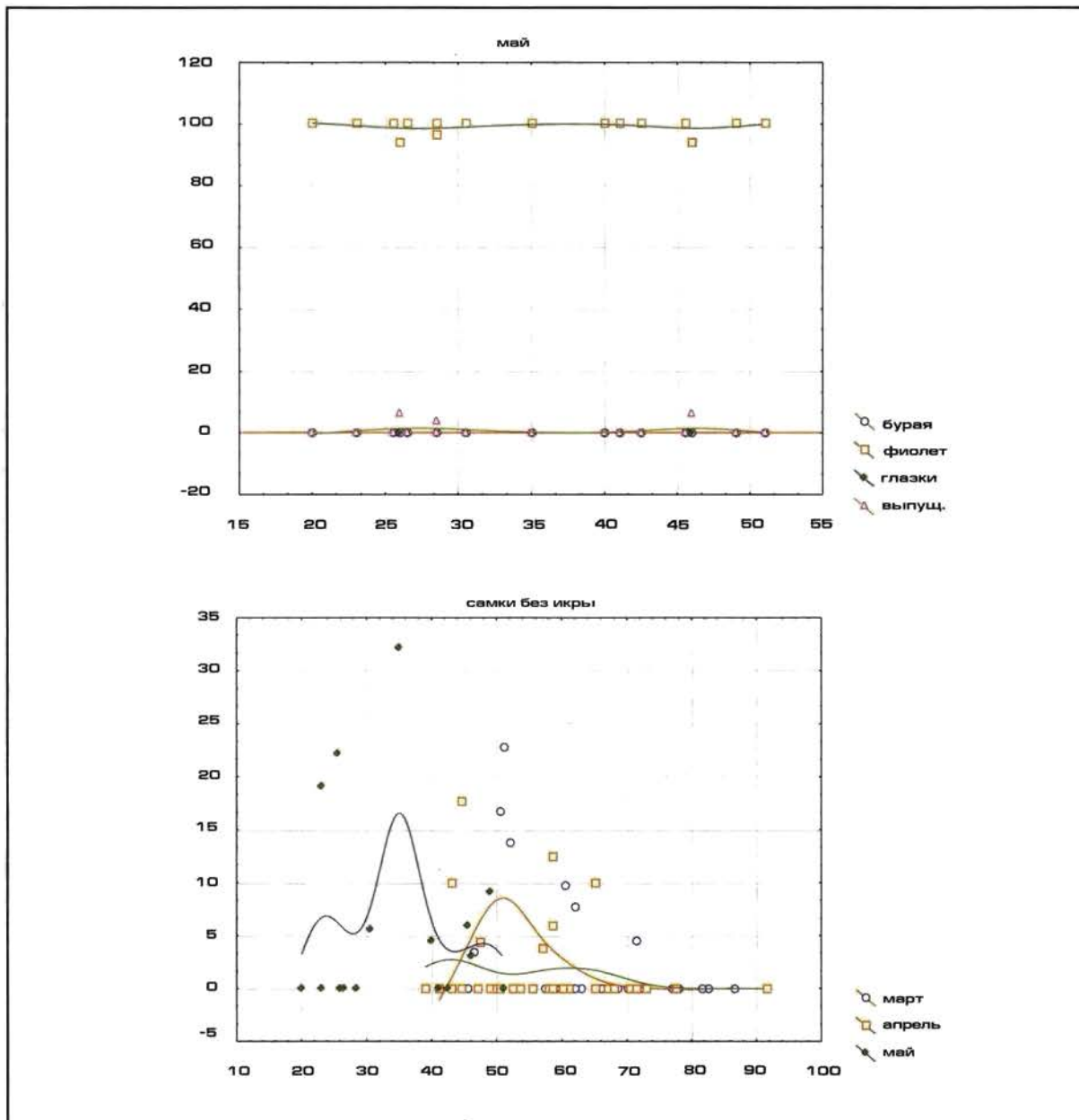


Рис. 12. Продолжение

**Таблица 7.** Рассчитанный запас промысловых самцов от мыса Ламанон до мыса Кузнецова за 1996-1997 гг

Год	Месяц	Ильинское мелководье		м. Слепиковского м. Кузнецова		Запас тыс. экз	Запас тонн
		Площадь исследованного участка, км <sup>2</sup>	Численность пром. самцов тыс. шт	Площадь исследованного участка, км <sup>2</sup>	Численность пром. самцов тыс. шт		
1996	Март	776	904	569	143	1039	4024
	Апр.	904	950	431	80		
	Сент.	586		880			
	Итого:		927±23*		112±32*		
1997	Март			272	197	1003	4517
	Апр.			148	79		
	Авг.	1220	865				
	Итого:		865*		138±59*		

\* – средняя численность

## Обсуждение

### *Биология камчатского краба у Юго-Западного побережья о-ва Сахалин (южнее мыса Ламанон)*

**Сезонные миграции и репродуктивный цикл.** Динамика уловов камчатского краба обнаруживает четкую зависимость от сезонного и репродуктивного циклов.

В районе Ильинского мелководья места зимовки камчатского краба, видимо, находятся на глубинах более 150 м. Подход к берегу на размножение начинается в марте, когда промысловые самцы начинают концентрироваться на глубинах до 70 м, хотя пятна высоких уловов промысловых самцов остаются также и глубже (табл. 3, рис. 1). Подобные преднерестовые скопления наблюдаются и в других местах ареала камчатского краба: на Камчатке, в Приморье (Виноградов, 1941; Родин, 1985).

В период преднерестовой концентрации и при миграции на мелководье самки и самцы, видимо, держатся отдельными стадами, так как уловы самок в местах концентрации самцов крайне малы. На Ильинском мелководье преднерестовая концентрация самок происходит в его южной части, а основная масса самцов находится в это время в северной его части (табл. 3, рис. 3).

На Ильинском мелководье один из районов нереста находится между 48°00' и 48°20' с.ш. на глубинах менее 70 м. К месту нереста самцы подходят несколько раньше самок. Кроме того, в период нереста районы концентрации крабов на таких же глубинах были на участках между 47°25' и 47°45' с.ш. и между 46°30' и 47°15' с.ш (залив Невельского). Последний участок традиционно считается основным репродуктивным районом камчатского краба у Юго-Западного побережья о-ва Сахалин (Клитин, 1992), однако, как следует из результатов, центры воспроизведения есть также и на Ильинском мелководье.

Несмотря на то, что подход самок к берегу в Невельском заливе начинается на месяц раньше (табл. 3), чем на Ильинском мелководье, заметных отличий в сроках нереста для этих районов выявлено не было.

Массовый вымет личинок и линька самок, которая тесным образом с ним связана, начинаются в третьей декаде марта и достигают своего апогея в конце апреля – начале мая.

Спаривание происходит в первой декаде мая. В это время соотношение самцов и самок на глубинах до 70 м было 1:3 в 1996 г. и 1:1,46 в 1997 г. Спаривание протекает очень синхронно и занимает всего несколько дней, так как уже во второй декаде мая из всех самок, имеющих икру, почти у 100 % икра свежееотложенная фиолетовая.

После спаривания крабы в течение мая–июня остаются на мелководье, где их скопление имеет довольно высокую плотность. Затем наступает период нагула, когда скопления рассеиваются, хотя в отдельных районах плотность самцов может сохраняться достаточно высокой [табл. 3]. Этот период длится до октября включительно.

К сожалению, было недостаточно данных, чтобы определить срок, когда крабы начинают отходить в район зимовки. Можно только предположить, что это происходит в ноябре.

Половозрелость у большинства самок наступает по достижении ими размеров более 100 мм.

В целом данные по срокам линьки и нереста совпадают с литературными (Клитин, 1992).

Существует некоторое сходство между структурами популяций камчатского краба у Юго–Западного побережья Сахалина и западного побережья Камчатки. У западного побережья Камчатки основная масса личинок переносится течением в самый северный Хайрюзовский район, где и происходит в основном их оседание (Родин, 1985). По мере роста крабы мигрируют на юг, и в южных районах Западной Камчатки популяция представлена, в основном, крупными самцами.

Примерно то же самое происходит и у Юго–Западного побережья Сахалина. Установлено, что личинки, выпущенные самками в заливе Невельского, переносятся течением на север и оседают преимущественно в северной части Ильинского мелководья (см., например, Клитин, 1992). В процессе роста и созревания происходит миграция части крабов на юг, о чем говорит увеличение их средних размеров в этом направлении (рис. 5 – 6, табл. 4) и концентрация молоди на Ильинском мелководье.

Однако, полученные данные свидетельствуют о том, что не все особи мигрируют на юг, а часть их размножается на Ильинском мелководье. Кроме того, не все личинки, выпущенные на юге, оседают на Ильинском мелководье. Скопление молоди камчатского краба с шириной карапакса 42 – 82 мм было обнаружено в заливе Невельского на широте  $46^{\circ}52'$ , и скорее всего, здесь же происходило и оседание личинок, так как представляется маловероятным, что особи таких размеров перешли сюда с Ильинского мелководья, поскольку осевшая молодь по сравнению с более взрослыми крабами, является малоподвижной (Виноградов, 1969). Так как у Юго–Западного побережья Сахалина нет течений, направленных с севера на юг, то личинки могут попасть в залив Невельского только, если нерест происходит в районах южнее мыса Слепиковского.

Таким образом, существуют как минимум две более или менее обособленные группировки камчатского краба – на Ильинском мелководье и южнее мыса Слепиковского.

**Линочный цикл самцов.** По имеющимся данным, массовая линька самцов происходит в марте–апреле, то есть перед спариванием. Небольшая часть самцов, возможно, линяет после спаривания, в мае–июне.

Присутствие в феврале в северной части Ильинского мелководья большого количества особей, находящихся на 2 межлиночной стадии, не противоречит ранее полученным данным (Скалкин, Семенова, 1957; Клитин, 1992) о линьке самцов в зимний период. Клитин (1992) тоже отмечает, что зимой линька происходит в основном среди самцов, обитающих севернее мыса Слепиковского. Он связывает это с различными гидрологическими условиями, в которых существуют крабы, обитающие севернее мыса Слепиковского и южнее его. Севернее мыса ослабевает влияние теплого Цусимского течения, а также на этой широте проходит южная граница распространения льдов в умеренные зимы.

В дополнение к этим гипотезам, хочется высказать предположение о том, почему зимняя линька происходит, согласно полученным результатам, именно на севере Ильинского мелководья, а также и весенняя линька начинается именно там. Мыс Ламанон окаймлен широким скальным бенчем, а с глубиной на подводном склоне мыса встречается большое количество глыб, валунов и скальных выходов (Карта–схема ..., 1956). Известно, что самцы камчатского краба во время линьки предпочитают прятаться под камнями (Виноградов, 1941). Можно предположить, что район мыса Ламанон для многих самцов является местом, где они проводят период линьки.

### **Оценка промыслового запаса**

Полученные значения запаса промысловых самцов (4024 т для 1996 г. и 4517 т для 1997 г.) сравнимы с данными СахНИРО (Клитин, 1992) по результатам траловых съемок в 1986–1989 гг. ( $4785 \pm 554$  т, оценка проводилась методом изолиний) и

больше прогноза ТИНРО–Центра на 1999 г. по результатам траловой съемки 1997 г. (3500 т для всей восточной части Татарского пролива, включая акваторию севернее  $49^{\circ}30'$ ). Последние различия могут быть связаны с тем, что в 1997 г. траловая съемка проводилась за пределами 12-мильной зоны, и могла не охватить всех промысловых скоплений.

Выполненный нами расчет проводился только для тех участков акватории, где в данный период времени ставились порядки. Так как коэффициент уловистости ловушек считали равной единице и плотность распределения промысловых самцов на остальной акватории считали равной нулю, то примененная методика расчета запаса, безусловно, дает минимальные значения численности промысловых самцов, поскольку, во-первых, в других местах, не охваченных ловом, тоже могут находиться скопления краба, и, во-вторых, даже в местах, где точно нет скоплений, существует некий фон минимальных уловов, который мы не учитывали, так как ловушечная съемка в режиме научно-промыслового лова не позволяет, к сожалению, ставить достаточное количество порядков в стороне от скоплений для того, чтобы оценить плотность крабов вне скоплений. Площадь Ильинского мелководья примерно равна 7000 км<sup>2</sup>, площадь залива Невельского – 2200 км<sup>2</sup>, площадь района от мыса Лопатина до мыса Кузнецова – 2600 км<sup>2</sup>. Поэтому, если принять, например, что фоновые уловы вне скоплений в среднем были равны 0,1 экз./лов, то по всей акватории южнее м. Ламанон к численности промысловых самцов добавится еще 300–600 тыс. экз, что составит около 1,2 – 2,4 тыс. тонн.

Стоит также отметить, что полученные данные отражают лишь состояние запасов и распределение только тех особей камчатского краба, которые попадались в ловушки. Несмотря на то, что в соответствии с общепринятой методикой, коэффициент уловистости ловушек принимался за 1, в популяции постоянно присутствует значительное количество особей, которые по тем или иным причинам (конструктивные особенности ловушек, приспособленных для облова только крупных особей, внутривидовая конкуренция, снижение активности и смена спектра питания во время линьки, поведенческие особенности) не реагируют на приманку и не облавливаются в ходе ловушечных ловов. Между тем эти особи могут составлять достаточно высокий процент от общего количества особей в популяции.

Учитывая, что ловушки являются пассивным орудием лова, стоит обратить особое внимание на несколько выявленных в ходе исследований фактов.

Во-первых, считаем необходимым еще раз подчеркнуть факт нахождения в южной части залива Невельского плотного скопления непромысловой молодежи в августе 1997 г. Вполне понятно, что по чисто биологическим соображениям такое скопление не могло быть единичным. Отсутствие в последующем аналогичных данных может быть связано с тем, что на данной фазе жизненного цикла молодежь слабо реагирует на стандартную наживку ловушек.

Во-вторых, анализ рис. 4 показывает, что к 1997 г. в уловах появляется устойчивое количество особей молодых размерных классов с шириной карапакса от 40 до 100 мм. Незначительное количество данных особей в уловах также может быть связано с селективностью ловушечного метода исследований.

Эти два факта позволяют с достаточно высокой степенью достоверности предположить, что в ближайшие годы в уловах камчатского краба на акватории Татарского пролива начнет проявляться новое и вполне вероятно достаточно урожайное поколение данного ценного объекта.

## Волосатый краб

### Межгодовые различия

**Самцы.** Анализ полученных результатов показал, что несмотря на значительное количество станций, сравнимых данных было немного: в каждом рейсе, даже в одни и те же сроки работы выполняли на разных глубинах. Поэтому возможным оказалось сопоставить только весенние станции, ограниченные изобатами 45 – 80 м (табл. 8).

Сравнение показывает, что в течение трех лет заметных изменений в уловах промысловых самцов не наблюдалось, и со второй половины марта до начала апреля средние (за 15 дней) уловы варьировали от 2 до 3 экз./ловушку. Таким образом, как минимум для района  $46^{\circ}00' - 47^{\circ}00'$ , можно утверждать, что в течение 1995–97 гг. численность промысловых крабов вследствие промысла здесь не снизилась (см. также рис. 13).

**Таблица 8.** Уловы промысловых самцов (экз/лов) волосатого краба в весенний период на глубинах 45-80 м в районе 46°00 - 47°00

Сроки	1995г		1996г		1997г	
	Улов	п**	Улов	п	Улов	п
март (1*)	-	-	1,4±0,9	4	-	-
март (2)	-	-	2,8±0,4	20	3,1±0,8	9
апрель (1)	2,7±0,2	36	-	-	2,3±0,3	14
апрель (2)	-	-	-	-	2,0±0,3	9
май (2)	-	-	-	-	6,6±1,3	7

\* – в скобках указана первая или вторая половина месяца; \*\* п – число станций

Осенью, в каждый из трех лет, работы проводили на почти непересекающихся глубинах (в 1995 г. – на 66 – 150 м, 1996 г. – на 19–33 м, в 1997 г. – на 30–45 м), и поэтому сопоставление данных не может быть выполнено. Тем не менее, в октябре–ноябре 1997 г. уловы были достаточно высокими и составляли, в среднем,  $6,6 \pm 0,3$  экз/лов (145 станций), т.е. были практически такими же, как в мае (табл. 8).

**Таблица 9.** Уловы непромысловых самцов (экз/лов) волосатого краба в весенний период на глубинах 45-80 м в районе 46°00 - 47°00

Сроки	1995г		1996г		1997г	
	Улов	п**	Улов	п	Улов	п
март (1*)	-	-	0,2±0,2	4	-	-
март (2)	-	-	0,3±0,1	20	0,1±0,1	9
апрель (1)	1,0±0,1	36	-	-	0	14
апрель (2)	-	-	-	-	0	9
май (2)	-	-	-	-	0,6±0,2	7

\* – в скобках указана первая или вторая половина месяца; \*\* п – число станций

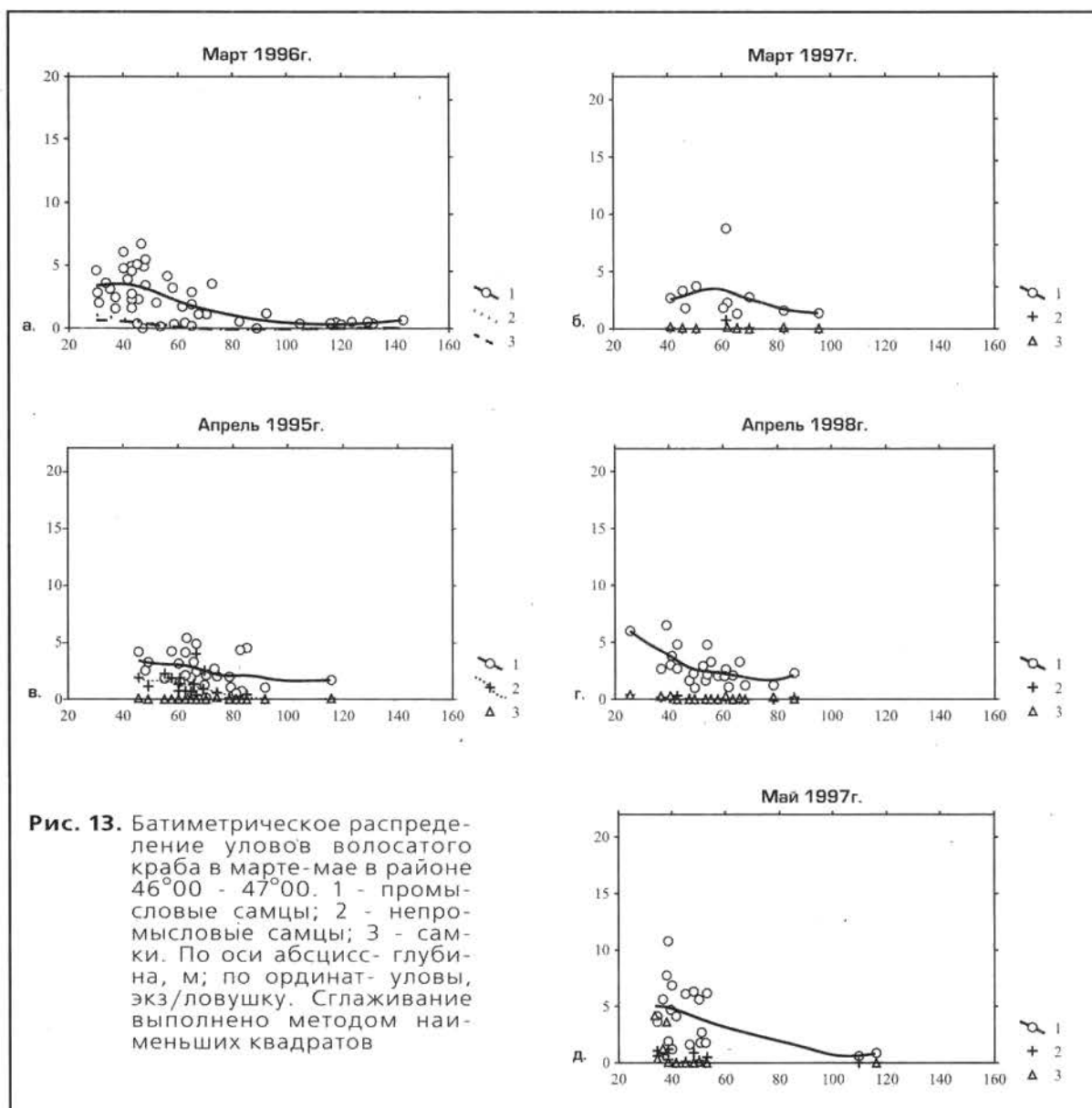
Для непромысловых самцов различия были более заметными (табл. 9). В 1996–97 гг. их уловы были заметно ниже, чем в 1995 г. Осенью 1997 г. уловы были примерно такими же, как в мае и составляли в октябре–ноябре  $0,6 \pm 0,1$  экз/лов. (145 станций). Таким образом, имеющиеся данные дают основания считать, что, по сравнению с 1995 г. численность маломерных самцов в 1996–97 гг. снизилась.

**Самки.** В весенний период численность самок была, по сравнению с самцами, достаточно низкой (табл. 8, 10), но, тем не менее, имеющиеся данные свидетельствуют о том, что в 1996–97 гг. она была выше, чем в 1995 г.

**Таблица 10.** Уловы самок (экз/лов) волосатого краба в весенний период на глубинах 45-80 м в районе 46°00 - 47°00

Сроки	1995г		1996г		1997г	
	Улов	п**	Улов	п	Улов	п
март (1*)	-	-	0,01±0,01	4	-	-
март (2)	-	-	0,2±0,1	20	0,10±0,03	9
апрель (1)	0,03±0,01	36	-	-	0,07±0,03	14
апрель (2)	-	-	-	-	0	9
май (2)	-	-	-	-	0	7

\* – в скобках указана первая или вторая половина месяца; \*\* п – число станций



**Рис. 13.** Батиметрическое распределение уловов волосатого краба в марте-мае в районе  $46^{\circ}00' - 47^{\circ}00'$ . 1 - промысловые самцы; 2 - непромысловые самцы; 3 - самки. По оси абсцисс - глубина, м; по ординат - уловы, экз./ловушку. Сглаживание выполнено методом наименьших квадратов

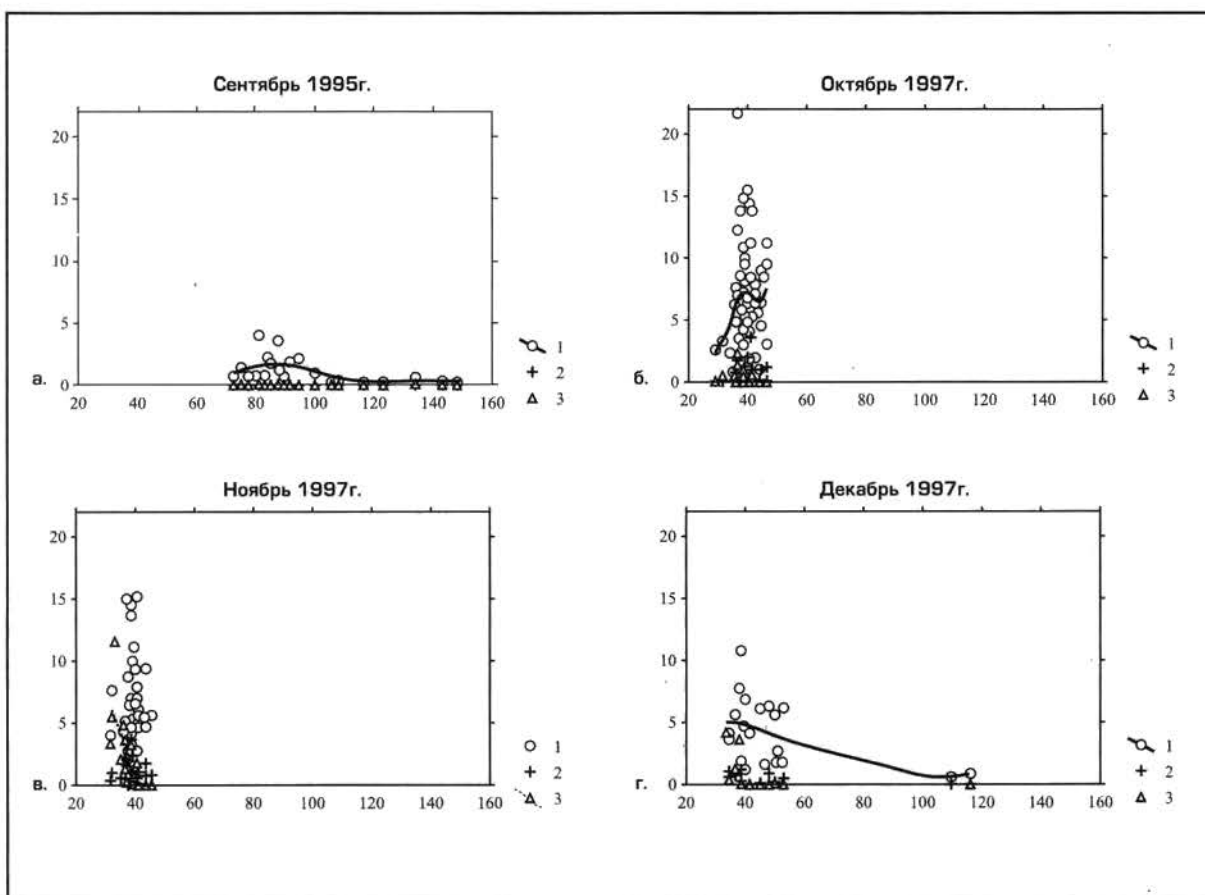
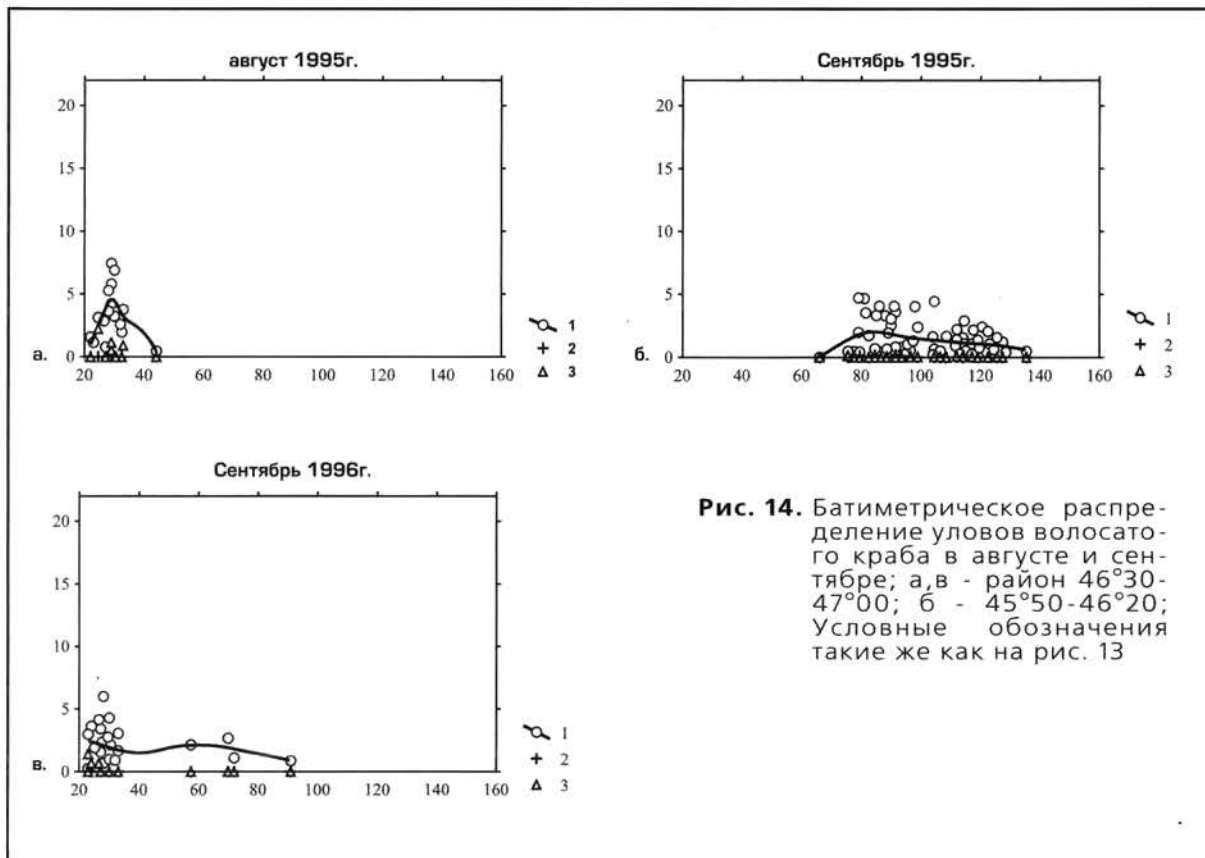
В октябре – ноябре 1997 г. на глубинах 30 – 50 м плотность самок была сравнительно высокой и составляла  $0,6 \pm 0,1$  экз./лов., а максимальные уловы достигали 12 экз./лов. В сентябре – октябре 1995 г. на глубинах свыше 50 м самки отсутствовали.

### Сезонная динамика

**Промысловые самцы.** В марте – апреле основные скопления располагались в широком диапазоне глубин от 20 до 80 м (рис. 13 а–г). По-видимому, в этот период краб движется к берегу, так как в мае (рис. 13д) наиболее плотные скопления формировались на глубинах 30 – 50 м, а в августе – сентябре самцы концентрировались в прибрежной полосе на 20 – 40 м (рис. 14). Следует подчеркнуть, что, по сравнению с мартом и апрелем, плотность краба в мае заметно увеличивалась (табл. 8, рис. 13 б, г, д).

Отход, вероятно, начинается в сентябре, так как в этот месяц заметная часть крабов встречалась на глубинах 50 и более метров (рис. 14б–в), хотя основные скопления продолжали находиться в прибрежье на глубинах 20 – 30 м. В октябре и ноябре они располагались на глубинах 30 – 50 м (рис. 15а–в), а в декабре отходили глубже 50 м (рис. 15г), и в это же время, вероятно, происходило рассеивание скопления.

**Непромысловые самцы.** Сильные межгодовые колебания численности не дают возможности полностью проследить сезонные изменения в распределении маломерных самцов. Так в апреле 1995 г. они концентрировались на глубинах 45 – 70 м (рис. 13в), в марте 1996 г. – на 30 – 50 м (рис. 13а), а в мае 1997 г. – на 20 – 50 м (рис. 13д). Осенью 1997 г. (рис. 15б–в) они были там же, где и промысловые крабы. Соот-



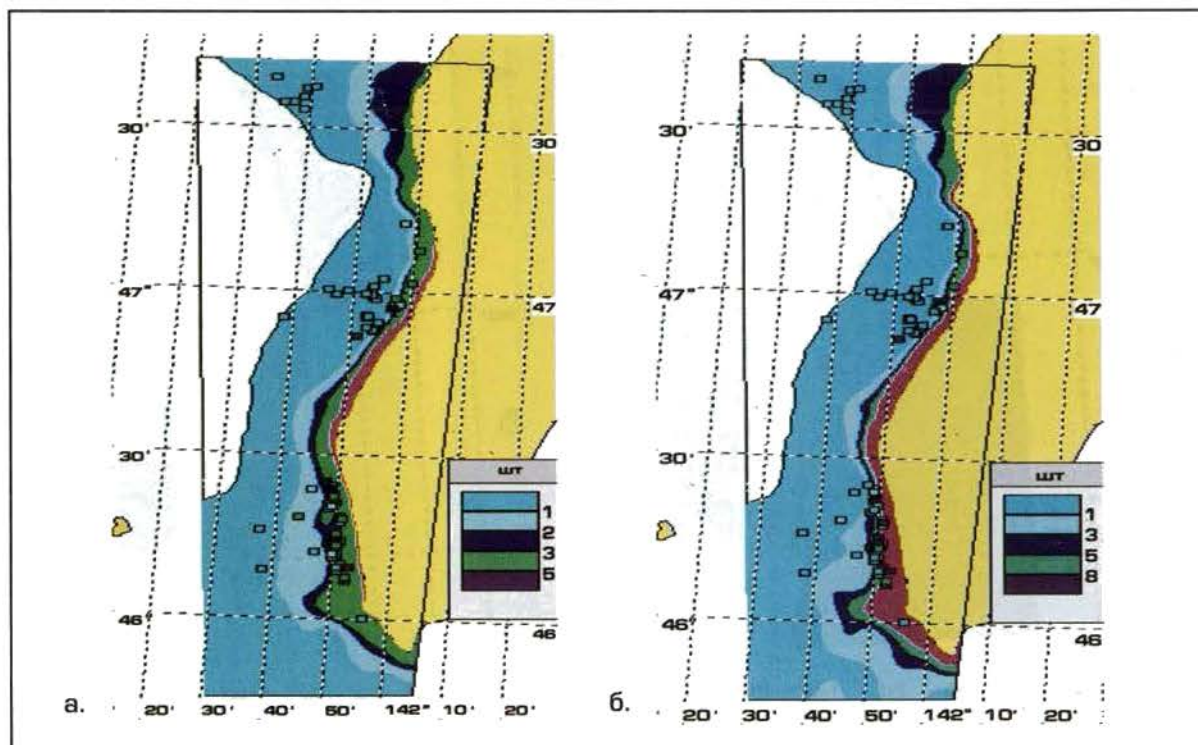


Рис. 16. Распределение уловов (экз/10 ловушек, показаны цифрами) промысловых (а) и непромысловых (б) самцов у Юго-Западного Сахалина весной 1996 г.

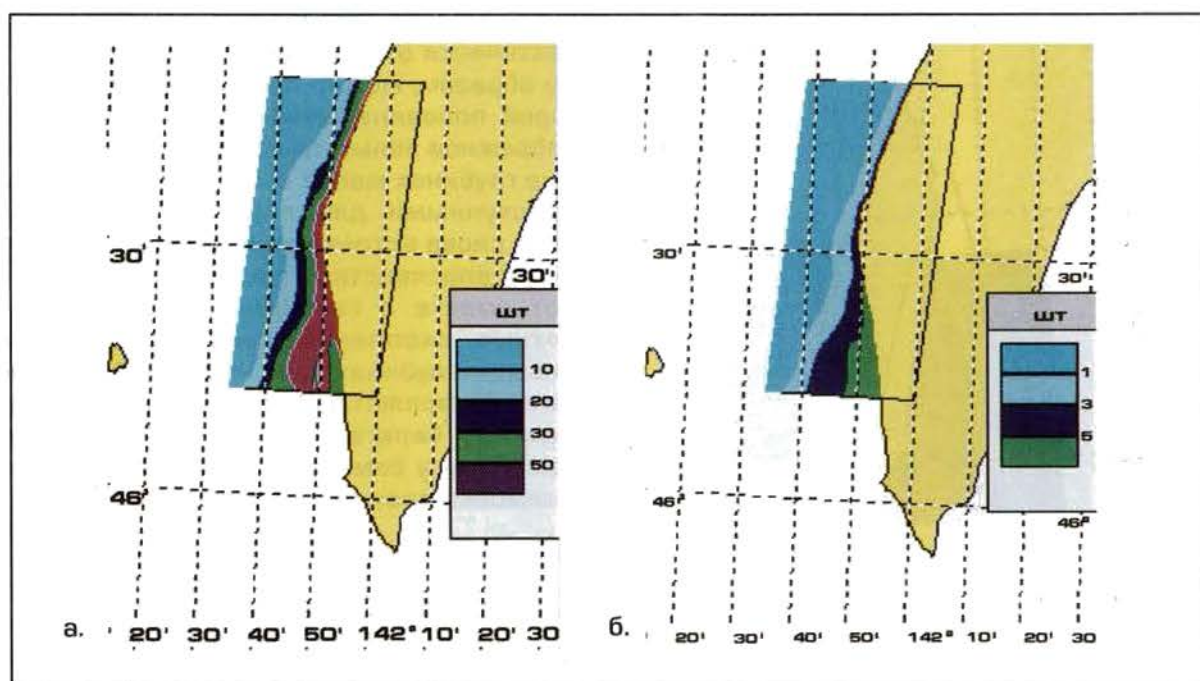
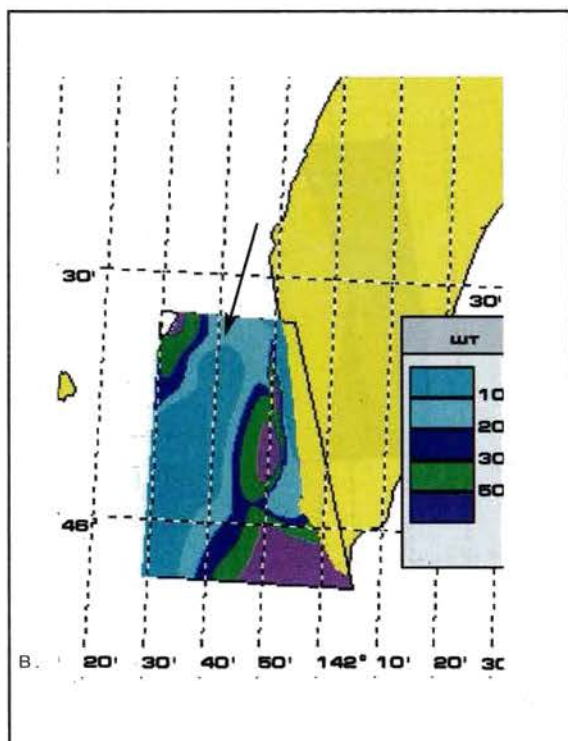
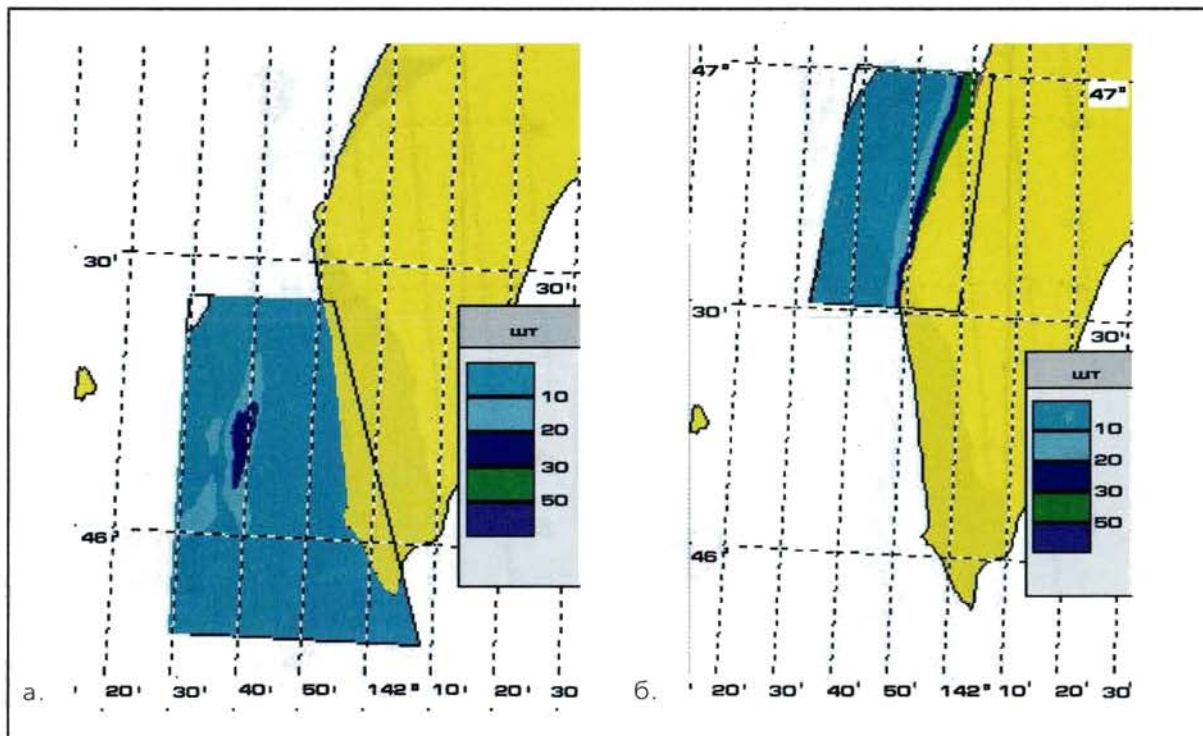


Рис. 17. Распределение уловов (экз/10 ловушек, показаны цифрами) промысловых (а) и непромысловых (б) самцов у Юго-Западного Сахалина весной 1997 г.

ношение между этими категориями в мае и октябре – ноябре 1997 г. было одинаковым: промысловых самцов в уловах было в 11 раз больше, чем непромысловых. Осенью 1995 г. на глубинах 50 и более метров непромысловые самцы практически отсутствовали (рис. 14б, 15а).

На основании полученных данных можно предположить, что, по сравнению с промысловыми самцами, маломерные особи во время весенних миграций концентрируются ближе к берегу (рис. 13а, в, д), а осенью отходят вместе с основными скоплениями пер-



**Рис. 18.** Распределение уловов (экз/10 ловушек, показаны цифрами) промысловых самцов у Юго-Западного Сахалина в (а) сентябре-октябре 1995г., (б) августе-сентябре 1996г. и (в) октябре-декабре 1997г; стрелкой указано возможное скопление на глубине

цы в этот период концентрировались у берега и занимали сплошную полосу вдоль всей исследуемой акватории (рис. 16а).

В отличие от промысловых крабов, распределение непромысловых самцов весной 1996 г. было более неравномерным: область наиболее высоких уловов постепенно суживалась в северном направлении (рис. 16б).

**Самки.** В марте самки концентрируются на глубинах 30 – 50 м (рис. 13а). В апреле и мае на глубинах свыше 20 м они практически отсутствуют (рис. 13в-д). Таким образом, можно предположить, что во второй половине весны самки достигают прибрежной зоны, где или концентрируются на глубинах менее 20 м, или становятся недоступными для ловушек. В августе самки снова встречаются на глубинах 20 – 30 м и впоследствии постоянно присутствуют вместе с самцами, хотя наиболее плотные скопления располагаются на меньших глубинах (рис. 14а; 15б-г). Эти факты позволяют предположить, что отход самок от берега начинается несколько позже, чем у самцов, и не исключено, что их зимовка происходит раздельно.

### Пространственное распределение

За время исследований не удалось выявить каких-либо локальных скоплений, ограниченных широтой или долготой: единственным фактором, который влиял на распределение крабов, была глубина. Наиболее обширные исследования, охватившие район от 46°00 до 47°40, были выполнены весной 1996 г. Согласно прогностической модели промысловые сам-

Отмеченные выше особенности были подтверждены и данными весенней съемки 1997 г. (рис. 17). В этот период преобладание на юге было отмечено не только для маломерных (рис. 17б), но и для промысловых самцов (рис. 17а).

В осенний период были обследованы значительно меньшие по протяженности акватории (рис. 18), и поэтому выделение локальных скоплений оказалось еще более затруднительным. Тем не менее, полученные данные свидетельствуют об относительной обособленности глубоководного скопления, обнаруженного в сентябре–октябре 1995 г. (рис. 18а). На наличие последнего указывает так же и прогностическая модель, построенная по данным 1997 г., не содержащая станций на данных глубинах (рис. 18в: указано стрелкой). Севернее  $46^{\circ}30'$  глубоководное скопление обнаружено не было (рис. 18б).

Таким образом, данные по пространственному распределению, во-первых, подтверждают ранее выделенные закономерности миграций (рис. 13–15), во-вторых, свидетельствуют о преимущественной концентрации краба южнее  $46^{\circ}30'$ , и, в третьих, не опровергают предположения о существовании в этой части района в осенний период двух группировок промысловых самцов – глубоководной и мелководной.

Распределение самок лучше всего иллюстрируют данные весны 1996 г. (рис. 19), согласно которым они находились в тех же районах, что и самцы и закономерности размещения представителей обоих полов был сходными (рис. 16, 19).

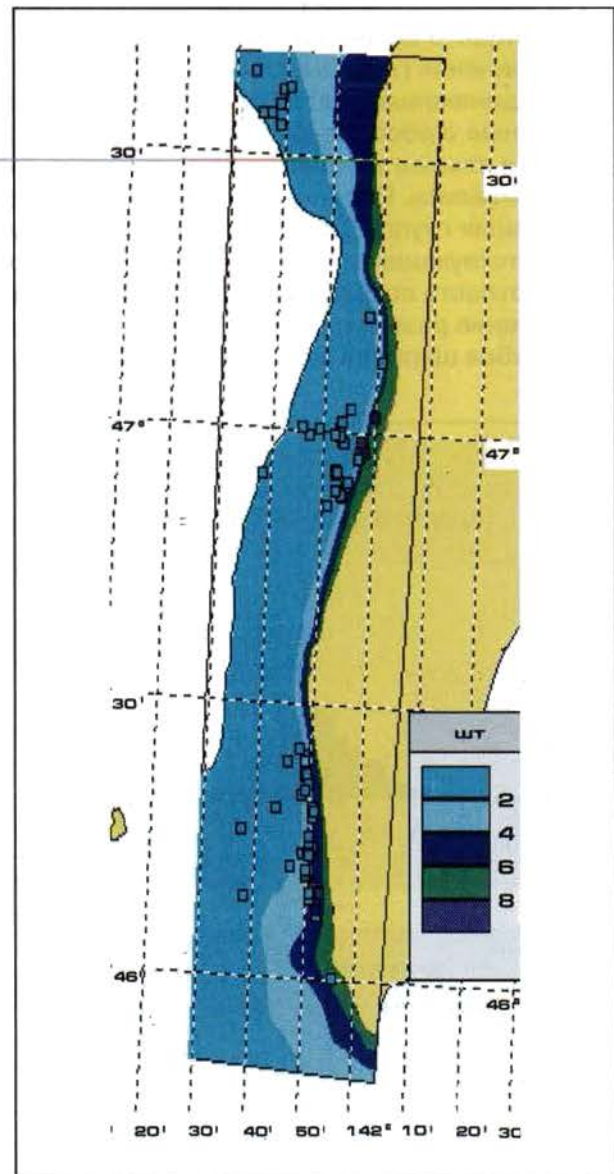
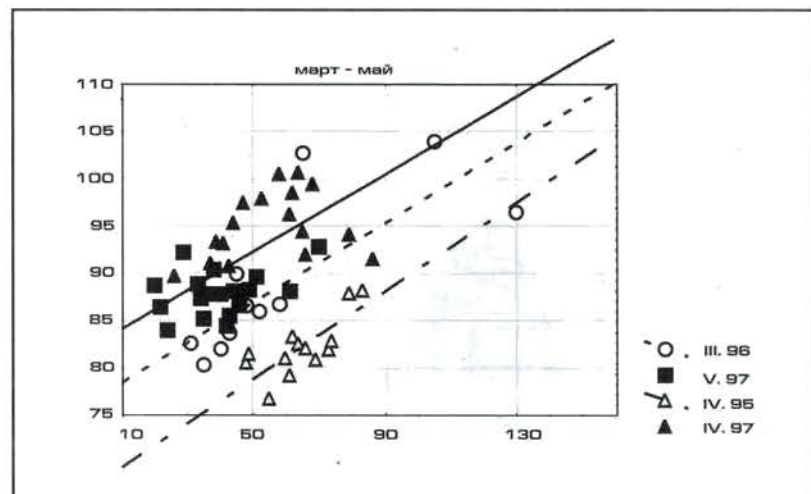


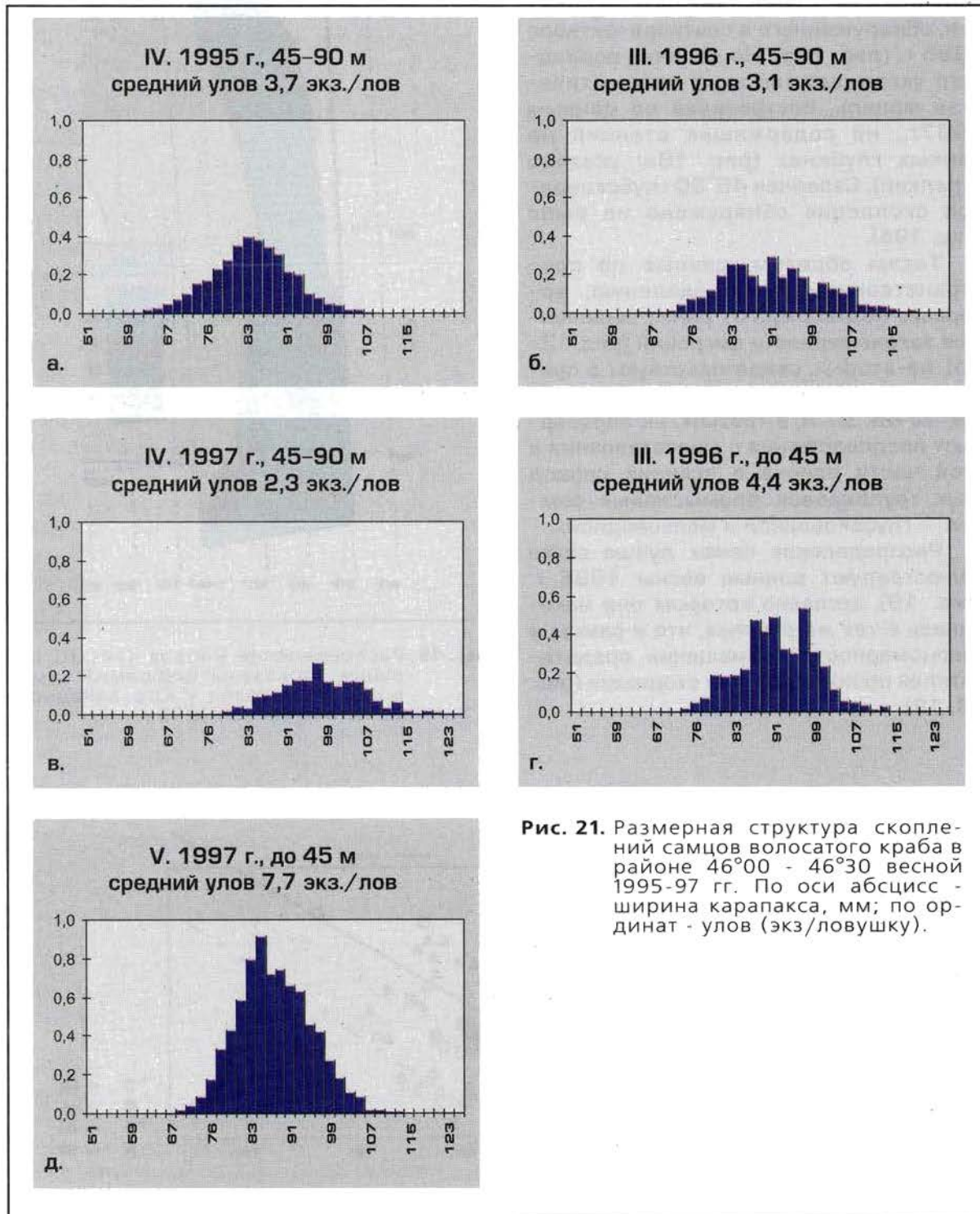
Рис. 19. Распределение уловов (экз/10 ловушек, показаны цифрами) самок волосатого краба у Юго-Западного Сахалина весной 1996 г.

Рис. 20. Средние размеры самцов волосатого краба на разных глубинах весной 1995–1997 г.: соответствующие месяцы указаны условными обозначениями. Для 1997 г. линия тренда построена по данным за апрель–май

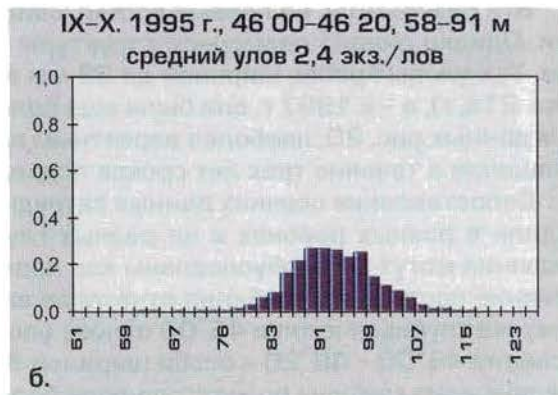
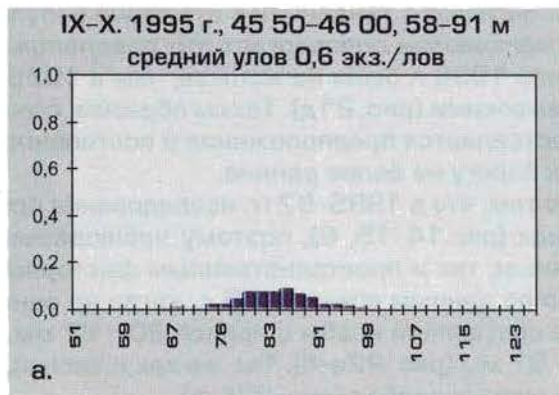


### Размерная структура

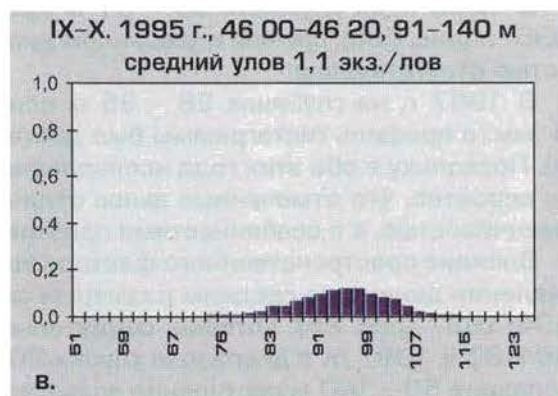
**Самцы.** В весенний период 1995–97 гг. средние размеры самцов возрастали по мере увеличения глубины, причем для всех трех лет характер зависимости «глубина–размер был» одинаковым (рис. 20). Вместе с тем отчетливо проявлялись межгодовые различия, связанные с абсолютными значениями средних размеров. При анализе этих значений в одном и том же диапазоне глубин на рис. 20 хорошо видно, что с 1995 по 1997 г. они увеличивались. Причины такого изменения связаны с колебаниями плотности различных размерных групп. Так весной 1996 г. на глубинах 45 – 90 м снизилась (по сравнению с соответствующим периодом 1995 г.) плотность крабов шириной 75 – 91 мм, в то время как плотность особей шириной свыше 99 мм заметно возросла (рис. 21 а, б). Дальнейшее увеличение размеров в 1997 г. было обусловлено продолжающимся снижением плотности крабов шириной менее 91 мм (рис. 21в).



**Рис. 21.** Размерная структура скопленных самцов волосатого краба в районе 46°00' - 46°30' весной 1995-97 гг. По оси абсцисс - ширина карапакса, мм; по ординат - улов (экз./ловушку).



**Рис. 22.** Размерная структура скоплений самцов волосатого краба осенью 1995г. Обозначения по осям такие же как на рис.21



**Рис. 23.** Размерная структура скоплений самцов волосатого краба осенью 1996г. Обозначения по осям такие же как на рис. 21



**Рис.24.** Размерная структура скоплений самцов волосатого краба осенью 1997г. Обозначения по осям такие же как на рис.21

Эти результаты, на первый взгляд, свидетельствуют о тенденции к старению популяции. Однако анализ размерной структуры на мелководье опровергает это предположение. Так уловы крабов шириной до 92 мм весной 1996 г. были не меньше, чем в 1995 г. (рис. 21а, г), а в 1997 г. они были еще более высокими (рис. 21д). Таким образом, с учетом данных рис. 20, наиболее вероятным представляется предположение о постепенном смещении в течение трех лет сроков подхода к берегу на более ранние.

Сопоставление осенних данных затруднено тем, что в 1995–97 гг. исследования проводили в разных районах и на разных глубинах (рис. 14–15, 6), поэтому наблюдаемые различия могут быть обусловлены как временным, так и пространственным факторами. Влияние последнего особенно отчетливо видно по данным осени 1995 г., когда на одних и тех же глубинах южнее  $46^{\circ}00'$  основу уловов составляли крабы шириной 80 – 87 мм, а в районе  $46^{\circ}00' - 46^{\circ}20'$  – особи шириной 86 – 97 мм (рис. 22а–б). Так же как и весной, с увеличением глубины возрастала доля более крупных крабов (рис. 22б–в).

В 1996 г. на глубинах 58 – 91 м краб был крупнее, чем на таких же глубинах в 1995 г. (рис. 23б), причем в указанном диапазоне особи мельче 95 мм практически полностью отсутствовали.

В 1997 г. на глубинах 28 – 35 м основу уловов составляли крабы шириной 90 – 95 мм, а профиль гистограммы был достаточно сходен с таковым для 1995 г. (рис. 21, 24). Поскольку в оба этих года исследования проводили в одном и том же районе, то более вероятно, что отмеченные выше отличия данных 1996 г. связаны не с межгодовой изменчивостью, а с особенностями пространственного размещения популяции.

Влияние пространственного фактора еще более отчетливо прослеживается при сопоставлении данных по средним размерам самцов на разных глубинах в августе – октябре 1994–1997 (рис. 25), которые свидетельствуют о том, что в районе  $46^{\circ}00' - 46^{\circ}30'$  в 1994–95 и 1997 гг. в диапазоне глубин 20 – 50 м средние размеры были сходными, а в диапазоне 50 – 140 м постепенно возрастали по мере увеличения глубины. В то же время в районе  $46^{\circ}30' - 47^{\circ}00'$  средние размеры крабов на глубинах 20 – 90 м были существенно выше, чем на юге.

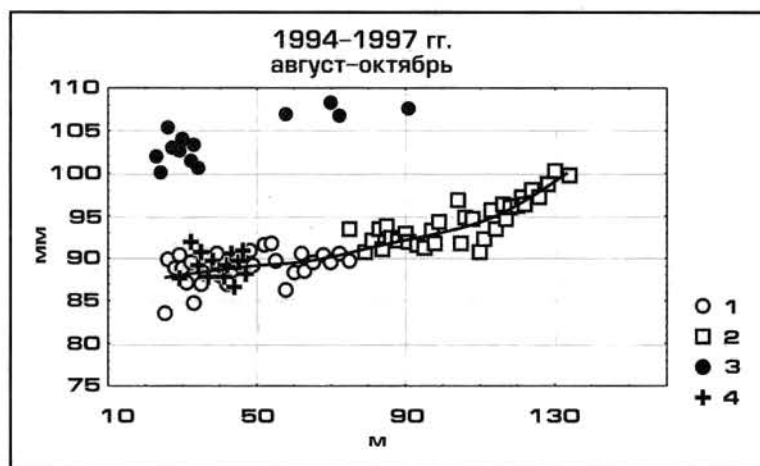


Рис. 25. Средние размеры самцов волосатого краба в разные годы: 1 - август 1994 г., район  $46^{\circ}20' - 46^{\circ}30'$ ; 2 - сентябрь 1995 г., район  $46^{\circ}00' - 46^{\circ}20'$ ; 3 - сентябрь 1996 г., район  $46^{\circ}30' - 47^{\circ}00'$ ; 4 - октябрь 1997 г., район  $46^{\circ}00' - 46^{\circ}20'$

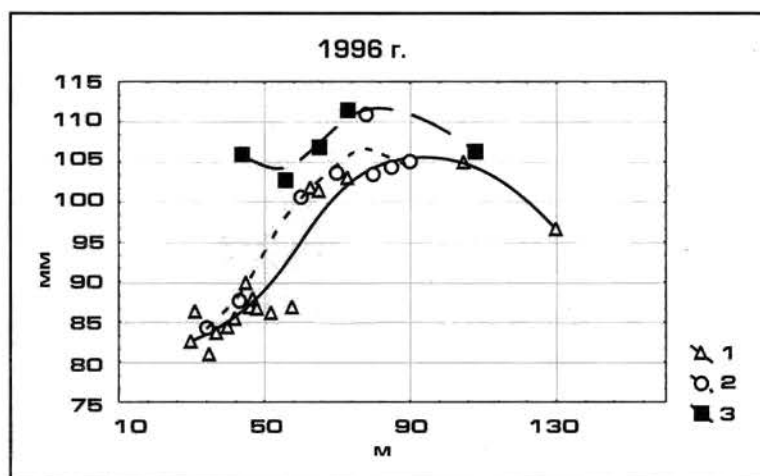
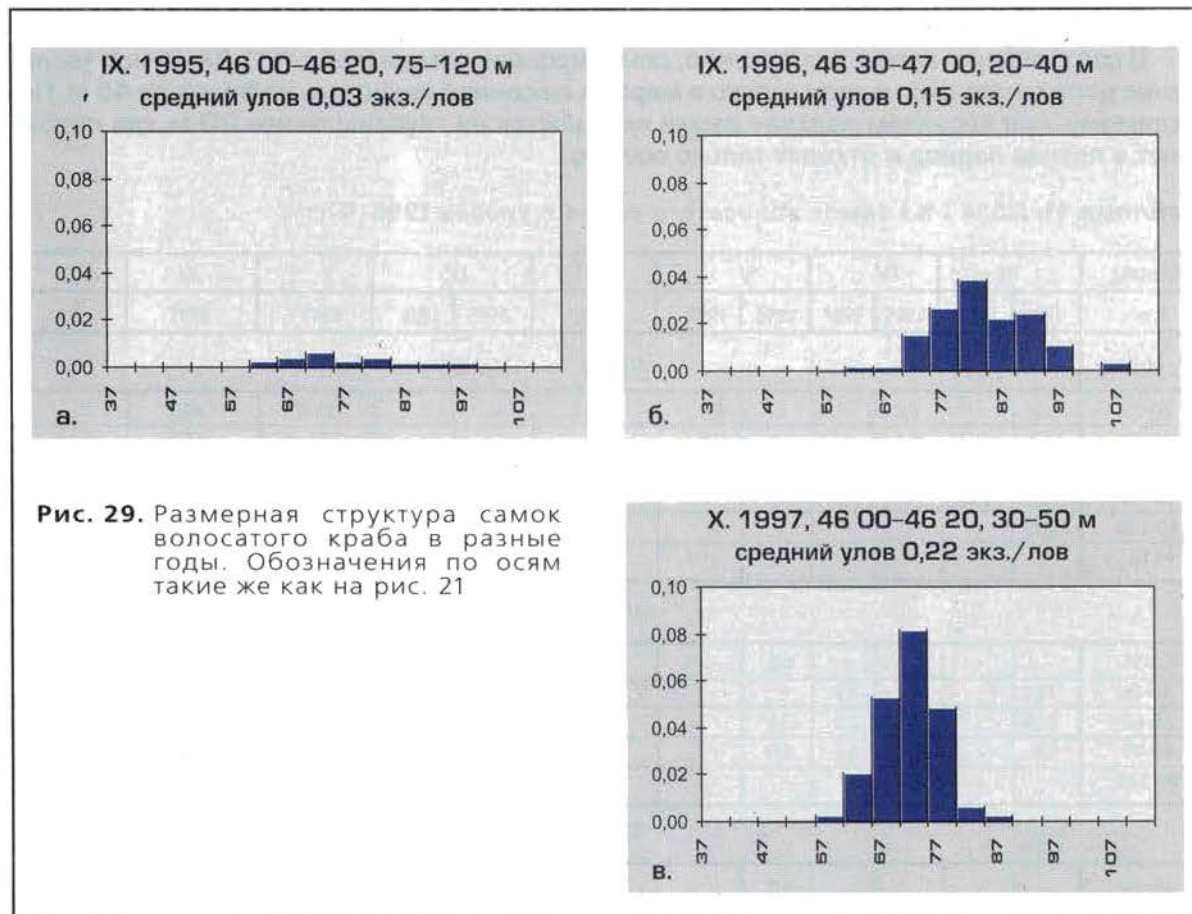
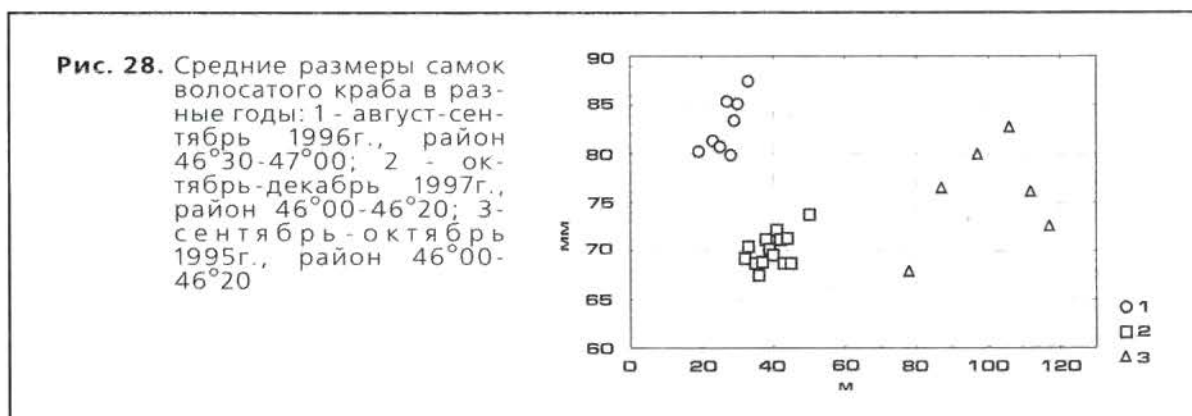


Рис. 26. Средние размеры самцов волосатого краба на разных глубинах весной 1996 г.: 1 - март,  $46^{\circ}00' - 46^{\circ}25'$ ; 2 - май,  $46^{\circ}50' - 46^{\circ}55'$ ; 3 - май,  $47^{\circ}30' - 47^{\circ}35'$



**Рис. 27.** Размерная структура самок волосатого краба в разных районах в марте 1996г. Обозначения по осям такие же как на рис. 21



**Рис. 29.** Размерная структура самок волосатого краба в разные годы. Обозначения по осям такие же как на рис. 21

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в осенний период размерная структура самцовой части популяции волосатого краба дифференцируется не только по глубинам, но и в направлении с севера на юг: по мере возрастания широты увеличиваются как значения средних размеров, так и доля крупного краба. Подобная тенденция наблюдалась и весной 1996 г., когда пробы брали на разных участках (рис. 26): на одних и тех же глубинах средние размеры увеличивались в северном направлении.

**Самки.** Ввиду малой численности, данные по самкам являются более ограниченными. О весеннем распределении можно судить только по данным марта 1996 г. В этот период в районах  $46^{\circ}50' - 47^{\circ}00'$  и  $46^{\circ}05' - 46^{\circ}25'$  средние размеры самок на глубинах до 50 м почти одинаковыми и составляли соответственно:  $69,9 \pm 0,6$  (94 экз. в выборке) и  $68,1 \pm 0,6$  (151) мм соответственно. Глубже 50 м в выборках в обоих районах встречались только единичные особи шириной 80 – 100 мм. Однако, несмотря на сходство средних размеров структуры скоплений несколько различались, поскольку на севере средние уловы были несколько выше (рис. 27).

Отчетливые различия в размерах самок в разные годы наблюдались осенью (рис. 28). Сопоставление данных 1995 и 1997 гг. свидетельствует об увеличении средних размеров с глубиной, поскольку исследования проводили в одном районе. Различия же между данными 1996 и 1997 гг., вероятно обусловлены различиями в районах, так как глубины были близкими.

В сентябре 1995 г. на глубинах 80 – 120 м преобладали особи шириной 70 – 75 мм, однако, ввиду крайне низкой плотности (рис. 29а) роль этой глубоководной группировки в популяции представляется незначительной.

В 1996 г. в северной части района основу уловов составляли особи шириной 80 – 85 мм и в значительном количестве встречались более крупные самки (рис. 29б). По сравнению с этими данными в 1997 г. в южной части района популяция была представлена более многочисленными крабами шириной 65–80 мм, а более крупные особи практически отсутствовали (рис. 29в).

Таким образом, полученные данные дают основания предполагать, что, как и для самцов, средние размеры самок увеличиваются в направлении с юга на север.

### Половая структура

В соотношении полов, как правило, доминировали самцы (табл. 11). Заметное увеличение доли самок наблюдали только в марте и в осенний период на глубинах до 45 м. По-видимому, при весеннем подходе самки смещаются на глубины менее 20 м, где пребывают в летний период и отходят только осенью.

Таблица 11. Доля (%) самок волосатого краба в уловах 1995-97гг

Месяц	III		IV		V		VIII		IX		X	XI	XII
	1996	1997	1995	1997	1996	1997	1996	1995	1996	1997	1997	1997	
Глубина	$46^{\circ}00' - 46^{\circ}30'$												
20-35	5,2	-	0,4	-	-	0,4	-	-	-	13,4	49,3	-	
36-45	13,2	-	1,6	-	-	0,8	-	-	-	2,9	10,6	8,6	
46-65	1,4	3,5	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,5	
66-90	0,0	3,4	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	
90-110	0,8	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	
>110	-	-	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	
	$46^{\circ}30' - 47^{\circ}05'$												
20-35	-	-	-	-	0,7	-	-	9,6	-	7,4	-	-	
36-45	16,1	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
46-65	30,9	-	-	2,0	3,1	-	-	-	-	-	-	-	
66-90	0,6	-	-	3,7	1,0	-	-	-	-	-	0,0	-	
90-110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	$47^{\circ}30' - 47^{\circ}40'$												
46-65	-	-	-	-	5,2	-	-	-	-	-	-	-	
66-90	-	-	-	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	

Вместе с тем, нельзя исключить, что данные, которые приводятся в таблице, несколько занижены, так как работы выполняли ловушками для камчатского краба с крупной ячеей. При использовании ловушек с мелкочаеистой делью на глубинах 20 – 50 м в мае 1997 г. доля самок составляла 39% (39 станций), июне – 19% (26), июле – 3% (27), августе – 2% (72), сентябре – 1%. Кроме того, данные визуальных наблюдений под водой свидетельствуют о том, что самки гораздо хуже идут в ловушки, и зона эффективного лова для них должна быть существенно меньше. Поэтому вопрос о пространственных особенностях и сезонной динамике половой структуры популяции требует дополнительных исследований.

### **Линька**

Анализ соотношения межлиночных категорий у самцов показал, что во все месяцы, когда выполняли исследования, основу уловов составляли самцы с окрепшим панцирем (табл. 12). В 1995 и 1996 гг. заметное увеличение доли крабов с мягким или неокрепшим панцирем (стадии 1 и 2) наблюдалось в марте – мае, что дает основания предположить, что линька происходит в весенний период. В целом, однако, проблема установления сроков линьки требует дальнейшего исследования: не исключено, что у волосатого краба сезон массовой линьки отсутствует («Промысловые рыбы...», 1993).

**Таблица 12.** Соотношение (%) межлиночных категорий у самцов волосатого краба в разные сроки

Месяц	Год	Район	Глубины	1	2	3	3с	n*
март	1996	46°50-47°00	36-143	1.9	8.0	74.7	15.4	858
		46°06-46°24	30-73	6.1	8.1	71.2	14.6	2329
	1997	46°19-46°35	41-96	0	6.3	80.2	13.5	512
апрель	1995	45°50-46°34	48-85	7.4	10.7	64.4	17.4	2300
	1997	46°30-46°48	26-86	0	2.6	82.1	15.3	1517
май	1996	46°52-46°55	34-90	5.3	6.7	76.4	11.5	208
		47°33-47°37	44-108	10.7	18.4	61.2	9.7	103
	1997	46°15-46°26	20-70	0.9	4.0	79.7	15.4	1492
август	1994	46°24-46°32	24-73	1.8	14.4	67.4	16.4	5142
	1996	46°33-46°43	19-44	0	0,5	61,8	37,8	1554
сентябрь	1995	45°50-46°14	75-134	0.4	4.4	81.4	13.7	5107
	1996	46°40-46°55	23-91	0.1	0.6	85.9	13.4	2128
октябрь	1995	46°10-46°18	75-145	0.6	2.9	81.2	15.3	995
октябрь	1997	46°00-46°17	29-47	0.3	6.4	68.1	25.5	5459
ноябрь 1997	1997	46°10-46°14	32-46	0	6.8	75.6	17.6	4196
декабрь 1997	1997	46°00-46°14	53-35	0	8.8	81.4	9.8	1035

\* – объем выборки

Каких-либо устойчивых закономерностей, связанных с различиями в сроках и масштабах линьки по районам, размерам или глубине отмечено не было.

### **Состояние икры**

В течение всего периода исследований основу уловов составляли самки без икры. Весной самки с новой икрой в уловах отсутствовали. В августе–сентябре они также не отмечались в уловах. И только с октября по декабрь их доля возросла с 1 до 6 %. Этим данным недостаточно для утверждения о зимнем нересте волосатого краба. Поэтому более вероятным представляется предположение об отсутствии реакций на приманку у зрелых особей, о чем свидетельствуют и предварительные результаты подводных наблюдений.

### Ресурсные оценки

Полученные данные дают возможность выполнить предварительную оценку минимального промыслового запаса волосатого краба. При расчете принимали, что площадь зоны эффективного действия ловушки составляет 2500 м<sup>2</sup>: такой показатель используют в КамчатНИРО при оценке запасов камчатского краба и близкую величину указывает ТИНРО-центр (площадь 2050 м<sup>2</sup> при коэффициенте уловистости 0,75). Поскольку в течение 1995–97 гг. уловы не снижались (табл.8), то данные по неперекрывающимся участкам за разные годы были объединены. Суммарный промысловый запас на этих участках (табл.13: 1–8, 10) площадью 740 км<sup>2</sup> составил 416,8 т. Очевидно, однако, что краб присутствует и на акватории, которая не была охвачена исследованиями. Для оценки уловов в этой части было принято допущение, что они не превышают фоновых значений. Для расчета последних была выбрана величина улова, которая в 1995–97 гг. имела наиболее высокую частоту встречаемости: из рис. 30а следует, что она находилась в пределах 0 – 2 экз/лов, а из рис. 30б – в пределах 0,40–0,60 экз/лов. Поэтому в качестве фонового улова была принята величина 0,5 экз/лов (табл. 13: п.9), которая позволила оценить запас на неисследованной акватории площадью 390 км<sup>2</sup> в 234 т. Суммарный промысловый запас составил, таким образом, 650,8 т, что примерно на 50 т больше значения, которое дает ТИНРО-центр по данным траловой съемки.

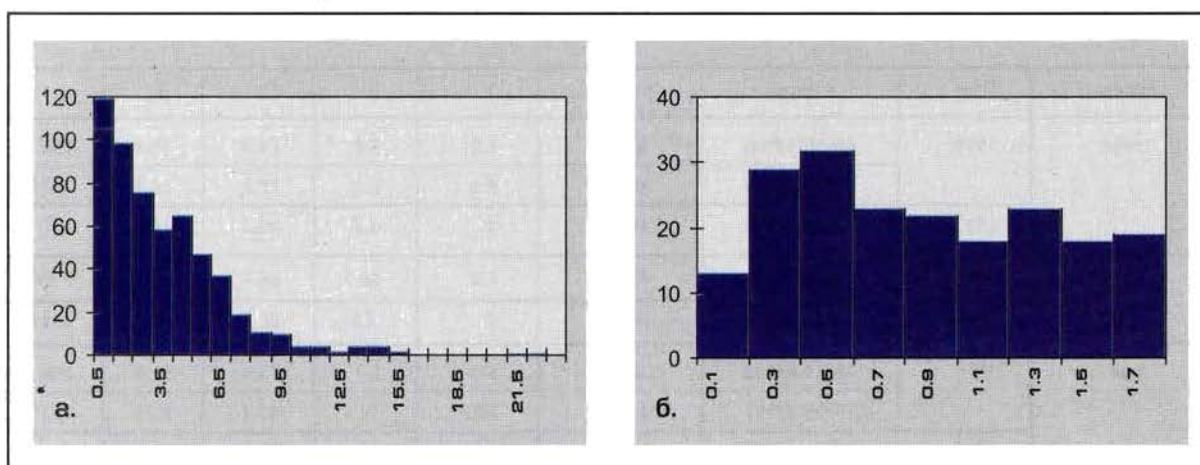


Рис. 30. Распределение уловов (экз/лов) промысловых самцов волосатого краба: а - в пределах всего диапазона значений, б - в пределах 0-1,8 экз/лов. По оси абсцисс - уловы, цифрами указаны середины классов; по ординат - число станций

Таблица 13. Оценка запасов промысловых самцов волосатого краба в разных районах

№	Сроки	Район	Глубины м	Площадь км <sup>2</sup>	Улов экз/лов	Запас экз		N**
						Тыс.экз.	Т	
1	X-XII 1997	46 <sup>0</sup> 00 - 46 <sup>0</sup> 04	44-53	22	5,8±1,1	51,0	30,6	11
2		46 <sup>0</sup> 05 - 46 <sup>0</sup> 18	29-50	74	6,3±0,6	186,5	111,9	153
3	III-V 1997	46 <sup>0</sup> 45 - 46 <sup>0</sup> 50	41-68	39	2,3±0,2	35,9	21,5	22
4		46 <sup>0</sup> 30 - 46 <sup>0</sup> 37	26-66	41	3,3±0,4	54,1	32,5	14
5		46 <sup>0</sup> 18 - 46 <sup>0</sup> 23	20-62	41	2,9±0,6	47,6	28,5	22
6	VIII-IX 1996	46 <sup>0</sup> 40 - 46 <sup>0</sup> 45	19-44	17	2,6±0,2	17,7	10,6	64
7	III-V 1996	47 <sup>0</sup> 30 - 47 <sup>0</sup> 40	44-85	40	0,3±0,1	4,8	2,9	6
8		46 <sup>0</sup> 51 - 47 <sup>0</sup> 02	34-80	82	2,5±0,6	82,0	49,2	15
9	фоновые*	45 <sup>0</sup> 50 - 47 <sup>0</sup> 40	20-80	1950	0,5	390,0	234,0	-
10	IX-X 1995	45 <sup>0</sup> 50 - 46 <sup>0</sup> 20	66-150	384	1,4±0,1	215,9	129,0	125
Итого	-	45 <sup>0</sup> 50 - 46 <sup>0</sup> 20	-	2690	-	1085,5	650,8	-

\* за пределами участков 1–9; \*\* – число станций

Как следует из вышесказанного, *приводимая оценка является минимальной*, так как, во-первых за пределами выделенных участков могут существовать скопления с уловами, которые превышают фоновые, во-вторых, на глубинах свыше 80 м тоже присутствует волосатый краб, о чем свидетельствуют как данные табл. 7–10, так и данные с отдельных станций (рис. 1), и, в-третьих, в оценку не вошли районы, расположенные к северу от 47°30. Таким образом, имеются большие потенциальные возможности для корректировки величины промыслового запаса в сторону его увеличения.

### Обсуждение и перспективы дальнейших исследований

Полученные данные позволяют сформулировать предварительную концепцию функциональной структуры популяции волосатого краба, хотя, учитывая то обстоятельство, что в разные годы исследовали разные районы, ее положения требуют дальнейших исследований.

Независимая часть популяции, вероятно, располагается к югу от 46°30 (рис. 15; 17; 18а,в). Здесь, наряду с крупными самцами в заметном количестве встречаются маломерные особи и самки. В весенний период краб концентрируется на мелководье, а осенью занимает широкий диапазон глубин вплоть до 130 м (рис. 14б). Среди самцов присутствуют все облавливаемые размерные классы за исключением самых крупных (более 105 мм), плотность которых незначительна (рис. 22б–в, 24). Независимое существование этой популяции, возможно, обеспечивается антициклоническим круговоротом вокруг о.Монерон.

С другой стороны, наличие зоны обитания молодых крабов южнее 46°00 (рис. 22а) может свидетельствовать о пополнении группировки молодью из более южных районов, в этом случае популяцию в юго-западной части следует считать полузависимой или зависимой.

В противоположность южной группировке севернее 46°30 популяция представлена преимущественно крупным крабом: основу уловов самцов составляют особи шире 95 мм (рис. 23), а самок – свыше 80 мм (рис. 29б). В настоящее время затруднительно дать определение этой части популяции, но наиболее вероятно, что она представляет собой ее зависимую (при независимости южной группировки) или полузависимую (при зависимости южной группировки) часть, аналогичную Ичинской или Колпаковской группировкам западнокамчатской суперпопуляции камчатского краба (Виноградов, 1969).

Несмотря на большой фактический материал, не удалось выявить сроков таких важных процессов как линька самцов и нерест самок. Возможно, это связано с особенностями поведения волосатого краба и изменениях в его реакции на приманку в такие периоды, хотя нельзя исключить и растянутость этих процессов во времени. Поэтому одной из актуальных задач представляется продолжение подводных исследований с применением легководолазной техники, которые были освещены в более ранних отчетах.

Учитывая вышесказанное, организация дальнейших исследований представляется целесообразной в двух направлениях. Во-первых, в районе 46°00 – 47°30 следует проводить два раза в год, в мае и октябре, учетные ловушечные съемки на, как минимум, 10 разрезах в диапазоне глубин 10 – 140 м. Дополнением к каждой съемке будут работы по оконтуриванию выделенных скоплений, которые позволят более точно оценивать запас и заложить полигоны для организации многолетних наблюдений. Исследования должны выполняться ловушками, приспособленными к лову волосатого краба с ячейей не более 30 мм. Опыт прибрежного рыболовства в 1997 г. показал, что оптимальными являются прямоугольные ловушки с двумя боковыми входами.

Вторым аспектом исследований должно стать тщательное изучение биологии размножения и линьки волосатого краба. С этой целью в районе южнее 46°30 необходимо заложить полигон шириной не более 10 миль и не реже 1 раза в месяц выполнять там по два разреза на глубинах 10 – 120 м. Результаты позволят понять структуры репродуктивного и линичного цикла краба, необходимые для прогнозирования сроков промысла и долгосрочных оценок пополнения.

### Основные выводы

#### *Камчатский краб*

1. Годовой цикл камчатского краба у Юго-Западного побережья Сахалина подразделяется на период зимовки на глубинах более 150 м, период размножения на глубинах до 70 – 75 м и период летнего нагула на глубинах до 150 м.

2. Вымет личинок и линька самок начинаются в третьей декаде марта и достигают максимума в конце апреля – начале мая. Массовый нерест происходит в первой декаде мая.

3. Половозрелость у большинства самок наступает по достижении ими размеров более 100 мм.

4. Большая часть самцов половозрелых размеров линяет в марте–апреле, то есть до спаривания. Самцы, находящиеся на 3 поздней стадии линьки, не встречаются в северной части Ильинского мелководья.

5. Дефицита половозрелых самцов в популяции не наблюдается.

6. У Юго–Западного побережья Сахалина существует, по крайней мере, две группировки крабов, обмен личинками между которыми ограничен. Одна находится в районе Ильинского мелководья, другая – южнее мыса Слепиковского. Районы обитания молоди находятся на Ильинском мелководье и в заливе Невельского. По мере роста крабов, значительная их часть совершает миграцию на юг.

7. За период 1995–1997 гг. не выявлено снижения уловов промысловых самцов.

8. Минимальный запас промысловых самцов камчатского краба на акватории от мыса Кузнецова до мыса Ламанон в 1996 г. составил 5354 т, а в 1997 г. – 6007 т.

### **Волосатый краб**

1. В течение 1995–97 гг. численность промысловых самцов волосатого краба в районе 46°00 – 47°00 с.ш. не снизилась.

2. Самцы подходят на мелководье в апреле–мае, где держатся вплоть до декабря, но в южной части (46°00 – 46°20) района исследований уже в сентябре значительные уловы отмечаются на глубинах 50 – 100 м.

3. Пространственное распределение крабов свидетельствует об их преимущественной концентрации южнее 46°30; особенно отчетливо это проявляется при анализе распределения маломерных самцов и самок.

4. В весенний период средние размеры самцов увеличиваются по мере возрастания глубины.

5. В осенний период севернее 46°30 средние размеры самцов и, особенно самок, заметно крупнее, чем к югу от этой широты. Весной эта особенность выражена слабее и отчетливо проявляется только для станций расположенных к северу от 47°30.

6. Минимальный промысловый запас на акватории 46°00 – 47°30 составляет 650,8 т.

### **Список литературы**

1. Беклемишев В.Н. 1960. Пространственная и функциональная структура популяций // Бюл. МОИПа, отд. биологии. Т. 65, вып. 2. С. 41–50.
2. Виноградов Л.Г. 1941. Камчатский краб. Владивосток. Издание ТИНРО. 94 с.
3. Виноградов Л.Г. 1969. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. Т. 65. С. 337–344.
3. Карта–схема подводных ландшафтов в районе Углегорск–Красногорск. 1956. // Атлас океанографических основ рыбопоисковой карты Южного Сахалина и Южных Курильских островов. Т. 2. Карты подводных ландшафтов. Ленинград.
4. Клитин А.К. 1992. Распределение и некоторые особенности биологии камчатского краба у Юго–Западного побережья Сахалина // Сборник «Промыслово–биологические исследования морских беспозвоночных». Под ред. Б.Г.Иванова. Издание ВНИРО. С. 14–26.
5. Клитин А.К. 1996. Плодовитость камчатского краба у побережий Сахалина и южных Курильских островов // Бюл. Моск. О–ва испытателей природы. Отд. Биологии. Т. 101, вып. 6. С. 43–52.
6. Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. 1993. Южно–Сахалинск. 192 с.
7. Родин В.Е. 1985. Пространственная и функциональная структура популяции камчатского краба // Известия ТИНРО. Т. 110, 86–97.
8. Скалкин В.А., Семенова А.Е. 1957. Некоторые данные по зимней линьке краба в водах Сахалина // Известия ТИНРО. Т. 44. С. 252–253.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОЛОГИЯ ГРЕБЕНЧАТОЙ КРЕВЕТКИ В ТАТАРСКОМ ПРОЛИВЕ В 1996-97 гг.

Буяновский А.И., Сергиева З.М., Милютин Д.М.,  
Садыхова И.А., Тальберг Н.Б., Зубаревич В.Л.

Гребенчатая креветка (чилиим) *Pandalus hypsinotus* Brandt является одним из наиболее ценных промысловых видов среди десятиногих ракообразных. Одна из самых крупных ее популяций обитает в Татарском проливе, и поэтому промысел в этом районе ведется достаточно долго (Галимзянов, 1994). В связи с этим были изучены отдельные аспекты биологии этого вида: многолетняя динамика запаса, распределение и размерно-возрастная структура в отдельные сезоны, плодовитость, зависимость пола от возраста, поведение и др. (Табунков, 1982; Букин, Згуровский, 1988; Галимзянов, 1994). Вместе с тем, будучи основанными на краткосрочных съемках, эти результаты не дают возможности исследовать сезонные изменения, проходящие в популяции. Поэтому целью настоящей работы явилось исследование этих изменений, а также – репродуктивного цикла популяции гребенчатой креветки из Татарского пролива на основании непрерывных наблюдений за ней в течение года.

### Материал и методика

В настоящей статье использованы материалы рейсов трех специализированных судов, которые работали в Татарском проливе в режиме ловушечного лова с октября 1996 г. по сентябрь 1997 г. (табл. 1). Лов выполняли стандартными креветочными порядками, оснащенными коническими ловушками с двумя боковыми входами. Ловушки были обтянуты красной или оранжевой полипропиленовой делью с ячейей размером 15 мм. Каждый порядок состоял из 500 – 700 ловушек, расположенных на расстоянии 7 м друг от друга. В качестве наживки использовали свежемороженого минтая. Период застоя, как правило, составлял 1 – 2 дня.

Таблица 1. Краткая характеристика рейсов по изучению гребенчатого чилима

N	Сроки работ	Судно	Координаты района	Глубины (м)	Число станций	Обработано креветок
1	6.10 - 12.10 1996 г.	СРТМ «Артем»	49°15 - 50°12 141°10 - 141°45	130-255	90	2350
2	20.03 - 3.05 1997 г.	РМС «Сафил-1»	48°28 - 50°14 140°45 - 141°59	120-330	125	3950
3	17.04 - 9.06 1997 г.	СРТМ «Артем»	49°06 - 49°41 141°28 - 141°58	111-279	83	5700
4	15.06 - 4.07 1997 г.	РМС «Сафил-1»	49°15 - 50°02 141°19 - 141°48	139-226	48	1225
5	1.08 - 23.09 1997 г.	РМС «Сафил-1»	48°47 - 50°22 141°24 - 141°50	115-290	189	8300
6	19.08 - 28.09 1997 г.	СРТМ «Артем»	49°08 - 49°42 141°11 - 141°45	190-250	204	2500

При постановке записывали координаты и глубины в начале и конце порядка, дату и время постановки, дату и время выборки. Координаты определяли по системе спутниковой связи, а глубины – по цветному эхолоту типа «FURUNO». При обработке порядка выбирали от 5 до 20 ловушек, из которых весь улов высыпали в одну емкость. Если выборку брали около одного из концов порядка, это отмечали в журнале, а если ее брали вдоль всего порядка, то координаты и глубины усредняли.

Дальнейшую обработку материала проводили по единой методике: отобранных креветок подсчитывали и взвешивали с точностью до 0,1 кг. После этого для промеров брали вы-

борку из 50 экз.: если в улове было меньше креветок, то навеску обрабатывали тотально. У собранных особей измеряли промысловую длину тела (ДТ), длину карапакса (ДК), определяли пол, степень созревания икры и состояние панциря (Иванов, Столяренко, 1990), отмечали наличие стерильных шипов на абдомене, осматривали на наличие эктопаразитов.

Статистическую и графическую обработку материала выполняли на портативном компьютере «RoverBook» (Pentium-133/16) с помощью пакета программ «MS-EXCEL-5.0», «STATISTICA-3.0», «MAPDESIGNER» и стандартного набора приложений к системе «WINDOWS-95».

При построении диаграмм распределения частот встречаемости различных размерных классов группировку данных проводили по формуле Стерджеса (Лакин, 1990):

$$\Delta = \frac{PB}{(1+3.32 \lg N)} \quad (1),$$

где  $\Delta$  – размер шага (мм),  $PB$  – размах варьирования длины тела (мм),  $N$  – объем выборки.

Разделение сгруппированного по формуле (1) размерного ряда на дискретные (возрастные) группы осуществляли методом вероятностной бумаги (см. раздел «Результаты»).

Авторы выражают искреннюю признательность заведующему Лабораторией промысловых беспозвоночных ВНИРО Б.Г. Иванову за критическое чтение рукописи и сделанные замечания.

## Результаты

### Распределение уловов

Анализ распределения уловов в течение года показывает отчетливую зависимость их величины от сезона (рис. 1). Наиболее высокие значения были отмечены в весенний период, когда на акватории отчетливо выделялось два пятна (рис. 1б) со средними уловами свыше 2 кг на 10 ловушек (в дальнейшем кг/10 лов.). В летний период уловы резко снижались и в пределах исследованной акватории, в среднем, не превышали 1 кг/10 лов (рис. 1в). Начиная с августа, уловы снова увеличивались, причем возрастание начиналось с южной, глубоководной, части пролива (рис. 1г), а во второй половине осени уже выделялось и северное скопление с повышенными уловами (рис. 1а). Южное скопление в этот период, по-видимому, также существовало, но не было обнаружено из-за недостаточного количества станций.

Поскольку распределение станций во время разных съемок достаточно сильно отличалось (рис. 1), то для более тщательного анализа сезонных изменений при обработке данных было выделено 4 полигона, отличающихся по широте (табл. 2) и ограниченных по долготе меридианами 141°10' и 142°00'. Выбор полигонов был сделан post-factum: участок выбирался в качестве полигона, если сборы в его границах повторялись в течение нескольких месяцев и ежемесячно выполнялось не менее 10 постановок. Динамика уловов на отдельных полигонах (табл. 2), в целом, соответствовала сезонным изменениям, показанным на рис. 1: весной они были высокими, летом снижались, а осенью вновь увеличивались.

Таблица 2. Динамика уловов (кг/10лов) гребенчатого чилима в разных районах Татарского пролива

Полигон	1	2	3	4
Граница по широте	49°18'-49°24'	49°38'-49°42'	49°48'-49°53'	50°01'-50°10'
Глубины	197-260	187-212	170-188	120-169
октябрь 1996 г.	—	—	—	3,1±0,3
ноябрь 1996 г.	1,3±0,2	1,5±0,2	—	1,5±0,2
декабрь 1996 г.	1,4±0,2	—	—	—
апрель 1997 г.	2,5±0,2	—	2,1±0,3	2,6±0,2
май 1997 г.	1,7±0,2	1,0±0,2	—	—
июнь 1997 г.	0,3±0,1	0,5±0,1	0,8±0,1	0,7±0,1
июль 1997 г.	—	—	0,9±0,2	—
август 1997 г.	—	1,1±0,1	—	0,6±0,4
сентябрь 1997 г.	1,9±0,2	1,2±0,1	—	—

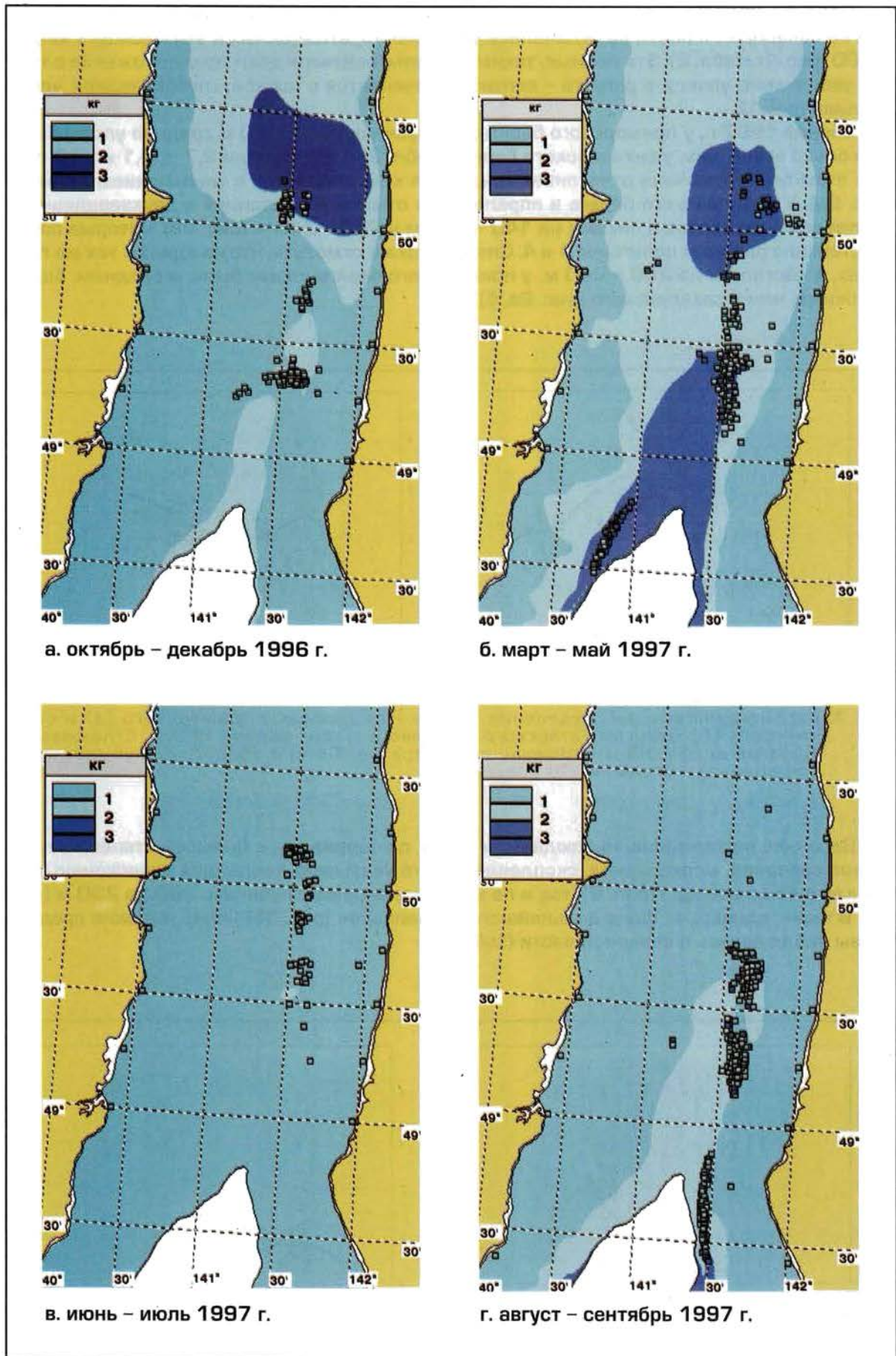
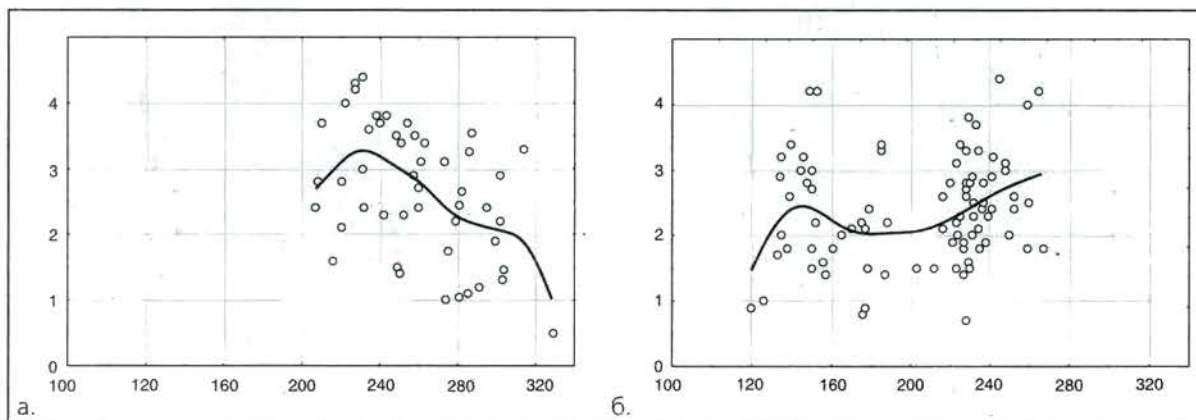


Рис. 1. Распределение уловов (кг/10 ловушек; на рисунках указаны цифрами) гребенчатого чилима в разные сроки

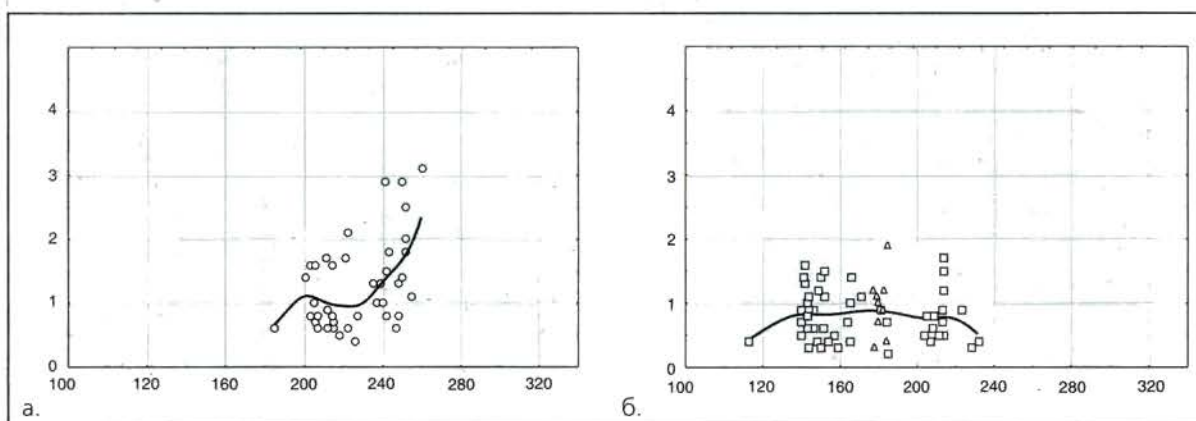
Следует отметить, что в сентябре значения уловов на южных полигонах были выше, чем на северных, и почти не отличались от значений, отмеченных в эти месяцы к югу от  $49^{\circ}00'$  (рис. 1г, табл. 2). Эти данные, таким образом, подтверждают предположение о том, что увеличение уловов в августе – сентябре начинается с южной, глубоководной части пролива (рис. 1).

Весной 1997 г., у приморского берега, на глубинах 205 – 320 м средние уловы были несколько выше, чем у сахалинского берега (табл. 2) и составляли  $2,7 \pm 0,1$  кг/10 лов. При этом была отмечена отчетливая тенденция к их снижению с увеличением глубины (рис. 2а). У сахалинского берега в апреле была отмечена тенденция к двухвершинному распределению уловов с пиками на 140 – 160 м и 220 – 240 м (рис. 2б), которое соответствовало районам полигонов 1 и 4. Следует также отметить, что на одних и тех же глубинах, в частности на 200 – 240 м, у приморского берега уловы были, в среднем, более высокими, чем у сахалинского (рис. 2а, б).



**Рис. 2.** Батиметрическое распределение уловов *P. hypsinotus* у приморского (а) и сахалинского (б) берегов Татарского пролива в марте-апреле 1997 г. Сглаживание выполнено способом наименьших квадратов. По оси абсцисс - глубина, м, по оси ординат - уловы, кг/10 ловушек

Весеннее рассеивание, наблюдаемое в мае, по-видимому, в большей степени затрагивало северное, мелководное, скопление, на что указывает тенденция к снижению уловов как с юга на север (табл. 2), так и по мере уменьшения глубины с 260 до 230 м (рис. 3а). В июне, однако, на фоне дальнейшего рассеивания (рис. 3б) более высокие средние уловы наблюдались в северной части (табл. 2).



**Рис. 3.** Батиметрическое распределение уловов *P. hypsinotus* в мае (а) и июне (б) у восточного берега Татарского пролива в 1997 г. Сглаживание выполнено способом наименьших квадратов. Обозначение осей как на рис. 2

В августе, несмотря на высокую изменчивость, наблюдалась слабая тенденция к снижению уловов по мере уменьшения глубины начиная с 240 до 190 м, в то время как глубже 240 м средние значения уловов с увеличением глубины не менялись (рис. 4а). В сентябре (рис. 4б), напротив, в диапазоне глубин до 240 м средние значения уловов почти не менялись, а глубже 240 м они уменьшались. Наиболее высокие уловы были отмечены в диапазоне глубин 220 – 240 м.

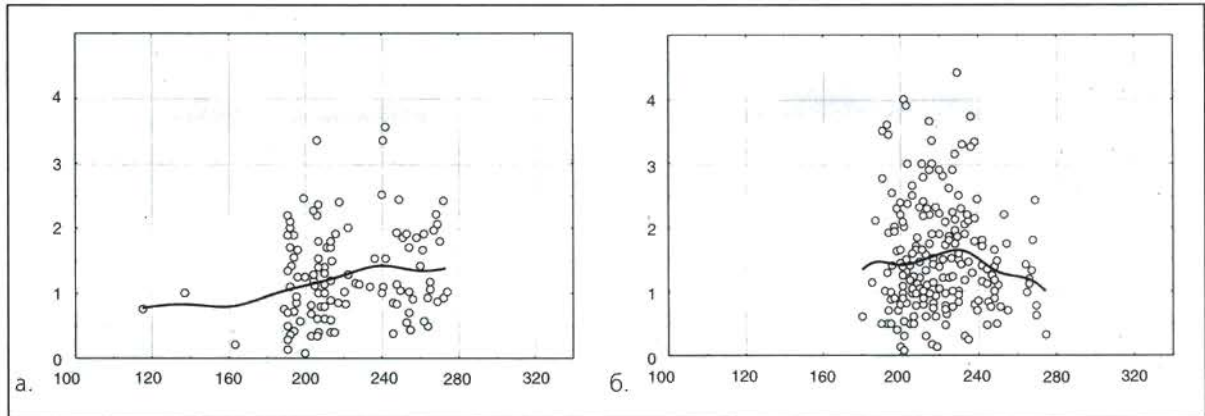


Рис. 4. Батиметрическое распределение уловов *P.hypsinotus* в августе (а) и сентябре (б) 1997 г. в восточной части Татарского пролива. Сглаживание выполнено способом наименьших квадратов. Обозначение осей как на рис. 2

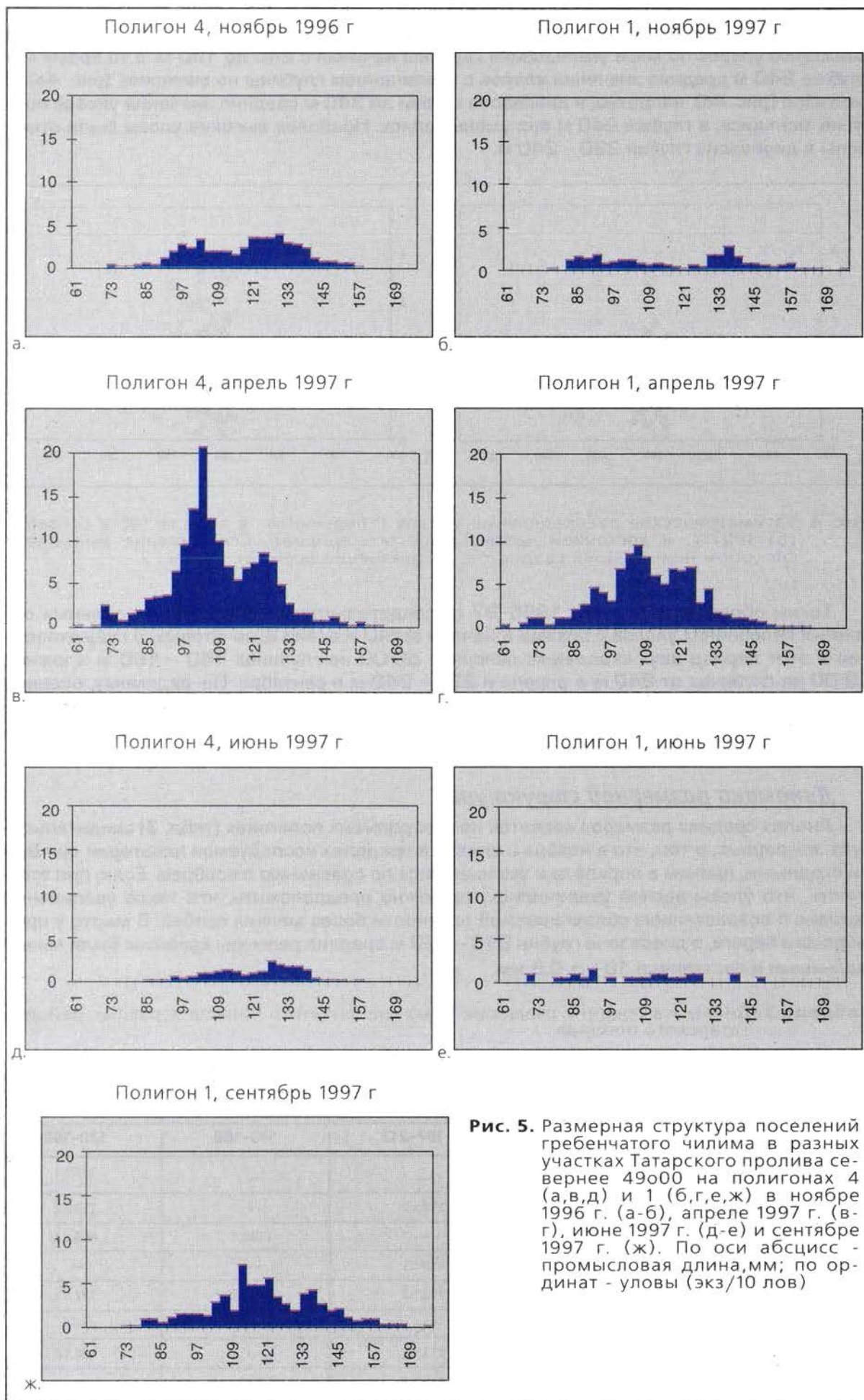
Таким образом, данные за 1996–97 гг. свидетельствуют, во-первых, о сильных сезонных колебаниях уловов с пиками в начале весны и осени и, во-вторых, о существовании в этот период двух скоплений: севернее 50°00 на глубинах 140 – 160 м и южнее 49°00 на глубинах от 240 м в апреле и 220 – 240 м в сентябре. По-видимому, осенний подъем уловов начинался с южной, более глубоководной части, а северное скопление формировалось в ноябре. Весеннее рассеивание в мае, скорее всего, наоборот начинается с северной, более мелководной, части.

### Динамика размерной структуры

Анализ средних размеров креветок на контрольных полигонах (табл. 3) свидетельствует, во-первых, о том, что в ноябре и апреле в пределах исследуемой акватории они были сходными, причем в апреле они уменьшились по сравнению с ноябрем. Если, при этом учесть, что уловы весной увеличились, то можно предположить, что такое увеличение связано с возрастанием облавливаемой плотности более мелких особей. В марте у приморского берега, в диапазоне глубин 210 – 330 м средние размеры креветок были минимальными и составляли  $101 \pm 0,5$  мм.

Таблица 3. Динамика средних размеров (мм) гребенчатого чилима в разных районах Татарского пролива

Полигон	1	2	3	4
Граница по широте	49°18–49°24	49°38–49°42	49°48–49°53	50°01–50°10
Глубины	197–260	187–212	170–188	120–169
октябрь 1996 г.	—	—	—	111±1
ноябрь 1996 г.	118±2	118±2	—	118±2
апрель 1997 г.	110±1	—	110±1	108±1
май 1997 г.	109±1	110±1	—	—
июнь 1997 г.	106±4	113±1	119±2	122±1
июль 1997 г.	—	—	120±1	—
август 1997 г.	—	111±1	—	128±2
сентябрь 1997 г.	120±1	115±1	—	—



Во-вторых, из данных таблицы 3 следует, что в июне на южных полигонах сохранялось больше мелких особей, чем на северных: о чем свидетельствует уменьшение средних размеров в направлении от полигона 4 к полигону 1. Такая же закономерность сохранялась и в августе, причем южнее полигона 1 средние размеры креветок были еще меньше и составляли  $109 \pm 1$  мм.

В сентябре южнее полигона 1 средние размеры креветок оставались такими же, как в августе ( $109 \pm 1$  мм), однако в районе самого полигона они заметно увеличились (табл. 3).

Таким образом, все эти данные свидетельствуют, во-первых, о том, что сезонные изменения уловов обусловлены, главным образом, колебанием численности более мелких особей, и, во-вторых, что основные скопления молоди расположены южнее  $49^{\circ}00$ .

Анализ динамики размерной структуры на полигонах (рис. 5) позволяет выделить размерные группы, колебания численности которых определяет общую динамику уловов. Так в северной части пролива (полигон 4) подъем численности в апреле и ее последующее снижение в июне было связано с колебаниями плотности креветок длиной менее 130 мм (рис. 5а, в, д). В южной части (полигон 1) весенний подъем также был связан с увеличением численности креветок длиной менее 130 мм (рис. 5а, г), однако июньское снижение затронуло все размерные классы (рис. 5е). В то же время как сентябрьский подъем был связан с увеличением плотности креветок длиной свыше 110 мм, а плотность более мелких особей увеличилась в меньшей степени (рис. 5г).

В то же время южнее  $49^{\circ}00$ , на восточном склоне плотность креветок этой группы была существенно выше (рис. 6б). Точно так же при сравнении размерной структуры креветок у приморского берега в марте и у сахалинского берега в апреле можно отметить, что в первом случае плотность креветок длиной менее 90 мм была более высокой, а более 130 мм, наоборот, – более низкой (рис. 5в-г, 6а).

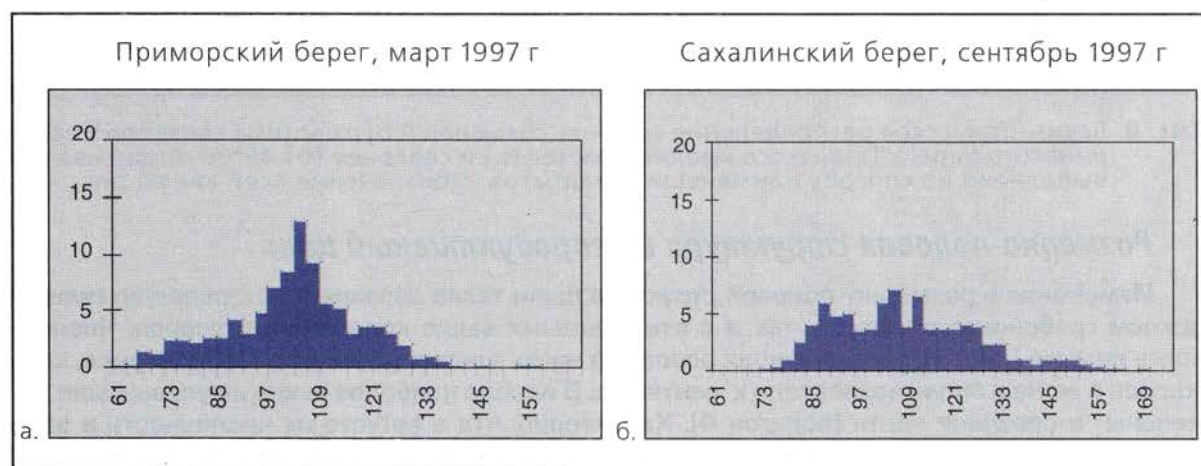


Рис. 6. Размерная структура поселений гребенчатой креветки в Татарском проливе у приморского берега в марте 1997 г. (а) и сахалинского берега в сентябре 1997 г. (б) к югу от  $49^{\circ}00$ . По оси абсцисс - промысловая длина, мм; по ординат - улов (экз/10 лов)

Средние размеры креветок у приморского берега в марте 1997 г. плавно увеличивались по мере возрастания глубины (рис. 7а). У сахалинского берега в апреле распределение больше походило на двухвершинное с пиками на 160 и 230 м (рис. 7б), причем в диапазоне сходных глубин (220 – 240 м) у сахалинского берега они были заметно больше. Только на глубинах около 300 м средние размеры креветок у приморского берега достигали значений, отмеченных у сахалинского берега.

В сентябре батиметрическое распределение средних размеров у сахалинского берега южнее (рис. 8а) и севернее (рис. 8б)  $49^{\circ}00$  было сходным: начиная с 210 – 220 м, они уменьшались по мере уменьшения глубины.

Таким образом, основное отличие распределения размеров у приморского и сахалинского берегов заключается в их изменении на глубинах свыше 240 м: у приморского берега они увеличиваются по мере возрастания глубины, а у сахалинского – практически не меняются. Остается неясным, связана ли эта закономерность с сезонным фактором или проявляется в течение всего года.

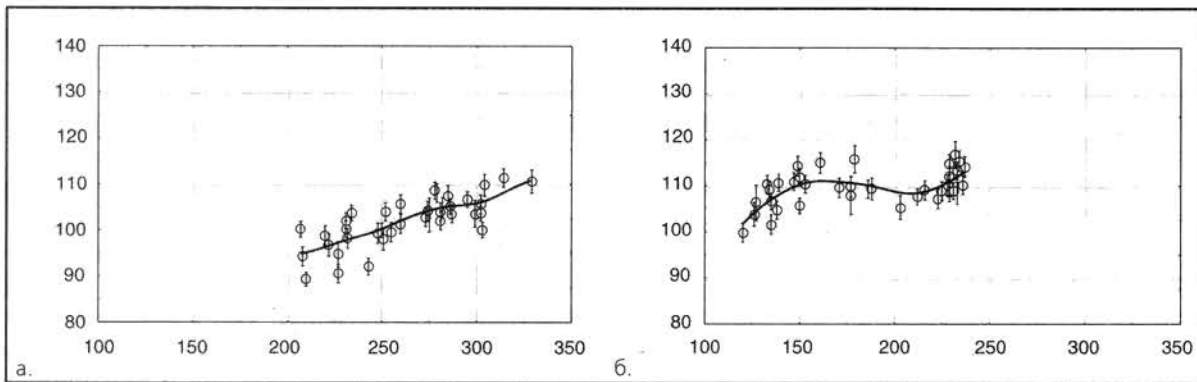


Рис. 7. Зависимость средних размеров гребенчатой креветки от глубины у приморского (а) и сахалинского (б) берегов Татарского пролива в марте-апреле 1997 г. Сглаживание выполнено по способу наименьших квадратов. По оси абсцисс - глубина, м, по оси ординат - промысловая длина тела, мм

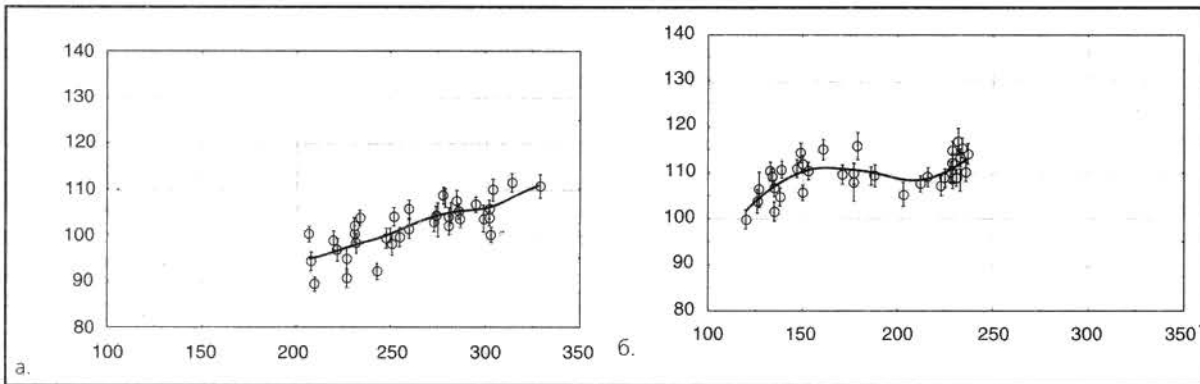


Рис. 8. Батиметрическое распределение средних размеров *P. hypsinotus* в сентябре у сахалинского берега Татарского пролива южнее (а) и севернее (б) 49°00'. Сглаживание выполнено по способу наименьших квадратов. Обозначение осей как на рис. 7

### Размерно-половая структура и репродуктивный цикл

Изменения в размерно-половой структуре были тесно связаны как с репродуктивным циклом гребенчатого чилима, так и с отмеченными выше колебаниями уловов. Численность самцов (рис. 9), составлявших основную часть уловов увеличивалась в апреле, снижалась в июне и вновь возрастала к сентябрю. В апреле наиболее высокие уловы были отмечены в северной части (полигон 4). Характерно, что в августе их численность в этом районе все еще оставалась низкой, в то время как в южной части (на рис. 9: полигоны 1, 2) она уже начала увеличиваться.

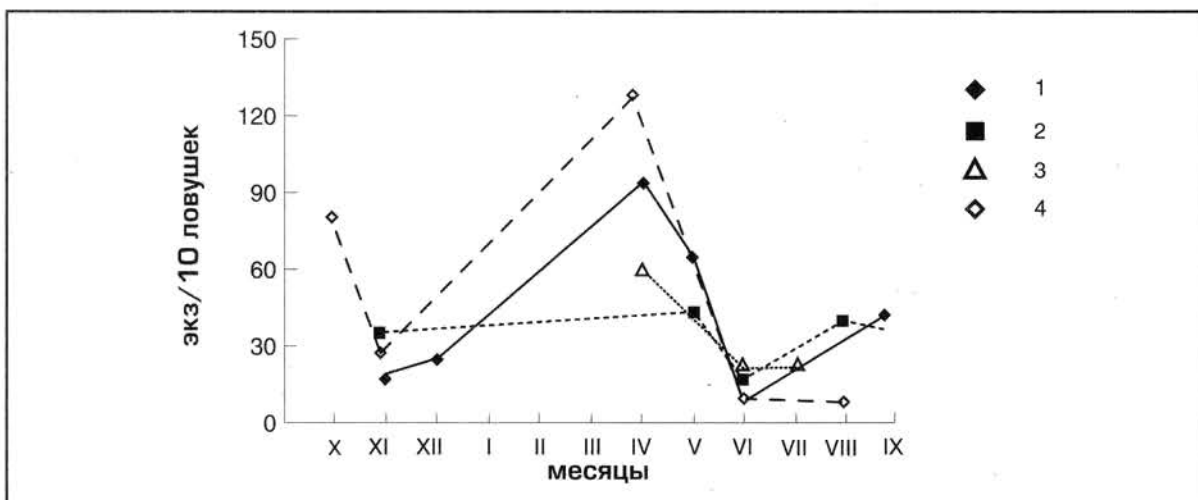


Рис. 9. Динамика уловов самцов гребенчатого чилима в 1996-97 гг. в Татарском проливе севернее 49°00'. Цифрами указаны номера полигонов

Южнее 49°00 средние уловы самцов в марте у приморского берега составляли 107 экз/10 лов., а у сахалинского берега – 45 и 64 экз/10 лов. в августе и сентябре соответственно. Эти последние данные, вместе с рис. 9, свидетельствуют о том, что в августе – сентябре, в отличие от апреля, плотность самцов на юге была выше, чем на севере.

Второй категорией, которая постоянно присутствовала в уловах, были самки с наружной икрой. В течение всего периода исследований икра была зеленого цвета с плохо различимыми глазками. Самки с серой икрой и крупными глазками встречались единично в апреле – июне. Начиная с августа, в уловах постоянно присутствовали самки с внутренней икрой и переходные особи. Поскольку весьма вероятно, что апрельские самки с наружной икрой частично происходят от этих последних, то для анализа сезонных изменений целесообразно объединить все эти три категории (рис. 10а).

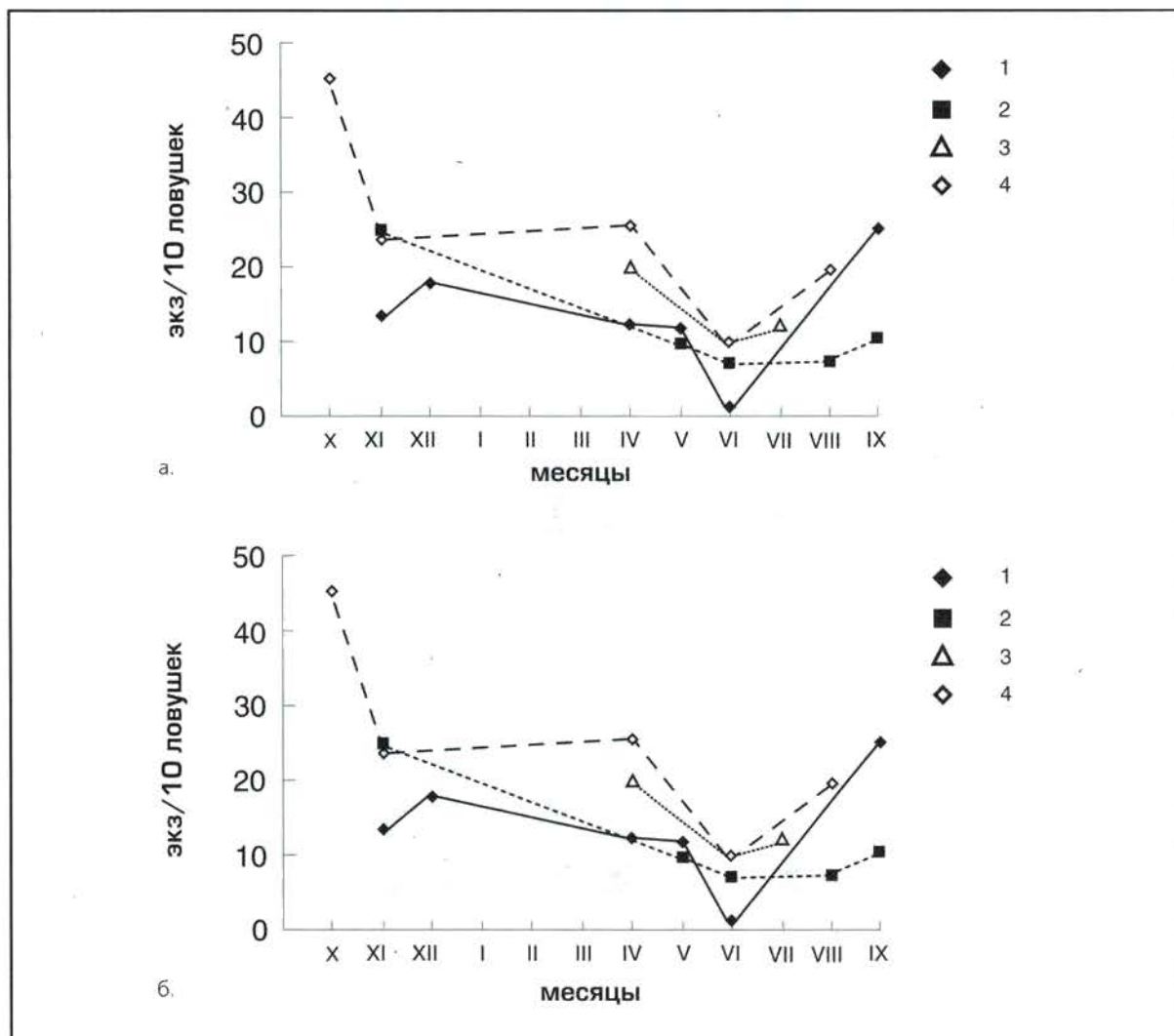


Рис. 10. Динамика уловов самок гребенчатого чилима в 1996-97 гг. в Татарском проливе севернее 49°00: а - все самки и переходные особи; б - только самки с наружной икрой. Цифрами указаны номера полигонов

Таблица 4. Уловы (экз/10 лов) различных категорий самок гребенчатого чилима южнее 49°00

Категория	Приморский берег	Сахалинский берег	
	март 1997 г	август 1997 г	сентябрь 1997 г
П	0	1,8	14,0
ВИ	0	3,8	3,9
НИ	5,4	6,5	3,5
Всего	5,4	11,1	21,4

П – переходные особи, ВИ – самки с внутренней икрой, НИ – самки с наружной икрой

В соответствии с описанными изменениями происходило изменение соотношений между полами (рис. 11). Весной и летом абсолютное большинство популяции составляли самцы и самки с наружной икрой зеленого цвета. Штучно встречались самки с серой икрой и отметавшие. Начиная с третьей декады августа, в уловах устойчиво встречались самки с внутренней икрой (развита умеренно или сильно), а с сентября заметную роль стали играть переходные особи, которые присутствовали по декабрь, когда исследования были прерваны из-за ледовой обстановки. Южнее 49°00' переходные особи встречались в уловах, начиная с августа (табл. 4).

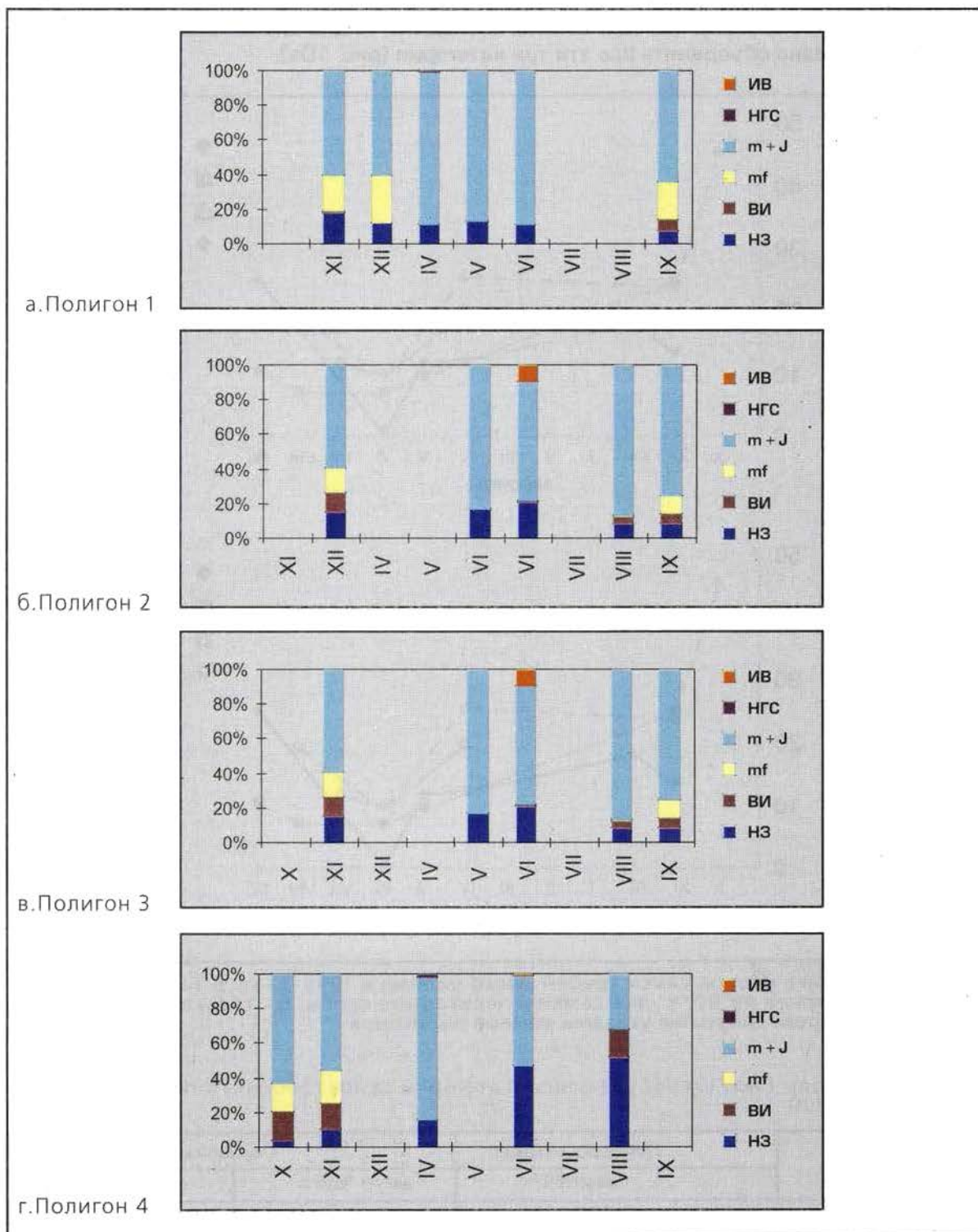


Рис. 11. Изменение соотношений между функционально-половыми группами гребенчатой креветки в 1996-97 гг: ИВ-икра выпущена, НГС-икра наружная серая, m+j - самцы и молодь, mf - переходные особи, ВИ - самки с внутренней икрой, НЗ- икра наружная зеленая. а-г: полигоны 1-4 соответственно. По оси абсцисс - месяцы

В пространственном распределении следует отметить более высокую долю самок на северных полигонах в летний период, которая обусловлена более сильным снижением численности самцов (рис. 9, 10).

Таким образом, на основании имеющихся данных можно представить структуру репродуктивного цикла гребенчатого чилима. Откладывание самками икры на плеоподы происходит в зимний период. Вынашивание эмбрионов длится всю весну и дальнейшее созревание икры, по-видимому, происходит в мае – июне. В июне же, вероятно происходит выклев личинок и тогда же креветки приступают к линьке. В августе начинается созревание новой икры у отметавших самок, а в сентябре – у самцов, которые меняют пол и на это время превращаются в переходных особей. Эти креветки присутствуют в уловах по декабрь включительно, после чего вновь откладывают икру на плеоподы.

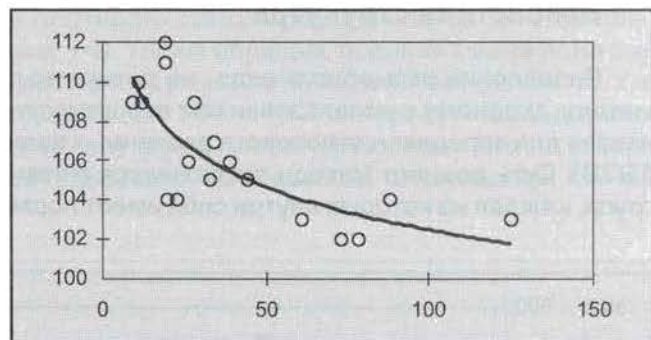
Вместе с тем, постоянное присутствие в уловах самок с наружной икрой свидетельствует о значительной растянутости процессов репродуктивного цикла за счет смещения сроков откладывания икры у отдельных особей (Табунков, 1982).

Средние размеры самцов в уловах варьировали от 102 до 112 мм (табл. 5) и достаточно хорошо отрицательно коррелировали с облавливаемой плотностью (рис. 12).

Таблица 5. Динамика средних размеров самцов (мм) гребенчатого чилима в разных районах Татарского пролива

Полигон	1	2	3	4
Граница по широте	49°18–49°24	49°38–49°42	49°48–49°53	50°01–50°10
Глубины	197–260	187–212	170–188	120–169
октябрь 1996 г.	—	—	—	102±1
ноябрь 1996 г.	104±3	108±1	—	109±1
апрель 1997 г.	106±1	—	103±1	103±1
май 1997 г.	104±1	105±1	—	—
июнь 1997 г.	102±4	104±1	112±2	110±1
июль 1997 г.	—	—	111±1	—
август 1997 г.	—	106±1	—	109±3
сентябрь 1997 г.	110±1	107±1	—	—

Рис. 12. Зависимость средних размеров (ось абсцисс, мм) самцов гребенчатой креветки от уловов (ось Y, экз/10 лов.)



Наиболее высокая плотность самок и переходных особей была отмечена в октябре на севере (полигон 4, рис. 10а), причем большинство было представлено переходными особями и самками с внутренней икрой (рис. 10а, б). В ноябре, однако, плотность снизилась и оставалась на том же уровне в апреле, но, в отличие от осени, весной все самки имели наружную икру. С апреля по июнь плотность самок понизилась, но не так сильно как плотность самцов (рис. 9, 10), а к августу вновь увеличилась, причем увеличение шло за счет самок с наружной икрой.

На южных полигонах (№1–2, рис. 10а) весеннего увеличения общей плотности самок отмечено не было, хотя уловы особей с наружной икрой (рис. 10б) возросли. В июне плотность уменьшилась, а в сентябре резко возросла, причем возрастание происходило за счет появления переходных особей и самок с внутренней икрой, отсутствующих в апреле – июле.

**Таблица 6.** Динамика средних размеров самок (мм) гребенчатого чилима с наружной икрой в разных районах Татарского пролива

Полигон	1	2	3	4
Граница по широте	49°18–49°24	49°38–49°42	49°48–49°53	50°01–50°10
Глубины	197–260	187–212	170–188	120–169
октябрь 1996 г.	—	—	—	130±2
ноябрь 1996 г.	141±3	139±2	—	138±1
апрель 1997 г.	134±1	—	131±1	130±1
май 1997 г.	135±1	137±1	—	—
июнь 1997 г.	142±3	134±1	132±2	134±1
июль 1997 г.	—	—	133±1	—
август 1997 г.	—	137±1	—	136±2
сентябрь 1997 г.	143±1	140±1	—	—

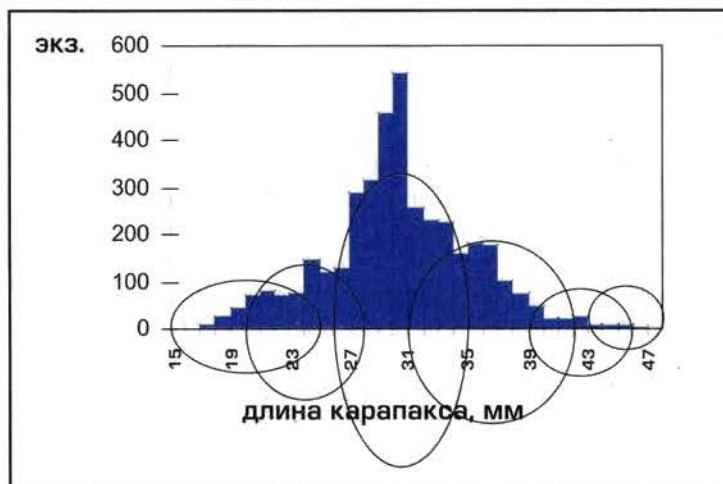
Южнее 49°00 плотность самок у приморского берега в марте была ниже соответствующих значений на полигонах у сахалинского берега (рис. 10а, табл. 4). В августе у сахалинского берега плотность самок южнее 49°00 была несколько выше, чем на южных полигонах, но ниже, чем на северных, а в сентябре она стала такой же, как на южном полигоне (рис. 10а, табл. 4) и по сравнению с августом заметно возросла.

Для средних размеров самок с наружной икрой такой закономерности отмечено не было. Но, вместе с тем, более крупные размеры в пробах с южных полигонов, по сравнению с северными (табл. 6), в какой-то степени соответствуют различиям в средней плотности (рис. 10б). Достаточно отчетливо выраженное снижение средних размеров в весенний период отражает зимнее откладывание икры генерацией, которая в предыдущую осень была представлена переходными особями (рис. 11).

В августе – сентябре среди переходных особей 73,5% имело слабо развитую, 26,5% – умеренно развитую и 0,1% хорошо развитую икру. Среди самок с внутренней икрой эти показатели соответственно составляли 2,8, 39 и 58,2%. Среди всех самок с внутренней икрой только один экземпляр имел стернальные шипы. Не было обнаружено ни одной особи, лишенной внутренней или наружной икры.

### Возрастная структура

Разделение размерного ряда на дискретные группы осуществляли на компьютере по методу, сходному с использованием вероятностной бумаги (Cassie, 1954), который применяется для определения возраста различных животных и, в том числе, креветок (см. Иванов, 1978). Суть данного метода заключается в том, что в зонах перекрытия двух размерных групп, каждая из которых внутри себя имеет нормальное распределение (например, возраст-



**Рис. 13.** Границы размерно-возрастных групп в поселениях гребенчатой креветки весной 1997 г.

тных классов), серия последовательных значений кумулятивных частот встречаемости размерных классов формирует более пологую линию, а в соседней зоне, где остается только одна размерная группа, кумулятивные частоты выстраиваются в более крутую линию и таким образом размерная структура выглядит как последовательная смена «подъемов» и «сломов» (рис. 13а). В отличие от классического метода вероятностной бумаги в настоящей работе была использована шкала стандартизированных значений нормального распределения (программа «STATISTICA» модуль «Basic Statistics – Frequency Tables», опция «Normal Probability Plot»). Предварительно адекватность метода была проверена моделированием искусственных частот, соответствующих нескольким размерным группам.

На основании этого метода для объединенной выборки, взятой в апреле 1997 г., было выделено 6 размерных групп (рис. 13, табл. 7), причем минимальные размеры самок с наружной икрой совпадали с нижней границей 3-ей группы, составляя 112 мм. При сопоставлении размерных границ переходных особей и самок с внутренней икрой, обнаруженных в сентябре южнее 49°00', с границами размерных групп, выделенных в апреле, можно также отметить хорошее совпадение (табл. 7). Более крупные максимальные размеры для сентябрьской выборки, в определенной степени подтверждают существование последней, шестой, размерно-возрастной групп, границы которой весной были выражены неотчетливо: максимальная длина тогда составляла 163 мм.

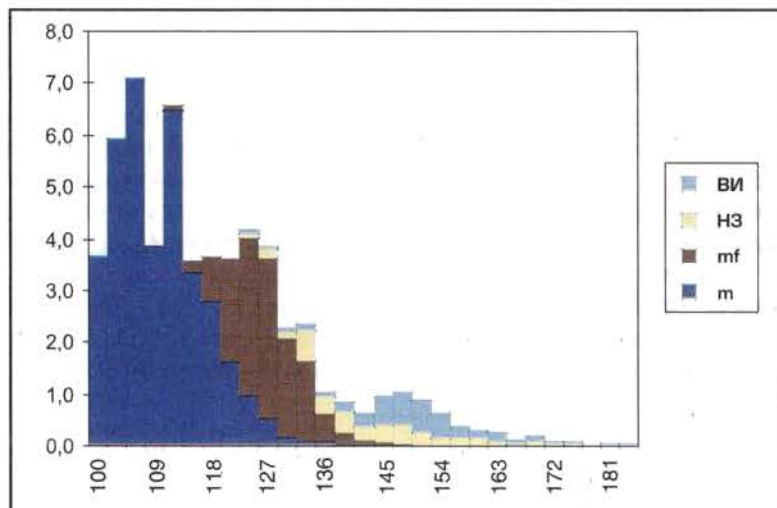
**Таблица 7.** Границы размерных групп (мм), выделенных для длины тела у гребенчатой креветки весной 1997 г. и размах варьирования длины тела у особей с внутренней икрой в сентябре 1997 г

№ группы	март-апрель 1997 г.*	сентябрь 1997 г.
1	до 84	
2	74-98	
3	91-117	
4	111-144	112-145 (mf)
5	130-158	127-184 (ви)
6	свыше 150	

\* Пересчитано от длины карапакса по формуле:  $ДТ = 7,4 + 3,34 \times ДК$ ; mf – переходные особи, ви – самки с внутренней икрой

Среди креветок длиной 111 – 144 мм плотность самцов составляла 16 экз/10 лов., а переходных особей – 13,9 экз/10 лов (рис. 14). Таким образом, осенняя смена пола затронула не менее 46% самцов 3-ей возрастной группы, хотя, в действительности, эта цифра несколько выше, так в размерном диапазоне 111 – 117 мм присутствовали наиболее крупные представители предыдущей (2-ой) группы (табл. 3). Поэтому можно утверждать, что осенняя смена пола затрагивает примерно 50% самцов, относящихся к 3-ей размерно-возрастной группе.

**Рис. 14.** Размерная структура функциональных группировок гребенчатого чилима в сентябре 1997 г.: **ВИ** - самки с внутренней икрой, **НЗ** - самки с наружной зеленой икрой, **mf** - переходные особи, **m** - самцы. По оси X - промысловая длина, мм; по Y - уловы, экз/10 ловушек



### **Межлиночные категории**

В марте – апреле 99% особей имело твердый панцирь, причем среди самцов доля таких креветок была еще выше и составляла 99,7%, в то время как среди самок доля особей с неокрепшим панцирем составляла 9%. В июне доля особей с неокрепшим панцирем, которые были представлены исключительно самцами, составляла 1,4%. В июле – сентябре все особи, обнаруженные в уловах, имели твердый панцирь.

### **Обсуждение**

#### **Репродуктивный цикл**

Репродуктивный цикл самки креветки включает несколько основных этапов: созревание гонад, оплодотворение, нерест и вынашивание эмбрионов, выклев личинок. Во время полевых исследований были обнаружены самки или переходные особи с внутренней икрой, самки с наружной икрой, самки, которые недавно отметали икру. Эти стадии, в целом, соответствуют основным этапам репродуктивного цикла за исключением оплодотворения. В соответствии с рис. 10, 11 этап созревания гонад длится с сентября по декабрь, а вынашивание икры в с марта по май<sup>1</sup>. В конце весны – начале лета происходит дозревание эмбрионов, завершающееся их выклевом. Созревание новой икры начинается в августе – сентябре, причем, судя по соотношению стадий развития внутренней икры, у самок второго года этот процесс начинается раньше, чем у переходных особей. Особи с внутренней икрой присутствуют в уловах в заметном количестве по декабрь и исчезают в марте (рис. 10, 11). Таким образом, у гребенчатой креветки в Татарском проливе нерест, понимаемый как вымет оплодотворенной икры наружу, происходит в зимний период, что существенно отличает ее от поселений в заливе Петра Великого, где этот процесс осуществляется в августе – сентябре (Букин, Згуровский, 1988).

Полученные данные не дают однозначного ответа на вопрос о сроках линьки и оплодотворения. Наиболее вероятно, что, как и у северной креветки, линька гребенчатого чилима происходит в конце весны – начале лета (С.Д. Букин, СахНИРО – устное сообщение), что в конечном итоге и приводит к снижению ловушечных уловов. Оплодотворение, по видимому, имеет место в зимний период, накануне нереста.

#### **Динамика уловов**

Годовая динамика численности гребенчатого чилима характеризуется сильными колебаниями, которые проявляются в летнем снижении уловов и их осеннем подъеме. В основе летнего снижения могут лежать три причины:

- уменьшение двигательной активности в связи с выклевом личинок и последующими линькой, реверсией пола и созреванием икры у самок;
- существенное улучшение кормовых условий, при котором креветка в меньшей степени реагирует на приманку;
- миграции, связанные или с рассеиванием креветки на мелководье, или с ее уходом в глубинные слои.

В пользу первого предположения как будто свидетельствует практически полное отсутствие в уловах креветок с развитыми эмбрионами и/или с выпущенными личинками, а также – отсутствие особей с мягким или неокрепшим панцирем. Однако, во-первых, среди особей близкого вида, северной креветки, присутствующих в весенних уловах встречались и самки с развитой икрой, и самки, которые ее недавно выпустили. Во-вторых, если брать за основу только эту причину, то остается неясным, почему возрастание уловов в августе и сентябре происходило примерно одинаково во всех группах (рис. 9, 10), хотя для самцов (которые не меняют пол) с их более низкими энергетическими затратами на размножение такое увеличение должно было бы начаться раньше.

В пользу предположения об изменении кормовых условий говорит совпадение снижения уловов с началом гидрологического лета. Весеннее цветение фитопланктона, сопровождающееся последующим развитием зоопланктона и поступлением ко дну дополнительной органики. В этом случае можно предположить, что в районе мелководных се-

<sup>1</sup> Вместе с тем постоянное присутствие в уловах некоторого количества самок с наружной икрой, отмечаемое разными авторами (Табунков, 1982; Букин, Згуровский, 1988) свидетельствует о достаточно сильной растянутости сроков вынашивания икры отдельными особями.

верных полигонов летнее рассеивание будет начинаться раньше, чем на более глубоководных южных участках, что и имело место (табл. 2, рис. 1, 3).

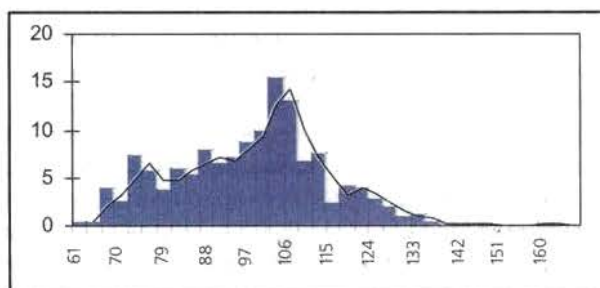
Наконец, в пользу третьего предположения свидетельствует ярко выраженная пространственная неоднородность в распределении уловов августа и сентября, когда достаточно отчетливо выражен подъем на юге (табл. 2; рис. 1, 9, 10). В данном контексте отсутствие станций на севере в этот период свидетельствовало о нежелании капитанов, имеющих многолетний промысловый опыт, ставить порядки в районах, где отсутствовали промысловые скопления. Аналогичным образом можно интерпретировать прекращение работ на севере в мае (табл. 2). Анализ карт распределения уловов, построенных по данным различных сезонов (рис. 1) также свидетельствует о миграции в северном направлении осенью и постепенном отходе на юг в конце весны. Если учесть, что другие креветки совершают достаточно протяженные миграции (см., например, Иванов, Столяренко, 1992), то такое объяснение может быть вполне правомочным. Вместе с тем отсутствие данных о летних скоплениях пока не позволяет однозначно принять эту гипотезу и для ее подтверждения необходима дополнительная информация.

Таким образом, при современном уровне данных ни одно из предположений не может быть принято окончательно, и поэтому организация в дальнейшем, наряду с биологическими исследованиями, фоновых наблюдений представляется весьма актуальной.

### Размерно-функциональная структура популяции

Полученные данные, несмотря на большое количество станций по-прежнему являются неполными, так как обследована не вся акватория пролива, но тем не менее, они позволяют сделать некоторые предварительные выводы.

**Рис. 15.** Размерная структура поселений гребенчатого чилима на глубинах 210-240 м в марте 1997 г. у приморского берега. По оси X - промысловая длина, по Y - уловы (экз/10 лов.). Сглаживание выполнено методом скользящей средней



На основании имеющихся данных можно выделить 3 скопления, два из которых расположены южнее  $49^{\circ}30'$  у приморского и сахалинского берегов и еще одно - севернее  $49^{\circ}30'$  у сахалинского берега (рис. 1). В южном скоплении у приморского берега наиболее плотные поселения располагаются на глубинах 220 - 240 м, и плотность снижается как по мере увеличения, так и по мере уменьшения глубины (рис. 2а). Распределение средних размеров отчетливо уменьшается по мере увеличения глубины (рис. 8а). В размерной структуре доминирует 3-я возрастная группа (91 - 117 мм, табл. 7), однако, в отличие от других районов значительную часть составляют представители двух первых групп (<84 мм и 78 - 91 мм, табл. 7, рис. 6), причем в диапазоне наибольших уловов их присутствие особенно заметно (рис. 15). Это скопление отслеживали только в марте, и дальнейшая его судьба пока неизвестна (возможно, какая-то информация имеется в Хф ТИНРО). Тем не менее, очевидно, что оно является существенным резервуаром для пополнения всей популяции Татарского пролива.

Второе скопление, расположенное у сахалинского берега южнее  $49^{\circ}30'$  обнаруживается в апреле (полигон 1, табл. 2). Наиболее плотные поселения расположены на глубинах 220 - 240 м, но, поскольку южнее исследования не проводили, то вполне возможно, что глубже плотность может быть выше, хотя, нежелание капитанов ставить порядки южнее, в какой-то степени свидетельствует о том, что именно в данном диапазоне глубин уловы являются наиболее высокими. В отличие от приморского берега, средние размеры в зоне наибольших уловов возрастали. В размерной структуре, хотя и преобладали представители 3-ей возрастной группы (91 - 117 мм, табл. 7), состоящей из самцов, но и плотность 4-ой группы (111 - 144 мм, табл. 7), представленной, в основном, самками, была также достаточно высокой (рис. 5г). Летом это скопление рассеивается и вновь формируется в сентябре (табл. 2), захватывая район как к северу от  $49^{\circ}00'$ , так и к югу от него с максимальными уловами на глубинах 220 - 240 м (рис. 1г, 4б), где, как и весной,

отмечаются и наибольшие средние размеры (рис. 8а, б). В размерной структуре северной части основную роль играет 4-я возрастная группа, представленная, в основном, переходными особями (рис. 5ж, 14), в то время как южнее в значительном количестве присутствуют самцы, входящие во 2-ю и 3-ю группы. Данное скопление, по-видимому, является основным источником переходных особей, которые к весне превращаются в самок с наружной икрой. Если предположить, что в популяции гребенчатого чилима имеют место сезонные миграции, то, вероятно, отсюда происходит осеннее перемещение взрослых креветок на север.

Третье скопление, расположенное в районе 50°00, имеет сезонный характер и существует с конца осени до конца весны (рис. 1). Наиболее плотные поселения сосредоточены на глубинах 140 – 160 м (рис. 2б) и для этих же глубин отмечены наибольшие средние размеры (рис. 7б). В размерной структуре доминирует 3-я возрастная группа, представленная самцами (91 – 117 мм, табл. 7), но вместе с тем существенную роль играет 4-я возрастная группа (111 – 144 мм, табл. 7), представленная самками (рис. 5в). Весной скопление рассеивается, причем происходит это, вероятно раньше, чем на юге (рис. 3а) и вновь формируется только к концу осени (рис. 1а). По-видимому, в этой части ареала происходят зимовка и нерест и, вероятно, спаривание основной части популяции.

Итак, базируясь на допущениях, что (1) у гребенчатого чилима имеют место протяженные сезонные миграции, как у других креветок-пандалид (Иванов, Столяренко, 1992), что средняя продолжительность жизни составляет 7 – 8 лет модальная длина 11 – 12 см (в табл. 7 – 3-я группа) соответствует возрасту 4 года (Табунков, 1982), можно предложить следующую схему пространственно-функциональной структуры популяции.

После нереста, который происходит севернее 49°00, креветки вынашивают икру в том же районе. С конца весны они, в первую очередь, самцы четырех- и пятилетки (последние представлены самками), начинают смещаться на юг, где и происходит выклев личинок. Оседание, по-видимому, происходит на мелководье, о чем свидетельствует уменьшение с глубиной средних размеров. Ко 2-му году осевшая молодежь концентрируется у западного (приморского) берега на глубинах 200 – 240 м, где проводит примерно год и превращается в самцов. К четвертому году жизни эти самцы перемещаются к противоположному берегу, откуда осенью мигрируют на север. Дальнейшие процессы, связанные с реверсией пола и повторным созреванием самок уже происходят у восточного (сахалинского) берега: в конце лета следующего года самцы на юге претерпевают реверсию пола, а осенью вновь поднимаются на север, но уже в качестве самок. На следующий год этот цикл повторяется, а самки, которые доживают до 7 лет уже, по-видимому, не поднимаются на север, о чем свидетельствуют меньшие максимальные размеры (рис. 5; 14) и трудности с выделением весной последней группы (рис. 14).

## Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что гребенчатый чилим по-прежнему остается малоизученным объектом. Остаются неясными сроки его линьки, районы выклева личинок и оседания молодежи, причины, обуславливающие сезонные колебания уловов. Для решения этих вопросов дальнейшие исследования, должны, во-первых, охватить более обширный район, включая глубины свыше 300 м, и, во-вторых, биологические исследования должны сопровождаться фоновой съемкой: на первых порах, по-видимому, можно ограничиться измерением придонной температуры воды, а в дальнейшем – организовать комплексные исследования.

Выделение нескольких контрольных участков (полигонов, табл. 2) создает основу для организации наблюдений за сезонными и многолетними изменениями. Поскольку для гребенчатого чилима пока не разработана методика оценки ресурсов по данным ловушечного лова, то предлагаемый способ наблюдения позволит сопоставлять данные по разным годам и, в зависимости от результата, проводить корректировку прогноза, получаемого по траловым съемкам. Основными преимуществами такого способа перед траловой учетной съемкой являются, во-первых, большая повторяемость станций, которая позволяет получать более достоверную статистическую информацию и, во-вторых, возможность работы в течение всего года, позволяющая регистрировать сроки подъема и снижения численности.

Полученные результаты показывают, что использование для научных наблюдений даже двух судов в течение года оказывается недостаточным, поэтому предлагаемое некото-

рыми организациями сосредоточение всех научных лимитов на одном судне представляется нецелесообразным, так как район исследования будет ограничен значительно меньшей площадью, и это приведет к существенным потерям необходимой информации.

Особенностью регулирования промысла в Татарском проливе является существование нескольких зон ответственности разных организаций. Это приводит к тому, что одну популяцию в разных районах исследуют разные институты. Результатом является получение различных данных, которые, как правило, экстраполируются на весь район и приводит к различным оценкам. В связи с этим представляется целесообразным координация усилий всех заинтересованных организаций с обязательной обработкой полученных результатов в едином центре. Особенно актуальной является проблема исследований у приморского и сахалинского берегов, где размерно-возрастная и функциональная структура поселений заметно различается.

### Основные выводы

1. В период с апреля по сентябрь 1997 г. наиболее высокие уловы гребенчатого чилима были отмечены в апреле и составляли 2,1 – 2,6 кг/10 ловушек, в июне они снизились до 0,3 – 0,7 кг/10 лов., а в сентябре повысились до 1,2 – 1,9 кг/10 лов. Средние размеры менялись от 108 – 110 мм в апреле до 111 – 120 мм в августе – сентябре.

2. В Татарском проливе нерест у гребенчатого чилима происходит зимой, выклев личинок летом, реверсия пола и созревание новой икры начинаются с конца августа.

3. У сахалинского берега весной наибольшие уловы и средние размеры отмечены на глубинах 140 – 160 и 220 – 240 м, а в сентябре – на 220 – 240 м.

4. Размерно-возрастная и функциональная структура популяции в разных частях отличаются: у приморского берега заметную роль играют молодые самцы, у сахалинского берега на севере – взрослые самцы и самки, а на юге – самки.

5. Выбор контрольных полигонов, где исследования проводились в течение всего года, закладывает основу для дальнейшего мониторинга и корректировки прогнозов.

### Литература

1. Букин С.Д., Згуровский К.А. Особенности распределения, биологии и поведения гребенчатой креветки *Pandalus hypsinotus* в северо-восточной части Японского моря // Морские промысл. беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.108–119.
2. Галимзянов К.Г. Сезонное распределение креветок в Татарском проливе по результатам промысла 1979–1993 гг. // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. – Ю.-Сахалинск: Сахалинское обл. книжн. изд. – 1994. – С.104–106.
3. Иванов Б.Г. 1978. О возможности разделения одного возрастного класса у ракообразных на две размерные группы на примере *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda) // Зоол. ж. – Т. 57 (2), С.673–681.
4. Иванов Б.Г., Столяренко Д.А. 1990. Унификация и компьютеризация полевых промысловых биологических анализов (на примере креветки *Pandalus borealis*) // Рыбное хозяйство, 2, С.37–42.
5. Иванов Б.Г., Столяренко Д.А. 1992. Углохвостая креветка (*Pandalus goniurus*) западной части Берингова моря: изучение миграций на основе оценки пространственного распределения скоплений // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. – М: ВНИРО. – С.38–55.
6. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. – М.: Высшая школа. – С. 1–352.
7. Табунков В.Д. 1982. Экология, репродуктивный цикл и условия воспроизводства трех видов креветок рода *Pandalus* в Татарском проливе // Известия ТИНРО. – Т.106, С.42–53.
8. Cassie R.M. 1954. Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions // Australian J. of Marine and Freshwater Res., V.5, P.513–522.

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭКОЛОГИИ КАМЧАТСКОГО И СИНЕГО КРАБОВ В РАЙОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Буяновский А.И., Вагин А.В.,  
Полонский В.Е., Сидоров Л.К.

### Материал и методика

Одна из особенностей камчатского региона заключается в том, что в настоящее время крабы являются единственной промысловой группой среди донных беспозвоночных. В связи с этим основная часть всех биологических исследований, а на западном побережье – практически все, оказывается связанной с работой на разных видах краба. Однако большинство исследований выполняется на крупнотоннажных судах, которым запрещается работать в территориальных водах и, таким образом, целый ряд особенностей, связанных с периодом пребывания краба в прибрежной зоне, оказывается неизученным. Этот пробел не восполняется и ежегодными учетными траловыми съемками, которые являются лишь моментальной «фотографией» обстановки и позволяют сделать только самые общие выводы. Поэтому целью настоящей работы было выявление тех особенностей биологии промысловых крабов, которые могут быть обнаружены или только в результате длительных прибрежных наблюдений, или – при их сочетании с работой на шельфе.

Материалом послужили результаты работ, выполненных в рамках научной программы «Комплексные изучения биоресурсов подзон Западной Камчатки, Карагинской и Западноберингоморской зоны в прибрежной ее части», утвержденной Комитетом по рыболовству РФ, и согласованной с Минприроды РФ и Росрыбводом. Исследования включали: одну траловую, три снюрреводных и две ловушечных съемки, выполненных в режиме контрольных ловов промысловых донных рыб и беспозвоночных (табл. 1, рис. 1).

Поскольку научная программа ограничивала район исследований побережьем Корьякского округа, то объектами исследования послужили камчатский и синий крабы: *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) и *P. platypus* (Brandt) соответственно – единственные промысловые виды, которые проводят часть цикла в прибрежной зоне.

Для снюрреводных съемок использовали снюрревод (камбальник) с длиной крыла 42 м, сквера – 26 м, кутца – 10 м; ячея крыла – 100 мм, сквера – 80 мм, кутца – 60 мм; длина вытравливаемых ваеров – по 1000 м каждый летом 1995 г. и – по 1500 – осенью 1995 г. и летом 1996 г.

Траловую съемку выполняли 45-метровым донным тралом с мелкочаеистой вставкой (20 мм). Средняя скорость траления составляла 2.5 узла, средняя продолжительность – 30 минут.

**Таблица 1.** Краткая характеристика съемок в районе северо-западного побережья Камчатки

Вид съемки	Сроки	Число станций	Глубины, м	Количество обработанных особей		Орудие лова	Судно
				Камчатский	Синий		
Снюрреводная, лето 1995г	05.07-28.07	107	11-80	550	0	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Траловая, 1995г	02.08-28.08	61	25-115	1010	160	Донный трал промысловый	РК МРТ «Капитан Селюк»
Снюрреводная, осень 1995г	15.09-29.09	23	62-94	410	0	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Ловушечная, лето 1996г	22.06-02.08	239	25-140	1592	1850	Ловушки крабовые	СРТМ«Раздан»
Снюрреводная, 1996г	22.07-25.09	127	33-100	1470	206	Снюрревод промысловый	МРС-150-123
Ловушечная, осень 1996г	23.08-11.11	70	75-160	3395	2683	Ловушки крабовые	СТР «Андрей Смирнов»

Ловушечная съемка была выполнена стандартными коническими ловушками японского производства, собранными в порядки, в среднем по 120 ловушек.

Количественный учет и биологический анализ проводили по стандартной методике (Руководство..., 1979). Границы называемых районов соответствовали общепринятой классификации (Виноградов, 1969).

Математическая обработка данных включала: создание базы данных (программа MS-EXCEL-5.0), построение карт распределения с использованием сплайн-аппроксимации (Столяренко, Иванов, 1988; программа MAPDESIGNER), статистическую обработку массивов (программа STATISTICA for Windows 4.0).

Для определения границ возрастных классов использовали компьютерный аналог вероятностной бумаги, используемой для определения возраста у рыб (Cassie, 1954) и ракообразных (см. Иванов, 1978): программа STATISTICA for Windows, опция "Normal probability plot". Поскольку количество выделяемых классов зависит от размерного шага, то для объективности его определения последнего была использована формула Стерджеса для больших выборок (Лакин, 1990):

$$PШ = PB (1+5lgN) \quad (1)$$

где  $PB$  – размах варьирования ширины карапаса, мм;  $PШ$  – размерный шаг, мм;  $N$  – объем выборки.

## Результаты

### Камчатский краб

**Самцы.** Снюрреводная съемка июля 1995 г. показала, что в первой декаде наибольшие уловы промысловых самцов были отмечены в диапазоне 11 – 20 м. Во второй декаде июля они исчезли с этих глубин и переместились на 51 – 80 м. Такой же характер распределения сохранялся и в третьей декаде июля (рис. 2а).

Траловая съемка, выполненная в августе 1995 г. показала, во-первых, практически полное отсутствие промысловых самцов в прибрежной зоне к северу от Хайрюзовского района (выше  $57^{\circ}40'$ ), во-вторых, сохранение большей плотности в диапазоне 76 – 85 м по сравнению с 86 – 105 м (рис. 3), и, в-третьих, сравнительно низкие абсолютные значения плотности.

Осенью 1995 г. плотность самцов существенно уменьшилась, а область наибольших уловов переместилась на глубины 81 – 85 м (рис. 2б).

Ловушечная съемка 1996 г., выполненная в июне – июле, показала, что, в районе  $56^{\circ}15' - 57^{\circ}05'$  на глубинах более 100 м уловы промысловых самцов были крайне низкими и не превышали 2 экз./ловушку. Обработка нескольких порядков, выставленных на глубинах 29–50 м в середине июля, также показала полное отсутствие промысловых самцов.

Снюрреводную съемку 1996 г. начали только в конце июля, и поэтому не удалось точно установить срок начала отхода промысловых самцов от берега, но уже 26–27 июля в диапазоне глубин 40 – 69 м они или отсутствовали, или встречались штучно. Дальнейшие заметы проводили в режиме поиска скоплений, и поэтому они в какой-то степени отражают скорость движения краба от берега (табл. 2): отсутствие тралений на меньших глубинах означало, что (по оперативной информации, поступавшей с других судов) промысловые самцы на них или отсутствовали, или встречались штучно. В конце июля наибольшие уловы были отмечены в диапазоне 71 – 80 м, а уже в начале ав-

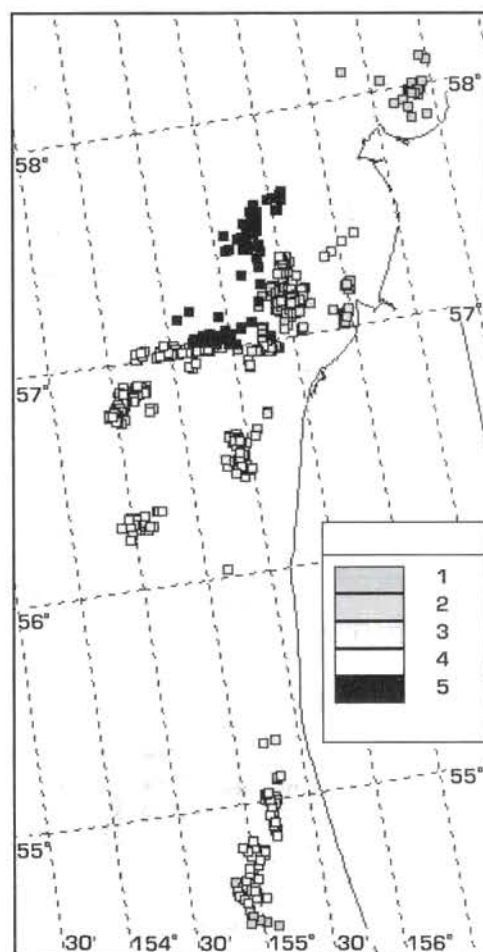
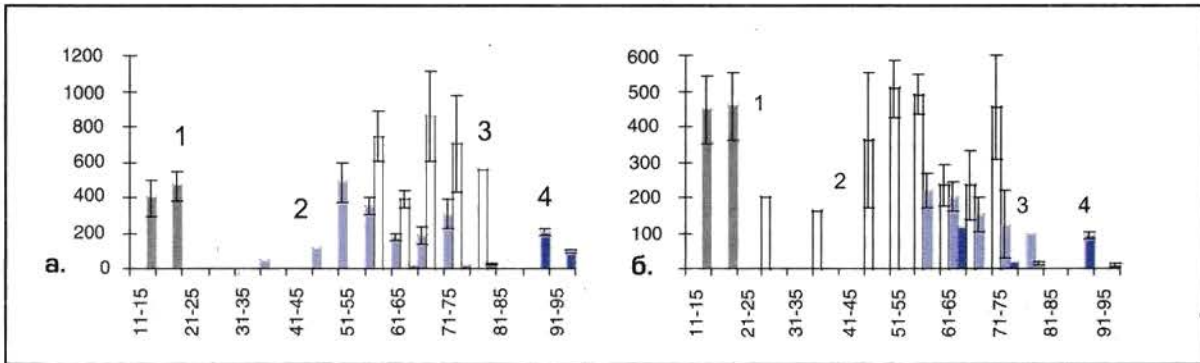
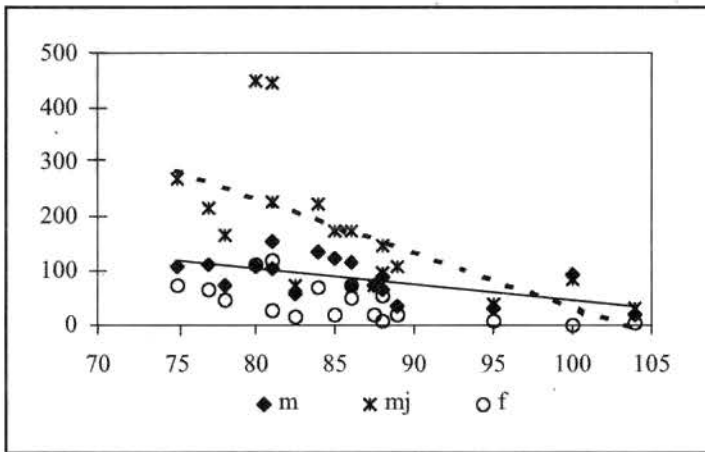


Рис.1. Карта-схема станций: 1 - траловая съемка 1995 г., 2 - снюрреводная съемка 1995 г., 3 - снюрреводная съемка 1996 г., 4 - ловушечная съемка летом 1996 г., 5 - ловушечная съемка осенью 1996 г.



**Рис. 2.** Батиметрическое распределение уловов промысловых самцов (а) и самок (б) камчатского краба в 1995 г: 1 - первая декада июля, 2 - вторая декада, 3 - третья декада, 4 - сентябрь. По оси X - глубины, по Y - улов (экз/замет)



**Рис. 3.** Батиметрическое распределение основных группировок камчатского краба в Хайрюзовском районе в августе 1995 г: m - промысловые самцы, mj - непромысловые самцы, f - самки. По оси X - глубина, по оси Y - улов (экз/0.5 ч траления)

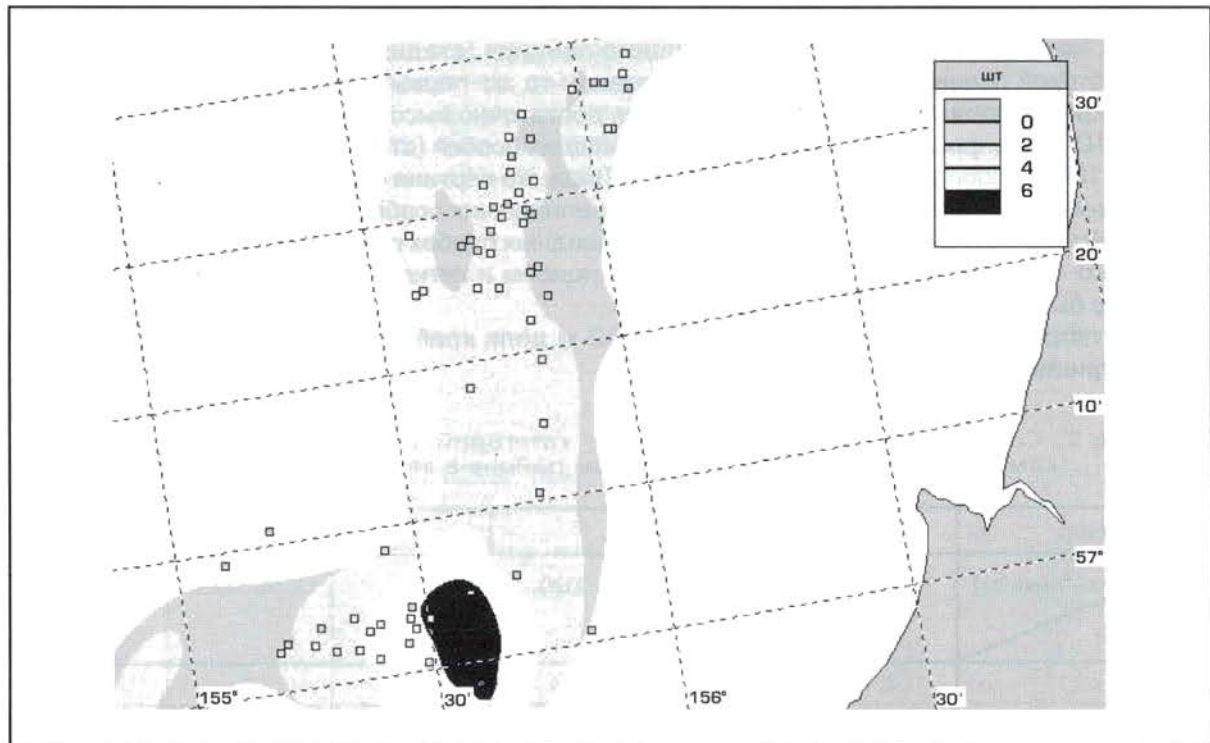
густа скопление сместилось на 91 – 100 м, и поэтому после 7 августа промысел прекратили. Таким образом, менее чем за 2 недели промысловые самцы сместились по глубине с 70 до более 100 м, а по долготе – на 25 минут к западу, что соответствовало скорости 1,4 км/сутки.

В течение августа – сентября на глубинах до 75 м промысловые самцы или отсутствовали, или встречались штучно: уловы не превышали 20 экз/замет.

Дальнейшие исследования камчатского краба были связаны с выполнением осенней ловушечной съемки. Поскольку в течение сентября – октября значения уловов в одних и тех же районах существенно не менялись, то данные были объединены. Построенная по ним карта распределения (рис. 4) показала, что наиболее плотное скопление с уловами 6 – 8 экз/лов располагалось в районе 57°00 – 57°10'; к северу уловы снижались. Рассчитанный по этим данным методом сплайн-аппроксимации про-

**Таблица 2.** Уловы (экз/замет) камчатского краба в Хайрюзовском районе летом 1996г

Даты Глуб., м	27/6	27/7	28/7	29/7	2/8	5/8	6/8	7/8
40-49	4±3	5±2	-	-	-	-	-	-
50-59	24±7	-	-	-	-	-	-	-
60-69	-	24	55	-	115	-	-	-
70-79	-	-	130±45	162±12	172±43	-	-	-
80-89	-	-	20	163±121	-	190	-	-
91-100	67	115	-	-	-	88±14	260±65	73±40

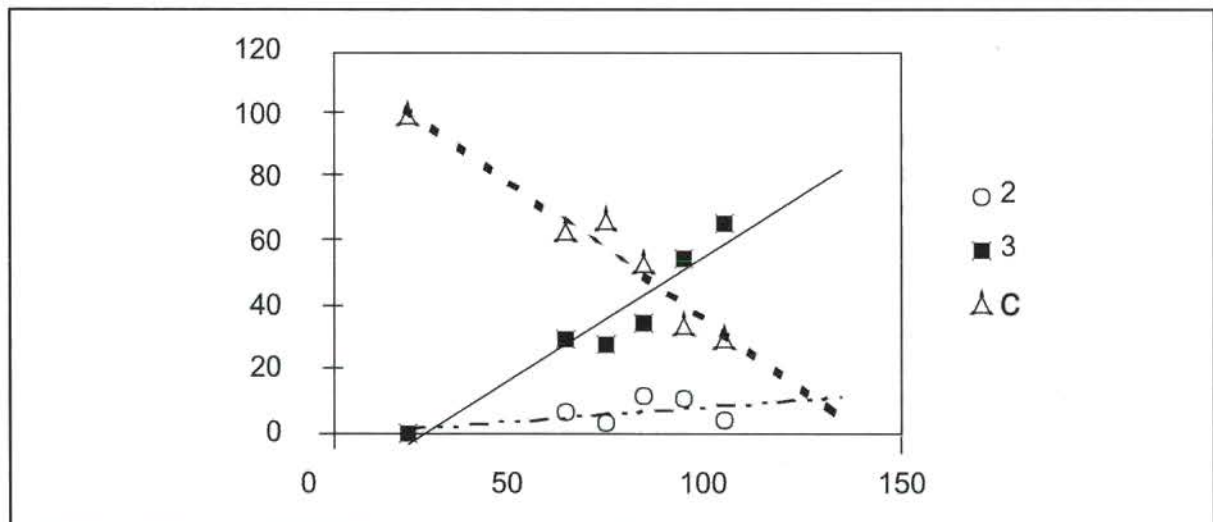


**Рис.4.** Распределение уловов (штук/ловушку) промысловых самцов камчатского краба в сентябре - октябре 1996 г.

мысловый запас (площадь облова ловушки была принята равной  $2400 \text{ м}^2$ : этот коэффициент используется в КамчатНИРО при расчетах для прогноза) в диапазоне глубин 80 – 150 м составил 1500 тыс. экз. в районе  $57^{\circ}00' - 57^{\circ}20'$  и – 1350 тыс. экз. в районе  $57^{\circ}20' - 57^{\circ}40'$ .

Таким образом, и в 1995 и в 1996 г. отход промысловых самцов от берега наблюдали в одни и те же сроки – начиная со второй декады июля, а уже в первой декаде августа на глубинах менее 100 м промысловые скопления камчатского краба отсутствовали. Эти сроки соответствуют данным, которые ранее были получены при использовании меченых крабов (Чекунова, 1969).

При анализе соотношения межлиночных категорий за оба года было отмечено, что в июле – начале августа доля старого краба устойчиво снижалась по мере увеличения глубины (рис. 5). Поскольку это происходило в период отхода самцов от берега, то, очевид-



**Рис.5.** Соотношение межлиночных категорий у промысловых самцов камчатского краба на разных глубинах в Хайрюзовском районе. 2 - стадия 2; 3 - стадия 3 ранняя; C - стадия 3 поздняя. По оси X - глубина (м), по Y - доля стадии (%)

но, такое снижение было обусловлено «разбавлением» скопления ранее перелинявшими особями, находящимися на стадии окрепшего панциря (стадия 3 ранняя).

Для второй половины августа было отмечено, что, во-первых, среди оставшихся на мелководье крабов доля старых особей оставалась достаточно высокой, и, во-вторых, в диапазоне 90 – 100 м возросла доля недавно перелинявших особей (стадия 2; табл. 3). На глубинах свыше 110 м преобладали крабы на стадии 3. Такая же картина сохранялась и в сентябре, за исключением факта снижения доли недавно перелинявших особей и их замещением старым крабом. Кроме того, в сентябре 1995 г. в снюрреводных пробах отмечали от 5 до 20% так называемого «гнилого краба» с изъязвленным панцирем и легко отделяемыми конечностями (он также был отнесен к категории «старый»).

В октябре и ноябре на глубинах свыше 90 м доля краба на стадии 3 варьировала в разных диапазонах от 95 до 98%.

**Таблица 3.** Соотношение (%) межлиночных категорий среди промысловых самцов камчатского краба в Хайрюзовском районе в августе и сентябре 1995-96гг

месяц глубины (м) категории	август			сентябрь		
	<90	90-110	>120	<90	90-110	>120
2	1	13	0	2	3	4
3	33	71	91	55	78	90
старый	66	16	9	43	19	6
объем выборки (экз.)	98	140	57	123	162	218

**Таблица 4.** Соотношение (%) между межлиночными категориями промысловых самцов в районе 54°30 - 55°30 в разные сроки

срок глубины категории	15.07-2.08			23.08-29.08
	51-60	71-90	90-120	90-120
2	10	0	1	12
3	74	100	97	71
старый	16	0	2	17
объем выборки (экз)	69	26	117	77

В отличие от Хайрюзовского района, южнее (54°30 – 55°30), в период со второй половины июля до начала августа, доля старого краба в уловах с глубин 51 – 60 м была достаточно низкой и оставалась примерно одинаковой во второй половине августа, после смещения промысловых самцов на большие глубины (табл. 4).

Для более ранних сроков имеются только данные по южной части Хайрюзовского и Запретному районам с глубин свыше 110 м: здесь в конце июня – начале июля соотношение между категориями 2/3/С составляло 47/49/4 (n = 94). Севернее, в районе 57°50 (б. Квачина), где уловы были совсем низкими, было обработано только 19 экз., из которых 3 были старыми, а 16 – находилось на стадии 3.

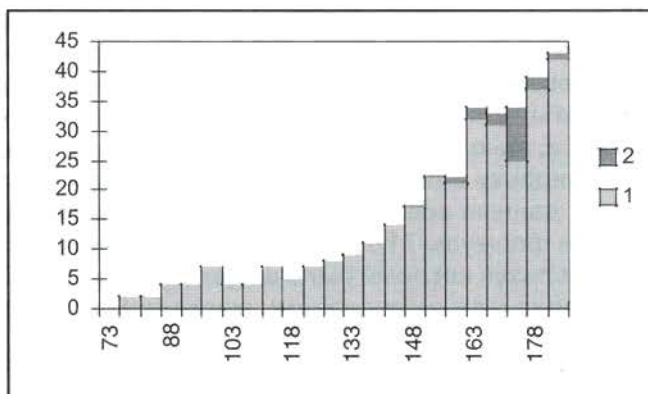
Таким образом, данные за 1995 – 1996 г. свидетельствуют о том, что в Хайрюзовском районе в период пребывания промысловых самцов камчатского краба у берега основная часть была представлена старыми (не прошедшими линьку в текущем году) особями. По мере отхода краба от берега, эта группировка пополнялась самцами, которые прошли линьку в более ранние сроки. После массового отхода среди оставшихся в прибрежной зоне крабов доля старых особей сохранялась высокой, в то время как на глубинах свыше 110 м доминировали самцы, прошедшие линьку в текущем году. В противоположность

Хайрюзовскому району, у южных границ Корякского округа доля старого краба была более низкой и после его отхода от берега сохранялась на одном и том же уровне.

**Непромысловые самцы.** Анализ распределения непромысловых самцов не входил в задачу данного исследования, и поэтому следует только отметить, что, во-первых, сроки их отхода от берега были такими же, как для промысловых особей, и, во-вторых, свыше 90% всех особей в период исследований находились на стадии З, т.е. прошли линьку в текущем году.

В целом, устойчивое увеличение доли старых особей начинается при ширине карапакса 131 – 135 мм (рис. 6). Характерно, что наиболее высокий процент «гнилого краба» отмечен для размерной группы 171 – 175 мм (объем выборки класса 79 экз.).

**Рис. 6.** Доля (%) старого (1) и «гнилого» (2) краба в различных размерных категориях самцов *P. camtschatica*. По оси X - ширина карапакса (мм), Y - доля, %



**Самки.** Анализ данных снюрреводной съемки 1995 г. (рис. 26) дает основания предполагать, что в отличие от промысловых самцов самки в июле не отходили от берега в течение месяца, а продолжали там оставаться в диапазоне глубин 11 – 60 м. Глубже их плотность заметно снижалась.

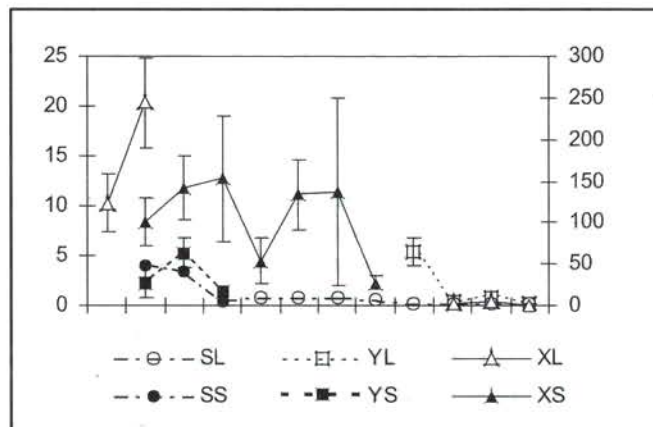
Траловая съемка 1995 г. показала, что, во-первых, достаточно мощное скопление самок присутствовало к северу от Хайрюзовского района – в районе 57°50' (б. Квачина), где на глубинах 50 – 60 м средние уловы составляли  $198 \pm 32$  экз./0.5 ч траления. Во-вторых, уловы в Хайрюзовском районе на глубинах свыше 70 м были сравнительно низкими и уменьшались по мере увеличения глубины. В южной части региона (54°30' – 55°00') на глубинах 75 – 110 м самки встречались штучно.

В сентябре 1995 г. плотность самок на глубинах 60 – 90 м также была низкой (рис. 26).

Таким образом, данные 1995 г. свидетельствуют, что, как минимум, в июле – сентябре, самки камчатского краба концентрируются в прибрежной зоне на глубинах до 60 м и, в отличие от самцов, не совершают в этот период массовых миграций.

Ловушечная съемка в июне – июле 1996 г. показала, что на глубинах свыше 100 м самки или отсутствовали, или встречались штучно, за исключением области южной границы Запретного района, где в диапазоне глубин 100 – 119 м уловы были достаточно высокими (рис. 7: YL). Вместе с тем, анализ нескольких порядков, выставленных на мелководье в этот период, показал, что плотность самок на глубинах 25 – 50 м была существенно выше (рис. 7: XL), чем на больших глубинах и – на аналогичных глубинах к югу от Хайрюзовского района.

**Рис. 7.** Уловы самок камчатского краба снюрреводом (справа, экз./замет) и ловушками (слева, экз./лов.) в июне–сентябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: SS; SL – 54°30' – 55°00'; YS, YL – 56°15' – 56°40'; XS, XL – 56°55' – 57°25'. S и L – снюрревод и ловушки соответственно. По оси X – глубина, по Y – уловы, экз.



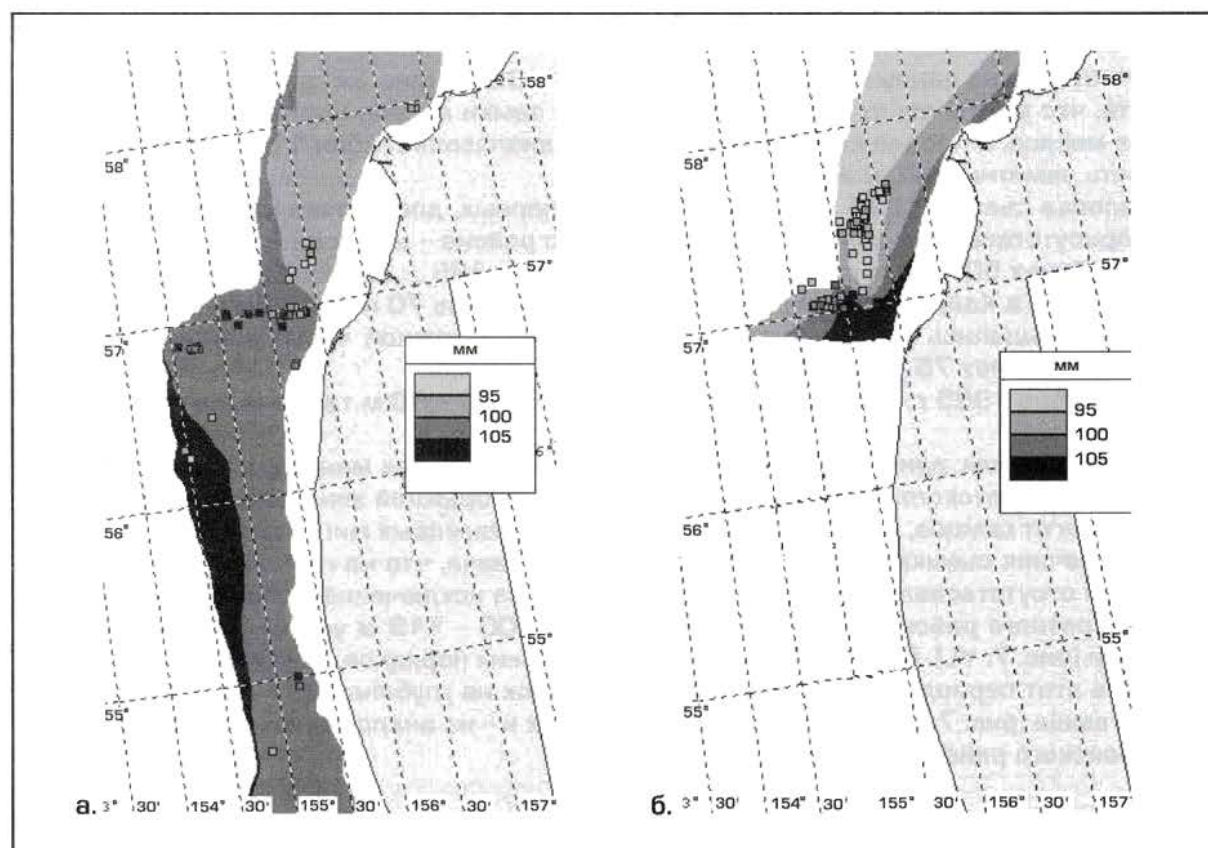
Эти результаты были подтверждены снюрреводной съемкой, начатой 26 июля. Как и в 1995 г., область наиболее высоких уловов располагалась между 40 и 70 м, и еще один пик был отмечен на глубинах 80 – 90 м (рис. 7: XS). Южнее Хайрюзовского района уловы самок на аналогичных глубинах были существенно ниже (рис. 7: YS, SS).

В сентябре и октябре, в Хайрюзовском районе на глубинах 90 – 130 м плотность самок оставалась низкой: в среднем  $0.6 \pm 0.1$  экз/лов., а в ноябре резко возросла до  $16.2 \pm 1.3$  экз/лов.

Таким образом, данные 1996 г. свидетельствуют о том, что массовый отход самок от берега произошел в конце октября – начале ноября.

На основании данных 1995 и 1996 г. были построены карты пространственного распределения средних размеров самок для июня – августа и сентября – октября (рис. 8а, б), которые свидетельствуют, во-первых, о постепенном увеличении средних размеров самок с севера на юг и, во-вторых, об их уменьшении с увеличением глубины. Сопоставляя обе карты, можно также отметить, что осенью, во-первых, крупные самки сместились глубже, и, во-вторых, мелкие самки «продвинулись» в южном направлении.

Поскольку в период исследований самки не линяли (т.е. не увеличивались в размерах), то данные всех промеров были объединены в единую выборку из 1860 экз. На основании формулы (1), при размахе варьирования 60 мм, был выбран размерный шаг 3 мм, используя который было выделено 2 средних и 2 крайних дискретных класса (рис. 9). Расстояние между медианами выделенных классов составляло 11 – 15 мм.



**Рис. 8.** Распределение средних размеров самок камчатского краба в прибрежной зоне северо-западной Камчатки в июне - июле (а) и сентябре - октябре (б)

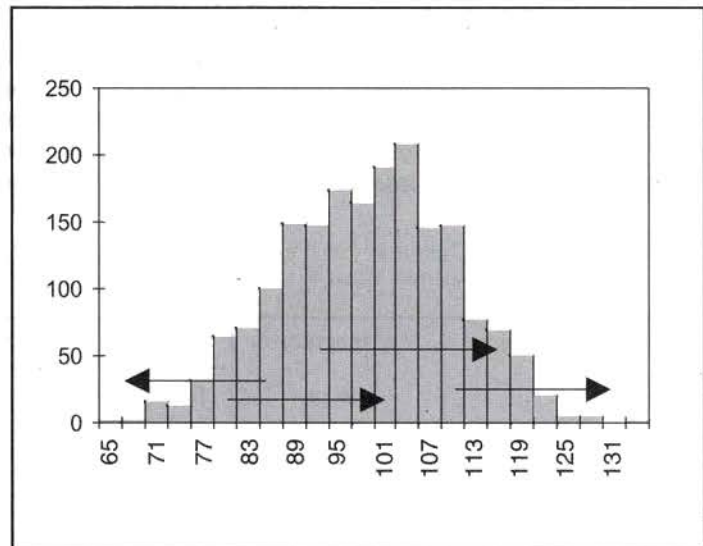
С июля по ноябрь 1996 г. доля самок с фиолетовой икрой постепенно уменьшалась (табл. 5), но, даже в ноябре, когда у части особей появилась икра с заметными эмбрионами (ИГ), самки с недавно отложенной икрой все еще присутствовали. Самки на стадии выпущенных личинок встречались штучно.

Батиметрически соотношение между репродуктивными стадиями менялось в сторону увеличения доли самок без икры: эта тенденция наблюдалась как в июле – августе (рис. 10), так и в сентябре – октябре (табл. 6). В ноябре отмечено, что самки с развитыми эмбрионами (ИГ) предпочитали большие глубины (табл. 7).

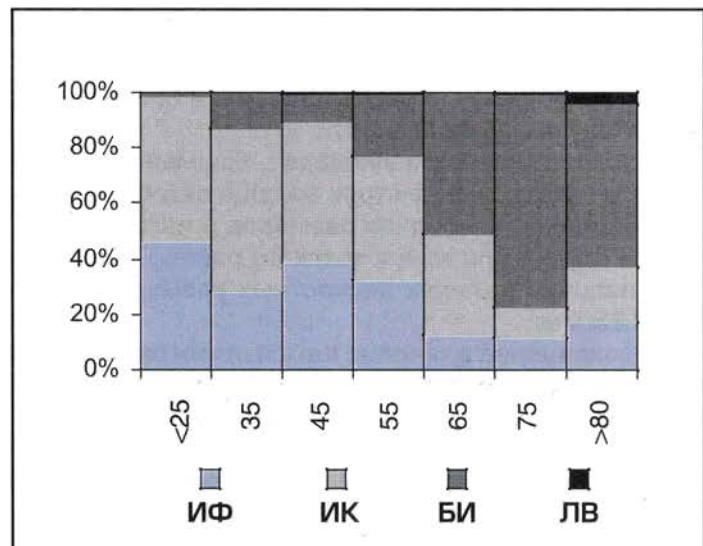
**Таблица 5.** Соотношение (%) стадий развития у самок с отложенной икрой в Хайрюзовском районе в разные месяцы: ИФ - икра фиолетовая; ИК - икра бурая; ИГ - икра с «глазками»

Месяц	ИФ	ИК	ИГ	Объем выборки
июль	45	55	0	331
август	43	57	0	173
сентябрь	24	76	0	54
ноябрь	19	66	15	583

**Рис.9.** Размерная структура самок камчатского краба. Стрелками указаны границы возрастных (дискретных) классов. По оси X - верхние границы размерных групп, мм; по Y - частоты, экз.



**Рис.10.** Соотношение между репродуктивными стадиями самок камчатского краба на разных глубинах в Хайрюзовском районе в июле-августе 1995-96 гг. По оси X - глубина, м



**Таблица 6.** Соотношение (%) стадий развития у самок в Хайрюзовском районе на разных глубинах в сентябре и октябре\*: БИ - самки без икры; ЛВ - личинки выпущены; остальные - как в табл. 5

Глубина	БИ	ИФ	ИК	ЛВ	Объем выборки
<80	33	25	39	3	72
81-110	66	16	16	2	121
>110	85	3	9	3	68

\* использованы данные за 1995 и 1996 гг

**Таблица 7.** Уловы (экз/лов) различных категорий самок камчатского краба на разных глубинах в северной части Хайрюзовского района в ноябре 1996 г.: обозначения стадий – как в табл. 5, 6

Глубина (м)	БИ	ИФ+ИК	ИГ	ЛВ
101-110	0.2	16.8	0.0	0.6
111-120	0.4	10.4	0.5	0.0
131-140	1.8	23.7	5.8	0.0
>140	0.3	8.3	2.1	0.2

На основании данных по размерной структуре и предположения, что выделенные классы соответствуют определенному возрасту, были выделены диапазоны т.н. "чистых" классов, не затронутые перекрытием с соседними группами (рис. 9). Внутри этих диапазонов было рассчитано соотношение между репродуктивными стадиями (табл. 8). Как и следовало ожидать, доля самок без икры с увеличением размера (возраста) снижалась, причем – наиболее резко при переходе от второго класса к третьему. Следует также отметить, что появление самок с эмбрионами отмечалось преимущественно у старших возрастных групп.

**Таблица 8.** Соотношение (%) между репродуктивными стадиями в различных размерных группах самок камчатского краба\*. Обозначения стадий – как в табл. 5, 6

Размерная группа (мм)	N возрастного класса	Стадии				Объем выборки (экз.)
		БИ	ИФ+ИК	ИГ	ЛВ	
<80	1	93	7	0	0	81
89-91	2	45	52	0	3	147
104-109	3	6	83	8	3	313
>119	4	0	75	19	6	67

\* использованы данные за 1995 и 1996 гг

Таким образом, в распределении и биологии самок камчатского краба можно выделить следующие особенности:

- пребывание на мелководье, как минимум, с июля по октябрь и массовый отход на глубины 100 и более метров в конце октября – начале ноября;
- увеличение средних размеров в направлении с севера на юг и их уменьшение (во всяком случае для Хайрюзовского района) по мере увеличения глубины;
- наличие четырех дискретных размерных классов в диапазоне ширины карапакса 65 – 125 мм;
- сохранение в течение лета и осени батиметрических различий в распределении репродуктивных категорий: самки с отложенной икрой обитают преимущественно на малых глубинах, а самки без икры – на больших;
- зависимость репродуктивного состояния от возраста: постепенное уменьшение доли самок без икры и более раннее вызревание эмбрионов в старших возрастных классах.

## Обсуждение.

Ранее (Низяев и др., 1992) была предложена схема двух сезонных группировок для хайрюзовского стада камчатского краба. Согласно ей первая группировка была представлена самцами, перелинявшими в апреле и подходящими летом на глубину 50 – 75 м; а вторая – старым крабом, концентрирующимся у берега и «готовящимся к линьке приблизительно в июне – июле». Базируясь на классической схеме сезонного цикла камчатского краба в этом районе (Родин, 1985), согласно которой линька самцов происходит летом на мелководье, авторы посчитали, что наличие первой группировки является аномалией, связанной с особенностями гидрологического режима 1987 г.

Полученные данные, в целом, не противоречат предложенной схеме, а в некоторых аспектах дополняют ее. Действительно, в прибрежной части на глубинах 10 – 20 м в первой половине лета концентрируются промысловые самцы камчатского краба, не прошед-

шие линьку в текущем году. По мере их отхода от берега скопления пополняются особями, находящимися на стадии окрепшего панциря, то есть, полинявшими в более ранние сроки. Эта закономерность наблюдалась как в 1995, так и в 1996 гг., и, таким образом, в настоящее время нет оснований считать ее аномалией.

После массового отхода на глубины 91 – 110 м судьба группировки, концентрировавшейся у берега, становится менее ясной. Возможно, что часть особей проходит линьку в августе, о чем свидетельствует возрастание доли особей с неокрепшим панцирем (табл. 3), другая часть рассеивается на указанных глубинах, где сохраняется, как минимум, до конца сентября, при этом отчетливо обнаруживаются особи, «обреченные» на ближайшую смерть («гнилой краб»). Кроме того, существенная часть выбирается во время летнего промысла маломерным флотом (МРСы), активно работающим в данном районе. Географические границы этой группировки, занимают, как минимум, Хайрюзовский район и, возможно, Запретный, т.к. южнее доля старого краба в уловах резко уменьшается (табл. 4).

Что касается крабов, прошедших линьку весной, то, не позднее сентября они концентрируются на глубинах 100 и более метров и составляют основу ловушечного промысла (рис. 4). Туда же отходят и непромысловые самцы, которые, с одной стороны, как и старые особи, подходят летом на мелководье, а, с другой, как и более глубоководные, проходят линьку в конце весны – начале лета.

Таким образом, можно предположить, что разделение группировок происходит в конце апреля, когда основная часть самцов начинает линьку. К этой категории относится часть промысловых и практически все непромысловые самцы. Долю промысловых самцов можно определить, исходя из соотношений снюрреводных уловов на глубинах 80 – 100 м, куда отошло прибрежное скопление к началу августа. Если учесть, что как на больших (рис. 3), так и на меньших глубинах в этот период краб встречался штучно, то соотношение 65(З)/30(С) (рис. 5) можно считать вполне адекватным, что означает, что в апреле линяет около 2/3 промысловых самцов. Такое разделение дает возможность полинявшей группе раньше достичь малых глубин и сконцентрироваться там. Вторая группировка, закончив линьку, выходит на глубины 50 – 70 м.

После подхода самцов на мелководье, вероятно, начинается оплодотворение самок, в котором могут участвовать представители обеих группировок. Однако нерест последних, по-видимому, не ограничивается серединой июня (Родин, 1985), а длится, как минимум, до отхода самцов от берега и, может быть, дольше: в противном случае невозможно объяснить наличие почти 20% самок с фиолетовой икрой в середине ноября (табл. 5).

После отхода основной части самцов, самки держатся на мелководье вплоть до второй половины октября, т.е. практически весь период биологического лета, что, вероятно, связано с оптимальными условиями для развития эмбрионов. В течение всего указанного периода сохраняется четкое батиметрическое разделение как в размерной структуре, так и в соотношении репродуктивных стадий. По-видимому, это обусловлено особенностями жизненного цикла популяции, связанными с переносом личинок на север и постепенным движением осевшей молодежи к югу (Родин, 1985 и др.): таким образом, подходя из района бухты Квачина, молодые самки постоянно оказываются «за спиной» у более старых особей.

К сожалению, выполняя эту работу, мы не осматривали гонады самок, лишенных икры. Однако если проанализировать возрастную зависимость репродуктивного состояния (табл. 8), можно отметить постепенное снижение доли особей без икры. Такая картина вполне соответствует представлению о неодновременном половом созревании долгоживущих беспозвоночных: например, северной креветки (Иванов, 1978), гребенчатого чилима (Букин, Згуровский, 1988), северного шримса-медвежонка (Букин, 1992) и других животных. В целом, если бы имела место яловость, связанная с дефицитом самцов (Родин и др., 1996), следовало бы ожидать более или менее равномерного распределения самок БИ в старших возрастных группах, что противоречит данным таблицы 9.

Выделение возрастных классов у ракообразных путем анализа размерной структуры получило широкое распространение (обсуждение см. Иванов, 1978), и поэтому выделенные дискретные группы (рис. 9), по-видимому, являются возрастными классами. В этом случае расстояние между их медианами, в какой-то степени, характеризует темпы роста, составляющие в год 11 – 15 мм. Ранее сходные значения были получены Л.Г. Виноградовым (1968) и М.А.Тарвердиевой (1974) для молодежи шириной 26 – 70 мм (4 – 7 лет), а также – при анализе данных М.М. Лаврентьева (1969) по динамике средних размеров самок в течение нескольких лет. Более широкий, по сравнению с данными М.А. Тарвердиевой (1974), диапазон изменчивости в пределах одного класса может быть обуслов-

лен, во-первых, возрастом анализируемых особей, и, во-вторых, объединением данных за 1995 и 1996 гг. Тем не менее, если данные по возрасту молоди взять за основу, то выделенные в данной работе классы должны соответствовать возрасту 8 – 11 лет, и, таким образом, самки становятся половозрелыми на 9 – 10 году жизни.

В заключение хотелось бы обсудить причину смещения сроков линьки краба на более ранние сроки. Поскольку этот процесс не является аномалией, а наблюдается в течение ряда лет и затрагивает только часть популяции, то представляется, что в его основе лежат генетические изменения, связанные с ответом хайрюзовской части популяции на интенсивный промысел, который ведется на мелководье местным флотом (МРСами) в конце весны – начале лета. Естественный отбор, таким образом, должен быть направлен на сохранение промысловых самцов, не концентрирующихся у берега. Среди тех особей, которые подходят к берегу, значительную часть составляют крабы, с нарушенными механизмами регуляции линьки (не линяющие) и миграций (остающиеся), а также – маргиналы, вымирающие в конце биологического лета, типичным представителем которых является «гнилой краб».

### Синий краб

В отличие от камчатского, жизненный цикл синего краба, в частности самцов, проходит на глубинах 100 и более метров, и поэтому материалы, связанные с их биологией, не были включены в данную публикацию. Однако часть самок этого вида также проходит часть цикла на мелководье, и поэтому заслуживает внимания.

В 1995 г. заметные уловы самок были отмечены только при траловой съемке: в бухте Квачина: на глубинах 50 – 60 м их численность составляла 58 (4 экз/0.5 ч траления). В Хайрюзовском районе они штучно встречались как в траловых, так и в снюрреводных пробах глубже 70 м.

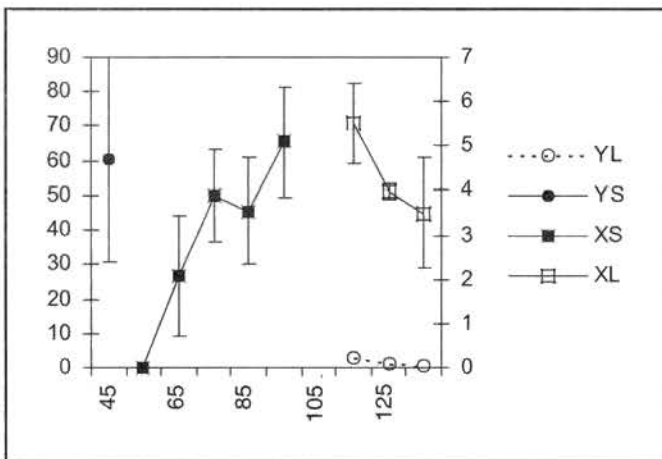


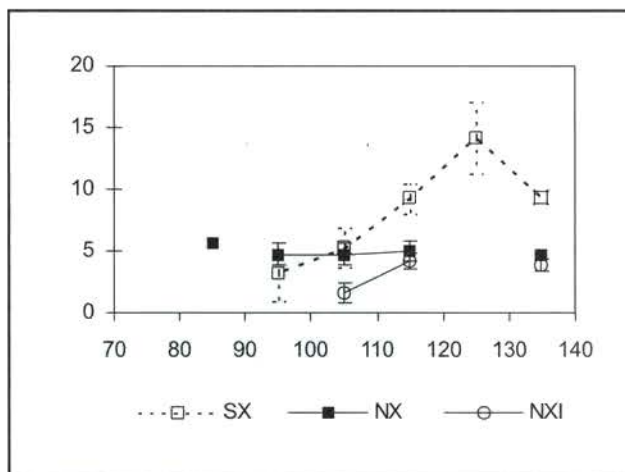
Рис. 11. Уловы самок синего краба снюрреводом (слева, экз/замет) и ловушками (справа, экз/лов.) в июне-сентябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: YS, YL - 56°15' - 56°40'; XS, XL - 56°55' - 57°25'. S и L - снюрревод и ловушки соответственно. По оси X - глубина, по Y - уловы, экз.

Во время летней ловушечной съемки 1996 г. было отмечено, что, во-первых, уловы увеличивались с севера на юг, и, во-вторых, начиная от 100 м, уменьшались с увеличением глубины (рис. 11). Данные снюрреводной съемки в июле – августе показали, что в Хайрюзовском районе самки встречались в уловах глубже 60 м и численность их возрастала вплоть до 100-метровой изобаты. Комбинация данных обеих съемок позволила установить диапазон наибольшей плотности в пределах 90 – 120 м (рис. 11).

Еще одно скопление, ранее отмечавшееся во время траловых съемок (Мясоедов, Нязев, 1988) было отмечено в августе в центральной части Запретного района на глубинах 40 – 50 м. С юга оно достаточно четко ограничивалось широтой 56°39' и изобатой 50 м. Северная граница проходит менее понятно, но на тех же изобатах в районе 57°05' самки в это время полностью отсутствовали. Как показал осмотр донной фауны, этот район характеризуется наличием каменистых грунтов, и, возможно они определили наличие такого «островка».

Осенняя ловушечная съемка показала, что в сентябре в южной части Хайрюзовского района область наибольших уловов сместилась на глубины 120 – 130 м, в то время как в северной части средние значения остались на прежнем уровне и почти не менялись с глубиной. В ноябре в северной части уловы на глубинах свыше 110 м были примерно такими же, как в октябре, а на меньших глубинах понизились (рис. 12).

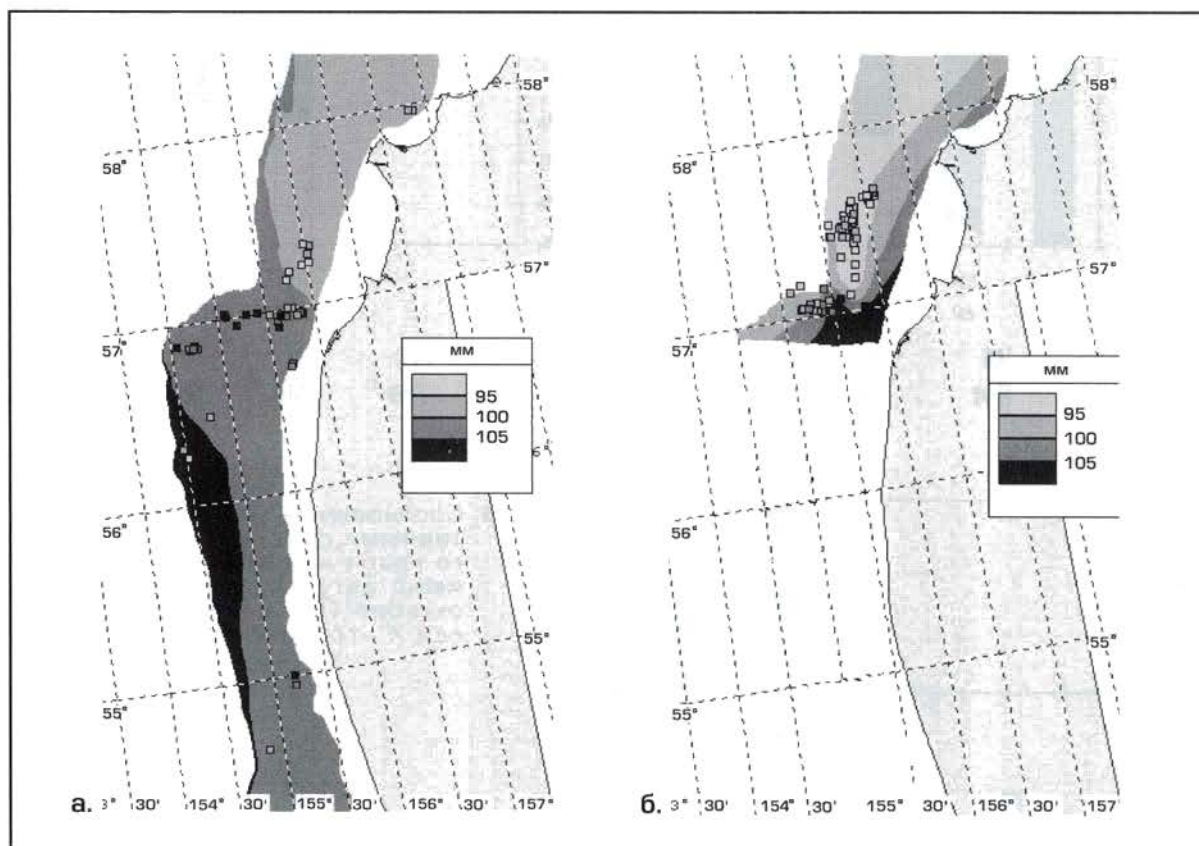
**Рис.12.** Уловы самок синего краба ловушками (экз/лов.) в сентябре-ноябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: **N** - 57°00 - 57°14; **S** - 57°15 - 57°35; **X** - сентябрь - октябрь, **XI** - ноябрь. По оси X - глубина, по Y - уловы.



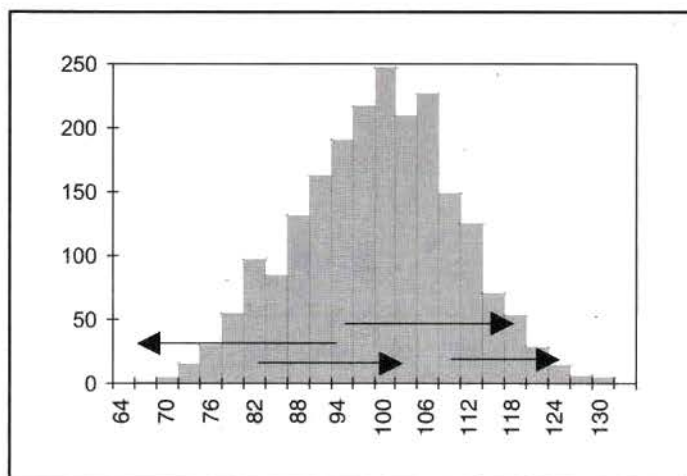
Таким образом, распределение самок синего краба на мелководье характеризуется пятнистостью: скопления обнаружены в бухте Квачина и центральной части Запретного района, в то время как ни в Хайрюзовском районе, ни в южной части Запретного они не встречаются.

Карты пространственного распределения средних размеров, как и для самок камчатского краба, свидетельствуют об их увеличении с севера на юг и, в противоположность последним – при продвижении на большие глубины (рис. 13). В сентябре – октябре, однако, распределение меняется и, как минимум в Хайрюзовском районе, мористее оказываются более мелкие особи.

Анализ объединенной (2200 экз.) выборки при шаге 3 мм позволил выделить для самок синего краба 4 возрастных класса (рис. 14). Возможно, что существует и пятый класс, представленный самыми крупными особями, и не выделенный из-за малого объема выборки.

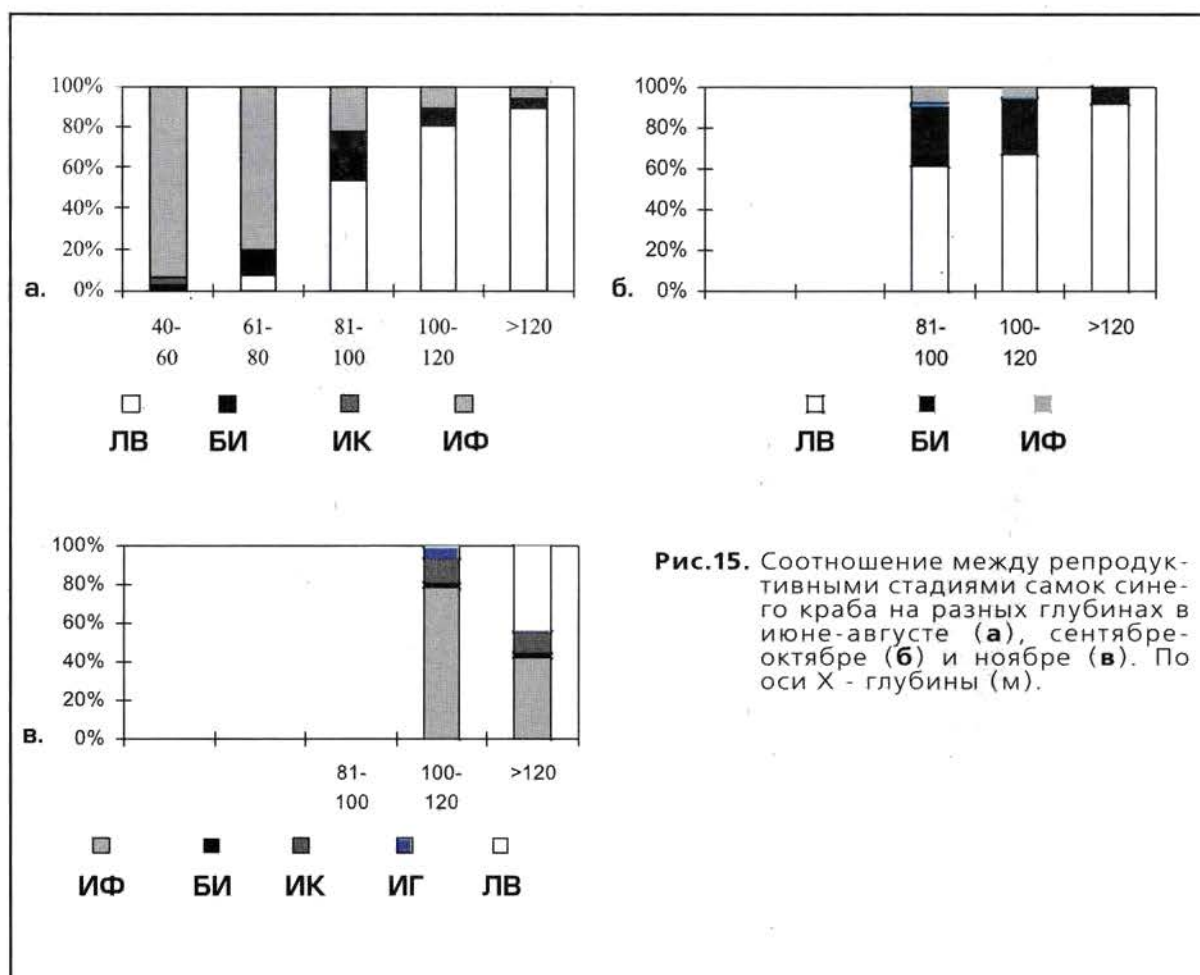


**Рис.13.** Распределение средних размеров самок синего краба в прибрежной зоне западной Камчатки в июне-июле (а) и сентябре-октябре (б)



**Рис.14.** Размерная структура самок синего краба. Стрелками указаны границы возрастных (дискретных) классов. По оси X - размерные классы, мм; по Y - частоты, экз

Для функциональной структуры популяции самок было характерно постоянное наличие двух категорий: перелинявших с новой икрой или без нее и – не перелинявших с прошлого года на стадии выпущенных личинок и нормальными гонадами фиолетового цвета. В течение июня – октября (рис. 15а, б) в распределении этих категорий сохранялось отчетливое батиметрическое разделение: если на мелководье обитали, главным образом перелинявшие особи с икрой, то на глубинах 100 и более метров абсолютно доминировали старые особи. В ноябре на глубинах до 120 м доминировали самки с фиолетовой икрой, а глубже 120 м соотношение между двумя основными категориями было примерно одинаковым (рис. 15в). В ноябре средние размеры самок без икры и с выпущенными личинками несколько увеличились по сравнению с сентябрем – октябрем, а размеры самок с икрой не изменились (табл. 9).



**Рис.15.** Соотношение между репродуктивными стадиями самок синего краба на разных глубинах в июне-августе (а), сентябре-октябре (б) и ноябре (в). По оси X - глубины (м).

**Таблица 9.** Средние размеры самок синего краба на разных стадиях в Хайрюзовском районе осенью 1996г\*. Обозначения стадий - как в табл. 5, 6

Район	Месяц	Стадия		
		БИ	ИФ+ИК	ЛВ
57 00 - 57 15	IX	91,0±1,0 (65)	105,8±1,1(39)	103,1±0,4(633)
57 15 - 57 40	IX	83,2±0,5(138)	102,7±1,5(15)	96,2±0,6(223)
	X	81,7±0,9 (58)		96,0±0,7(102)
	XI	90,2±2,7 (5)	102,1±0,8(101)	107,2±1,2 (46)

\* в скобках указан объем выборки

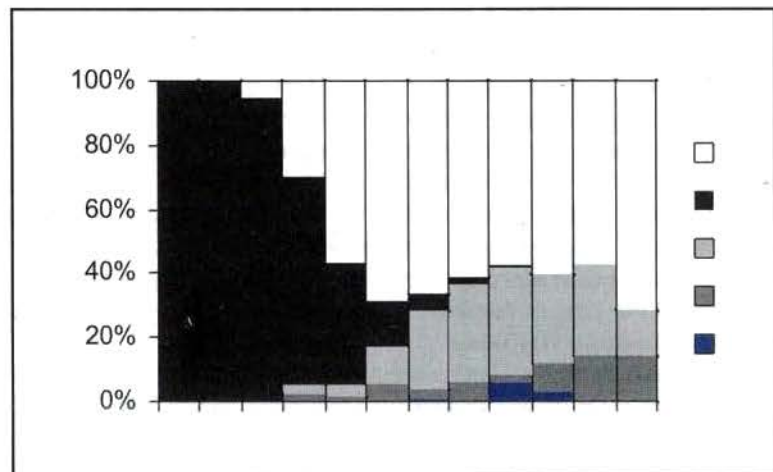
Таким образом, в конце октября произошел отход самок синего краба от берега, причем самки, лишённые икры (БИ+ЛВ), сместились на глубины свыше 120 м, а самки с икрой перебрались с малых глубин на 100 – 120 м. В пользу утверждения о смещении указывает постоянство средних размеров самок с икрой в течение сентября – ноября (табл.9).

Вертикальная разобщенность самок обеих категорий, сохраняющаяся на протяжении лета и осени, затрудняет оценку истинного соотношения между ними, т.к. на мелководье использовали снурреводные пробы, а на больших глубинах – ловушечные. Тем не менее, данные осенней съемки по северной части Хайрюзовского района позволяют получить некоторые предварительные соотношения. Поскольку в ноябре основная часть икраных самок сконцентрировалась на глубинах 100 – 140 м (рис. 12, 15), то можно считать, что их плотность в этот период отражает численность данной группировки, а в качестве соответствующих значений плотности самок с выпущенными личинками следует взять данные за сентябрь – октябрь с глубин 80 – 140 м (рис. 11, 12), т.к. в ноябре, по-видимому, большая часть этой группировки уже сместилась глубже. Проведенные таким образом расчеты (табл. 9) дают основания считать, что в 1996 г. в нересте участвовало около 30% половозрелых самок.

**Таблица 10.** Соотношение между двумя категориями самок синего краба в северной части Хайрюзовского района

Месяц	Плотность Общая, N, экз./лов.	Стадия	Доля стадии p	Плотность стадии, n=pN	Глубины, м	Площадь км <sup>2</sup> **	Поправка на площадь, m	nm
IX-X	5.0±0.4 (108)*	лв	0.60	3.0	80-140	1494	1	3.0
XI	3.8±0.4 (46)*	иф+ик+и	0.71	2.7	100-140	855	0.572	1.5

\* в скобках указано число просмотренных ловушек; \*\* расчет проводили по программе MAPDESIGNER

**Рис. 16.** Соотношение между репродуктивными категориями самок синего краба разного размера. По оси X - середины размерных групп.

После получения выборки, которая достаточно адекватно характеризует соотношение стадий в конкретном районе, была проанализирована зависимость между размером и частотой встречаемости репродуктивных стадий. Поскольку выборка была достаточно мала (около 650 экз.), то были использованы не возрастные, а размерные классы, сгруппированные с шагом 5 мм (рис. 16). Как и для камчатского краба, отмечено уменьшение с увеличением размера доли самок, лишенных икры. Кроме того, отчетливо видно, что, начиная с размерного класса 86 – 90 мм, соотношение между стадиями (ИФ+ИК, ИГ)/ЛВ уменьшается, и только среди самых старых особей доля самок лв возрастает.

Таким образом, резюмируя данные по самкам синего краба, можно выделить следующие особенности:

- среди самок синего краба отчетливо выражен диморфизм, проявляющийся в длительном, не менее 5 месяцев, существовании перелинявших самок с новой икрой, и не перелинявших в текущем году половозрелых особей на стадии выпущенных личинок; в пределах одной обследованной локальной популяции соотношение ЛВ/(ИФ+ИК+ИГ) составляло примерно 2:1;

- вертикальное распределение самок обеих категорий имеет четкое батиметрическое разделение: летом и в начале осени перелинявшие самки с икрой обитают в прибрежной зоне, а старые особи предпочитают глубины 80 – 100 м;

- массовый отход самок от берега происходит с конца октября – начала ноября, при этом батиметрическая дифференцировка, в целом, сохраняется;

- в меридиональном направлении отмечено увеличение средних размеров самок в направлении север – юг;

- в течение июня – ноября большинство перелинявших самок вынашивает фиолетовую икру;

- с увеличением размеров происходит, во-первых, уменьшение доли особей, лишенных икры, и, во-вторых, уменьшение отношения ЛВ/ИФ: только у самых старых особей оно снова возрастает.

Занимая обширный ареал, разные популяции синего краба выработали различные схемы жизненного цикла. В частности западная Камчатка принадлежит к тем районам, где годовой цикл популяций камчатского и синего краба сходны. Весной, с началом прогрева вод краб поднимается на мелководье, в зону поверхностного изотермического слоя, где происходит выклев личинок и нагул до зимы, когда с началом охлаждения поверхностных вод он уходит на большие глубины (Букин и др., 1988).

Весной, в апреле – мае, большинство самок все еще имеет икру с глазками, а распределение их по глубинам является достаточно диффузным. Вместе с тем, присутствует небольшая часть, около 20% особей, которые уже несут на плеоподах новую икру (Мясоедов, Низяев, 1988). Во второй половине июня уже наблюдается отчетливая батиметрическая разобщенность самок с икрой и без икры и – полное отсутствие самок с прошлогодней икрой (рис. 15а).

Из этого можно заключить, что массовый выклев личинок происходит в конце мая – начале июня, когда самки еще не подходят на мелководье, а обитают в широком диапазоне глубин. Остается однако неясным, как происходит дальнейшие линька и оплодотворение, если уже весной наблюдается пространственное разобщение промысловых самцов и половозрелых самок (Букин и др., 1988; Мясоедов, Низяев, 1988), а летом оно еще больше усиливается (наши данные, не вошедшие в статью).

Данное противоречие может быть разрешено, если представить, что гаметогенез синего краба у Западной Камчатки имеет двухгодичный цикл (Букин и др., 1988): так же, как для берингоморских популяций (Somerton, McIntosh, 1985). В этом случае вполне допустимо, что из большинства «старых» самок предыдущего года часть проходит линьку вместе с самцами, после чего следует оплодотворение и откладывание новой икры. Именно поэтому уже весной значительная часть самок оказывается с новой икрой. В дальнейшем они мигрируют на мелководье, в частности – в центральную область Запретного района, где остаются, как минимум, до октября, после чего начинают массовый отход на большие глубины.

В то же время самки, несущие икру с глазками, после выклева личинок не мигрируют на мелководье, а остаются на глубинах 80 – 100 м, где и обитают до конца осени. Нормальное состояние гонад в этот период свидетельствует об отсутствии у них каких-либо нарушений.

Созревание икры происходит более медленно, чем у камчатского краба и первые его признаки (ИК) проявляются только в конце осени. Однако, в отличие от камчатского краба, сроки вынашивания зрелых эмбрионов, по-видимому, более короткие.

Сопоставление темпов роста самок синего и камчатского крабов показало, что они достаточно сходны, что вполне допустимо, т.к. оба вида являются близкородственными и имеют много общего в поведении и образе жизни (Букин и др., 1988). Следует однако оговорить, что для самок синего краба расчетный возраст отражает количество линек и может быть несколько меньше биологического.

Итак, выполнение комплексных исследований, при котором присутствуют работы в прибрежной зоне, позволило существенно расширить понимание процессов, лежащих в основе воспроизводства запасов промысловых крабов. Во-первых, установлено, что в прибрежной полосе концентрируется не вся группировка промысловых самцов, а только меньшая часть ее, причем в значительной степени состоящая из особей, обреченных на вымирание. Это дает возможность, при проведении более подробных исследований, выделить данную группу из общих запасов и разрешить ее вылов, строго ограничив сроки работ началом июля и тип судов (МРС).

Данные по распределению и состоянию самок камчатского краба имеют прямое отношение к весьма актуальной в последнее время проблеме яловости, которая, по некоторым оценкам (Родин и др., 1996), достаточно высока и обусловлена дефицитом промысловых самцов. Такое впечатление, действительно, может возникнуть при малом количестве станций на мелководье, где в течение лета – осени концентрируется большинство самок. Однако из анализа пространственной (рис. 7), размерно-возрастной (рис. 9) и, в особенности, репродуктивно-возрастной структуры (табл. 9), как минимум, Хайрюзовской локальной популяции следует, что отсутствие икры является в большей степени проявлением неполовозрелости, чем яловости.

Результаты исследований самок синего краба в еще большей степени показывают актуальность прибрежных исследований, т.к. самки, участвующие в воспроизводстве в течение лета – осени, концентрируются на мелководье, т.е. в стороне от скоплений самцов, где, в условиях контрольных ловов, как правило, и собирается основная информация. Вследствие этого, такие оценки, как плодовитость популяции могут быть сильно занижены. С другой стороны, неучастие более половины половозрелых самок в нересте свидетельствует, как минимум, о необычной структуре репродуктивного цикла синего краба. Если же допустить, что одним из триггеров, запускающих линьку, является присутствие самцов, то наблюдаемая картина свидетельствует о неблагоприятном состоянии западнокамчатской популяции, которая может быть вызвана резко усилившимся в последние годы промыслом.

## Основные выводы

1. В 1995 и 1996 г. в районе северо-западной Камчатки существовало две группировки промысловых самцов камчатского краба: (1) – линяющих весной и не подходящих близко к берегу и (2) – концентрирующихся на мелководье и отходящих от берега во второй половине июля. Часть представителей второй группировки может претерпевать линьку в августе на глубинах 90 – 110 м.

2. Самки камчатского краба, несущие икру, обитают на глубинах до 70 м в течение лета – осени, а в конце октября – ноябре начинается их массовый отход от берега.

3. Пространственное распределение самок камчатского краба имеет отчетливые градиенты как по размерно-возрастной структуре, так и по соотношению репродуктивных стадий.

4. Среди самок синего краба выделено две группировки – перелинявшие в текущем году с новой икрой и старые с выпущенными личинками – присутствующие в уловах в течение всего летне-осеннего периода. Для обеих группировок отмечены четкие батиметрические различия в течение июля – ноября. В одной из локальных популяций, обследованной в 1996 г., доля самок с икрой не превышала 30%. Их массовый отход от берега зарегистрирован в конце октября – начале ноября.

5. В пределах Хайрюзовского района отмечено отчетливое разделение областей нагула самок камчатского и синего крабов: последние занимают более ограниченную территорию и, возможно, предпочитают более каменистые грунты.

## Литература

1. Букин С.Д., 1992. Распределение, численность и биология северного шримса-медвежонка *Sclerogadus boreas* в северо-западной части Берингова моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М:ВНИРО, С. 56–62.
2. Букин С.Д., Згуровский К.А., 1988. Особенности распределения, биологии и поведения гребенчатой креветки *Pandalus hypsinotus* в северо-восточной части Японского моря // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.108–119.
3. Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.А., Слизкин А.Г., Терехов С.П., Галимзянов К.Г., Кочнев Ю.Р., 1988. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.4–16.
4. Виноградов Л.Г., 1968. Камчатское стадо крабов // Природа, 1968, N 7, С. 43–50.
5. Виноградов Л.Г., 1969. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С. 337–344.
6. Иванов Б.Г., 1978. О возможности разделения одного возрастного класса у ракообразных на две размерные группы на примере *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda) // Зоологический журнал – Т. 57 (2), С.673–681.
7. Лаврентьев М.М., 1969. Численность самок камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С.378–381.
8. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. – М.: Высшая школа. – С. 1–352.
9. Мясоедов В.И., Низяев С.А., 1988. Распределение и некоторые аспекты биологии синего краба *Paralithodes platypus* у берегов западной Камчатки // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С. 16–24.
10. Низяев С.А., Федосеев В.Я., Мясоедов В.И., Родин В.Е., 1992. К формированию урожайности поколений камчатского краба *Paralithodes camtschatica* на шельфе западной Камчатки // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М:ВНИРО, С. 56–62.
11. Родин В.Е., 1985. Пространственная и функциональная структура популяции камчатского краба // Известия ТИНРО, т.110, С. 86–97.
12. Родин В.Е., Кобликов В.Н., Долженков В.Н., Слизкин А.Г., 1996. Динамика биологического состояния и временные меры регулирования промысла камчатского краба // Рыбное хозяйство, N 4, С.43–45.
13. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Сост. В.Е.Родин, А.Г.Слизкин, В.И.Мясоедов, В.Н.Барсуков, В.В.Мирошников, К.А.Згуровский, О.А.Канарская, В.Я.Федосеев, 1979. Владивосток: ТИНРО, С. 1–59.
14. Столяренко Д.А., Иванов Б.Г., 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.45–70.
15. Тарвердиева М.А., 1974. Распределение и питание мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.99, С. 54–62.
16. Чекунова В.И., 1969. Границы миграционных районов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С. 345–353.
17. Cassie R.M. 1954. Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions // Australian J. of Marine and Freshwater Res., V.5, P. 513–522.
18. Somerton D.A., McIntosh K.A. 1985. Reproductive biology of the female blue king crab *Paralithodes platypus* near the Pribilof Islands, Alaska // Crustaceana, Vol.5, P. 365–376.

## НОВОЕ СКОПЛЕНИЕ КАМЧАТСКОГО КРАБА (*PARALITHODES CAMTSCHATICA*), ОБНАРУЖЕННОЕ В ПРОЛИВЕ ЛИТКЕ (БЕРИНГОВО МОРЕ), ЕГО РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ

Милютин Д.М., Буяновский А.И., Сидоров Л.К.

В сентябре 1995 г., при проведении поисково-исследовательских работ в Карагинской подзоне, в проливе Литке (пролив между п-овом Камчатка и о-вом Карагинским) сотрудниками лаборатории прибрежных исследований ВНИРО Вагиным А.В. и Стрелковым В.И. было описано неизвестное ранее скопление камчатского краба. В июле – октябре 1996 г. в этом районе была проведена ловушечная съемка, основной задачей которой было получение максимально возможных сведений о биологии этой популяции.

Литературные сведения о биологии камчатского краба на восточном побережье Камчатки крайне скудны. Малочисленная популяция камчатского краба известна к востоку от мыса Лопатка, где она, вероятно, связана с небольшой северокурильской популяцией, а, возможно, и с западнокамчатской суперпопуляцией (Виноградов, 1947, 1971). Камчатский краб был найден в Авачинской губе (Макаров, 1941), а позже – в Авачинском и Кроноцком заливах (Виноградов, 1947, 1971), причем, по данным КамчатНИРО (П.А. Федотов, устное сообщение), в этих районах скопления его достаточно обширные. По материалам экспедиции шхуны «Сторож» в 1899 – 1902 гг., молодь камчатского краба была поймана тралом в Камчатском заливе (Виноградов, 1947).

Л.Г. Виноградов (1971) считает, что «хотя температурный режим верхней элиторали Корфо-Карагинского района становится более приемлемым для камчатского краба, чем режим Олюторского района, постоянное Камчатское течение, идущее вдоль берега в южном направлении, препятствует как проникновению личинок краба с юга, так и сохранению его местных устойчивых популяций». А.Г. Слизкин (Слизкин, 1974) утверждает, что в Беринговом море камчатский краб не встречается западнее о. Прибылова, однако в этой работе упоминается о единичных взрослых особях, пойманных в 1969 – 1971 гг. у о-ва Карагинского. Слизкин также считает, что вряд ли личинки могли быть занесены в этот район из Кроноцкого залива, так как Камчатское течение направлено на юг. В.Е. Родин (Родин, 1985) определяет район о-ва Карагинского как северную границу распространения камчатского краба у берегов восточной Камчатки. Существуют упоминания о сомнительном, не подтвержденном сборами, обнаружении камчатского краба в заливе Корфа и восточнее мыса Говен (Виноградов, 1947, 1971).

Камчатский краб распространен также в юго-восточной части Берингова моря – в Бристольском заливе (Родин, 1970, 1985; Виноградов, 1971; Слизкин, 1974). Его мальки концентрируются в Бристольском заливе вдоль северного побережья п-ова Аляска, а северная граница восточно-берингоморского ареала камчатского краба проходит в заливе Нортон (Слизкин, 1974). Кроме того, этот вид известен в районе Алеутских островов (Макаров, 1941).

Таким образом, до последнего времени считалось, что в Корфо-Карагинском районе камчатский краб встречается штучно и не образует значительных скоплений. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение жизненного цикла и биологии обнаруженной группировки и оценка перспектив ее промыслового использования.

### Материал и методика

Ловушечная съемка велась в режиме научно-промыслового лова двумя судами типа МРС-150 на глубинах 12 – 58 м в проливе Литке (рис. 1) в период с 7 июля по 11 октября. Были использованы порядки по 40 стандартных японских ловушек, расположенных с интервалом 32 м.

Количественный учет и биологический анализ камчатского краба проводили по стандартной методике (Руководство ..., 1979). Среди самцов камчатского краба выделяли две размерных категории: с шириной карапакса менее 145 мм (непромысловые самцы) и с шириной карапакса от 145 мм и более (промысловые самцы). При вычислении средних уловов (экземпляров на 1 ловушку; в дальнейшем экз/лов) считали, что при застое ловушек более суток, его длительность не влияет на полученные уловы (рис. 2).

Всего было поймано более 40 тонн самцов промыслового размера, и было исследовано 11239 особей камчатского краба из 350 порядков.

Математическая обработка данных проводили в программах: EXCELL for Windows 5.0 (создание базы данных) и STATISTICA for Windows 4.0 (статистическая обработка массивов). При определении границ размерно-возрастных групп использовали компьютерный аналог вероятностной бумаги (Cassie, 1954; Иванов, 1978); программа STATISTICA for Windows, опция «Normal probability plot», при этом критерием правильного выбора размерного шага служили линейный или логарифмический рост средних размеров в выделенных размерно-возрастных классах.



Рис. 1. Пролив Литке. Штриховкой показаны районы, где проводилась ловушечная съемка

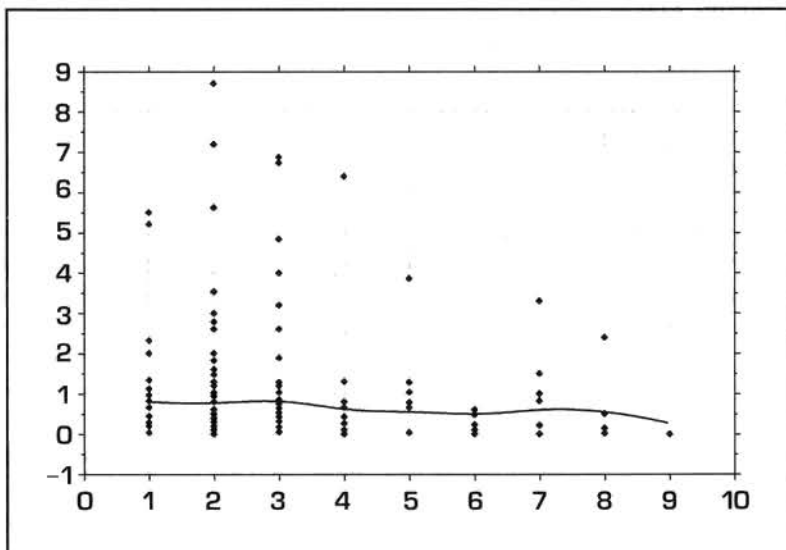


Рис. 2. Влияние застоя ловушек на улов (на примере промысловых самцов камчатского краба). Кривая получена методом наименьших квадратов. Ось X - застой ловушек, сутки; ось Y - улов, экз/лов

## Результаты

### Самцы

**Уловы.** В июле наибольшие уловы, в среднем 1,42 экз/лов, промысловых самцов были отмечены на глубинах 35 – 44 м (табл. 1). В первой половине августа уловы снизились на всех глубинах и прямо пропорционально зависели от глубины. Во второй половине августа – начале сентября наибольшие уловы вновь были отмечены на глубинах 35 – 44 м, где достигли абсолютного максимума (в среднем 2,16 экз/лов), а глубже 45 м они снижались более, чем в 5 раз. Во второй половине сентября – начале октября уловы снова сильно упали, но наиболее плотное скопление сохранялось в диапазоне глубин 35 – 44 м (в среднем 0,41 экз/лов).

Таблица 1. Уловы (экз/лов) промысловых и непромысловых самцов и самок камчатского краба на разных глубинах

Сроки	Категории	< 25м	25-34м	35-44м	45м > =
09.07.-31.07	пром. самцы	0,25	0,53±0,12	1,42±0,20	1,34±0,50
	непром. самцы	0,58	0,73±0,24	0,53±0,10	0,06±0,04
	самки	4,00	0,57±0,46	0,27±0,07	0
01.08.-15.08	пром. самцы	0,05±0,03	0,24±0,05	0,45±0,06	0,64±0,11
	непром. самцы	0,21±0,17	0,38±0,11	0,44±0,12	0,10±0,03
	самки	1,95±1,68	0,56±0,38	0,05±0,02	0,02±0,01
16.08.-05.09	пром. самцы	0,77±0,17	0,82±0,19	2,16±0,37	0,41±0,13
	непром. самцы	1,66±0,35	4,98±1,43	3,88±0,96	0,01±0,01
	самки	0,13±0,05	5,36±3,40	2,06±1,27	0
16.09.-03.10	пром. самцы	-	0,02±0,02	0,41±0,13	0,19±0,09
	непром. самцы	-	0,38±0,14	1,13±0,25	0,21±0,09
	самки	-	4,64±1,04	4,54±1,04	0,07±0,04

Максимальная концентрация непромысловых самцов была отмечена во второй половине августа – начале сентября (до 4,98 экз/лов в среднем на глубинах 25 – 34 м). Как правило, непромысловые самцы были сосредоточены на глубинах 25 – 44 м (табл. 1).

Доля промысловых самцов в уловах варьировала от 5 до 98%, а, в среднем составляла: 60% в июле, 48% в августе и 26 % в сентябре – октябре.

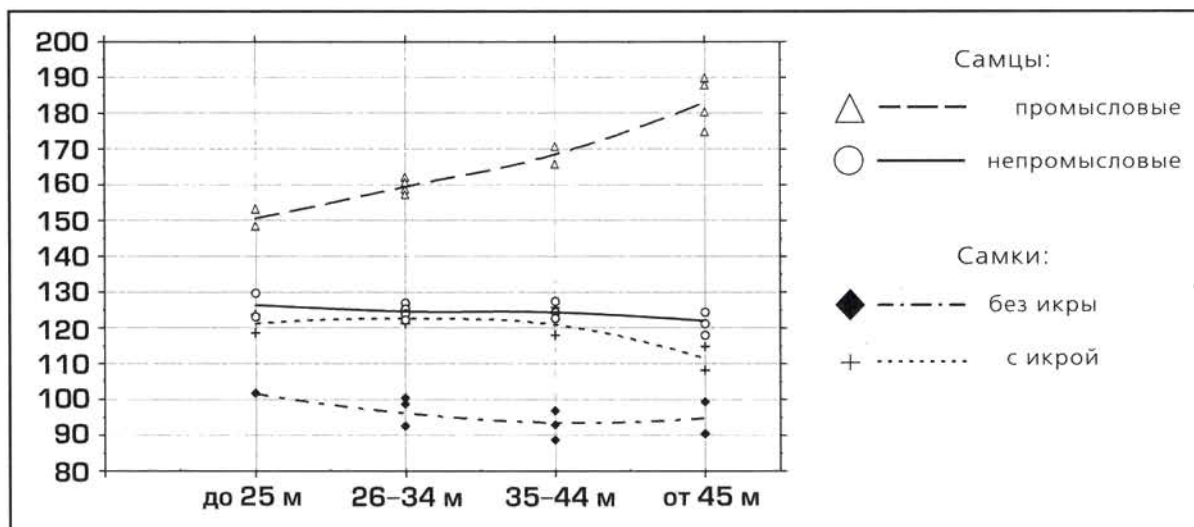
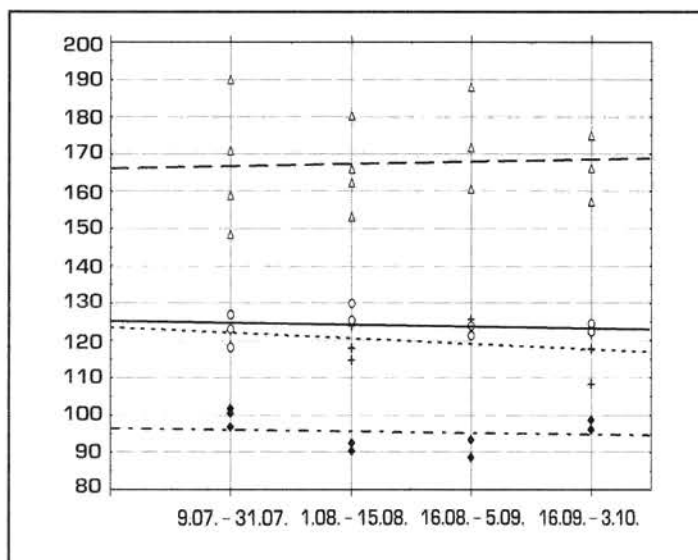


Рис. 3. Средняя ширина карапакса самцов и самок камчатского краба на разных глубинах. Кривые получены методом наименьших квадратов.



**Рис. 4.** Средняя ширина карапакса самцов и самок камчатского краба в разные периоды летне-осеннего сезона. Обозначения те же, что и в рис. 3

**Соотношение межлиночных категорий.** Среди промысловых самцов на всех глубинах преобладали особи на 3 ранней межлиночной стадии. Однако, с приближением зимы, их доля постепенно снижалась, тогда как доля крабов на 3 поздней и 4 межлиночных стадиях увеличивалась, причем доля особей на 3 поздней стадии была наибольшей в основном на глубинах до 45 м, а доля особей на 4 стадии – глубже 45 м (табл. 2а). Самцы, которые недавно перелиняли (стадия 2) в заметном количестве встречались только на глубинах от 45 м начиная с первой половины августа, а во второй половине месяца их доля достигла наибольших значений и составила 15%.

Большинство непромысловых самцов на протяжении всего времени исследований находилось на 3 ранней межлиночной стадии и преимущественно на глубинах до 45 м (табл. 2б).

**Таблица 2.** Средние уловы в экз./лов (в числителе) и соотношение в % (в знаменателе) межлиночных стадий самцов камчатского краба  
а. - промысловые самцы, межлиночные стадии;  
б. - непромысловые самцы, межлиночные стадии

а.

Межлиночные стадии	09.07 -31.07 Глубина, м				01.08 -15.08 Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
2	-	0,01/1	0	0	-	0,01/1	0,01/2	0,04/6
3	-	0,43/83	0,94/66	1,07/80	-	0,14/60	0,26/59	0,52/82
3 старая	-	0,09/16	0,42/30	0	-	0,06/26	0,14/31	0
4	-	0	0,06/4	0,27/20	-	0,03/13	0,04/8	0,08/12
Объем выборки, экз	0	75	1571	45	0	175	868	470
Межлиночные стадии	16.08.-05.09 Глубина, м				16.09.-03.10 Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
2	-	0,01/1	0,022/1	0,07/15	-	0	0,01/1	0,02/8
3	-	0,47/57	1,123/52	0,23/57	-	0,011/58	0,33/81	0,13/69
3 старая	-	0,30/37	0,907/42	0	-	0,008/39	0,04/11	0
4	-	0,04/5	0,108/5	0,11/28	-	0,001/3	0,03/7	0,04/23
Объем выборки, экз	0	222	308	47	0	33	719	39

Таблица 2. Продолжение

б.

Межли- ночные стадии	09.07 - 31.07 Глубина, м				01.08 - 15.08 Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,50/86	0,69/94	0,492/92,8	0,007/11	0,21/100	0,36/96	0,417/94,8	0,10/100
3 старая	0,08/14	0,04/6	0,037/7,0	0,040/67	0	0,02/4	0,022/5,0	0
4	0	0	0,001/0,2	0,013/22	0	0	0,001/0,2	0
Объем выборки, экз	7	145	650	9	5	296	626	125
Межли- ночные стадии	16.08 - 05.09 Глубина, м				16.09 - 03.10 Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
2	-	0	0	0	-	0	0	0
3	-	4,83/97	3,53/91	0,01/100	-	0,37/97	1,102/97,5	0
3 старая	-	0,16/3	0,35/9	0	-	0,01/3	0,027/2,4	0,21/100
4	-	0	0	0	-	0	0,001/0,1	0
Объем выборки, экз	0	486	313	59	0	214	979	2

**Размеры.** Средняя ширина карапакса самцов составляла  $147,23 \pm 0,30$  мм.

С приближением зимы, средняя ширина карапакса самцов на всех вместе взятых глубинах уменьшалась, тогда как, при отдельном анализе промысловых и непромысловых самцов какая-либо явная тенденция к изменению среднего размера по мере приближения зимы не прослеживалась ни в той, ни в другой категориях (рис. 4). Несоответствие, заключающееся в том, что объединенная выборка промысловых и непромысловых самцов показывает заметные изменения в средних размерах, а отдельно взятые выборки – нет, объясняется тем, что колебались процентные соотношения промысловых и непромысловых самцов в выборках (табл. 3).

По мере роста глубины, наоборот, происходило увеличение средних размеров самцов (табл. 4а). Раздельных анализ промысловых и непромысловых самцов показал, рост среднего размера с увеличением глубины был характерен только для первых, а у последних, наоборот, происходило его уменьшение (табл. 4б, в; рис. 3).

**Таблица 3.** Процентные соотношения в выборках (по глубинам и по периодам) категорий камчатского краба: промысловые и непромысловые самцы; самки без икры и самки с икрой.

**а.** - выборки по глубинам; **б.** - выборки по периодам сезона

а.

Категории	< 25м	25-34м	35-44м	45м >=
Пром. самцы	0	31	57	76
Непром. самцы	100	69	43	24
Самки с икрой	93	91	83	28
Самки без икры	7	9	17	72

б.

Категории	09.07 - 31.07	01.08 - 15.08	16.08 - 05.09	16.09 - 03.10
Пром. самцы	68	59	40	40
Непром. самцы	32	41	60	60
Самки с икрой	72	78	52	89
Самки без икры	28	22	48	11

**Таблица 4.** Ширина карапакса особей камчатского краба на разных глубинах.  
**а.** - все самцы, **б.** - промысловые самцы, **в.** - непромысловые самцы,  
**г.** - все самки, **д.** - самки без икры, **е.** - самки с икрой

**а.**

Сроки	< 25м	25-34м	35-44м	45м >=
09.07 - 31.07	130,60±4,84	137,73±1,32	157,62±0,54	188,42±2,42
01.08 - 15.08	133,67±4,78	138,95±1,00	146,57±0,65	169,65±1,03
16.08 - 05.09	-	130,85±0,83	147,15±1,16	182,91±3,51
16.09 - 03.10	-	126,47±0,93	136,49±0,67	148,35±2,86

**б.**

Сроки	< 25м	25-34м	35-44м	45м >=
09.07 - 31.07	148,33±2,40	158,75±1,44	170,65±0,40	189,64±2,13
01.08 - 15.08	153,00	162,07±0,95	165,81±0,49	180,20±0,69
16.08 - 05.09	-	160,51±0,85	171,52±1,03	187,75±2,64
16.09 - 03.10	-	157,09±1,39	166,09±0,76	174,70±2,47

**в.**

Сроки	< 25м	25-34м	35-44м	45м >=
09.07 - 31.07	123,00±4,16	126,86±1,03	127,28±0,54	118,00
01.08 - 15.08	129,80±3,44	125,32±0,74	124,35±0,56	124,32±1,41
16.08 - 05.09	-	123,88±0,52	123,41±0,78	121,25±14,06
16.09 - 03.10	-	122,28±0,79	122,55±0,46	124,40±1,62

**г.**

Сроки	< 25м	25 - 34м	35 - 44м	45м >=
09.07 - 31.07	116,13±1,64	119,43±4,08	114,44±1,49	-
01.08 - 15.08	123,79±1,86	121,30±1,13	118,18±2,40	99,14±3,36
16.08 - 05.09	-	105,00±4,37	116,25±12,76	-
16.09 - 03.10	-	122,53±0,57	121,11±0,39	111,11±2,29

**д.**

Сроки	< 25м	25 - 34м	35 - 44м	45м >=
09.07 - 31.07	101,57±1,17	100,33±6,74	96,73±1,04	-
01.08 - 15.08	-	92,46±1,91	92,82±1,68	90,21±2,70
16.08 - 05.09	-	93,29±1,17	88,50±3,11	-
16.09 - 03.10	-	98,65±1,32	96,08±0,67	99,33±2,33

**е.**

Сроки	< 25м	25 - 34м	35 - 44м	45м >=
09.07-31.07	118,61±1,61	122,61±4,21	122,69±1,59	-
01.08 - 15.08	123,79±1,86	124,99±0,95	117,96±2,18	114,75±3,87
16.08 - 05.09	-	121,19±2,35	125,67±12,17	-
16.09 - 03.10	-	121,71±0,59	117,56±0,42	108,17±2,29

**Размерные группы.** При размерном шаге, равном 3 мм, было выделено 11 размерных групп (табл. 5а). Вероятно, 11 выделенная группа на самом деле является сборной, однако из-за малых выборок разделить ее не удалось (рис. 5а). Анализ соотношений межличностных категорий в неперекрывающихся областях каждой группы (табл. 6) показал, что с увеличением номера группы падала доля особей, находящихся на 3 ранней стадии, росли доли особей, находящихся на 2 стадии, 3 поздней стадии и 4 стадии. Наиболее резко падение доли 3 ранней стадии и увеличение доли 3 поздней стадии происходила при переходе в 7 группу.

### **Самки.**

**Уловы.** В июле – первой половине августа наибольшая плотность самок была отмечена на глубинах до 30 м (табл. 1). Во второй половине августа – начале сентября произо-

**Таблица 5.** Выделенные размерные группы камчатского краба  
а. - самцы; б. - самки

а.

№ группы	Размерный диапазон, мм	Средний размер, мм	Прирост среднего, мм	Медиана, мм	Объем выборки, экз
1	71-79	73,43	-	73,0	7
2	77-100	87,60	14,17	89,0	125
3	92-109	100,09	12,49	100,0	328
4	101-127	112,92	12,83	113,0	846
5	116-139	127,73	14,81	128,0	1997
6	137-157	141,96	14,23	142,0	1305
7	146-172	157,38	15,42	157,0	1681
8	164-184	172,86	15,48	173,0	983
9	176-202	185,30	12,44	185,0	983
10	191-215	200,23	14,93	200,0	250
11	206-237	215,31	15,08	212,0	77

б.

№ группы	Размерный диапазон, мм	Средний размер, мм	Прирост среднего, мм	Медиана, мм	Объем выборки, экз
1	71-88	82,39	-	83,0	79
2	83-94	89,31	6,92	90,0	150
3	92-106	99,84	10,53	100,0	393
4	101-118	111,15	11,31	111,0	738
5	116-127	120,57	9,42	120,0	490
6	122-136	129,13	8,56	130,0	384
7	131-150	139,26	10,13	140,0	477
8	149-175	156,18	16,92	154,5	34

**Таблица 6.** Доля (%) самцов на разных межлиночных стадиях в неперекрывающихся диапазонах выделенных размерных групп самцов камчатского краба.  
I - июль, II - вторая половина сентября-начало октября

№ группы	2 стадия, %		3 ранняя стадия, %		3 поздняя стадия, %		4 стадия, %		Объем выборки, экз	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	0	0	100	100	0	0	0	0	2	4
2	0	0	100	95,7	0	4,3	0	0	13	46
3	0	0	100	98,0	0	2,0	0	0	30	98
4	0	0	95,3	97,9	4,7	2,1	0	0	85	195
5	0	0	92,3	98,5	7,3	1,5	0,4	0	286	462
6	0	0	89,6	94,2	10,0	5,8	0,4	0	299	257
7	0,4	0	69,6	65,2	27,1	28,6	2,9	6,2	273	112
8	0	2,6	59,4	50,6	37,4	33,8	3,2	13,0	286	77
9	0	0	66,1	74,1	29,8	7,4	4,1	18,5	218	54
10	2,0	13,3	60,8	66,7	23,5	6,7	13,7	13,3	51	15
11	0	50	33,3	50	26,7	0	40,0	0	15	2

шел отход самок на глубины 25 – 34 м, а во второй половине сентября – начале октября наибольшие уловы самок были на глубинах до 44 м. Значительных колебаний уловов самок во времени не наблюдалось.

Стадии развития икры. В июле 92% самок (от числа самок с икрой) имели свежееотложенную фиолетовую икру (ИФ), и 8% самок – бурюю икру (ИБ). Во второй половине сентября – начале октября доля самок с ИБ достигла 62% (табл. 7). Также за время работ было об-

**Таблица 7.** Соотношение самок с икрой на разных стадиях развития (% от числа самок с икрой)

Стадии развития икры	09.07 - 31.07	01.08 - 15.08	16.08 - 05.09	16.09 - 03.10
ИФ	92	70	93	38
ИБ	8	30	7	62
Объем выборки, экз	353	288	95	1219

**Таблица 8.** Средние уловы в экз/лов (в числителе) и соотношение в % (в знаменателе) самок камчатского краба на разных стадиях развития  
БИ - процент вычислялся от общего количества самок;  
ИФ, ИБ - процент вычислялся от количества самок с икрой

Стадии развития икры	09.07 - 31.07				01.08 - 15.08			
	Глубина, м				Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
БИ*	0,60/15	0,08/14	0,05/19	-	0	0,07/14	0,024/48	0,013/65
ИФ**	3,40/85	0,49/86	0,19/70	-	1,87/96	0,29/59	0,021/42	0,005/25
ИБ**	0	0	0,03/11	-	0,08/4	0,13/27	0,005/10	0,002/10
Объем выборки, экз	48	21	284	0	47	217	85	22
Стадии развития икры	16.08 - 05.09				16.09 - 03.10			
	Глубина, м				Глубина, м			
	<25	25-34	35-44	45>=	<25	25-34	35-44	45>=
БИ*	-	1,61/30	1,17/57	-	-	0,19/4	0,64/14	0,018/26
ИФ**	-	3,45/64	0,89/43	-	-	1,87/40	1,12/24	0,017/24
ИБ**	-	0,30/6	0	-	-	2,58/56	2,88/62	0,035/50
Объем выборки, экз	0	131	7	0	0	520	1357	12

наружено несколько неперелинявших самок, у которых личинки были выпущены. В течение всего сезона уловы самок с икрой уменьшались по мере увеличения глубины (табл. 8).

Наиболее высокие уловы самок без икры (БИ) отмечены: в июле – на глубинах до 25 м, а начиная с августа – на 25 – 34 м (табл. 8)

**Таблица 9.** Доля (%) самок без икры в неперекрывающихся диапазонах выделенных размерных групп самок камчатского краба

№ класса	Самки с икрой, %	Объем выборки, экз
1	4	27
2	4	51
3	38	191
4	94	622
5	98	171
6	100	134
7	100	341
8	100	17

**Размеры.** Средняя ширина карапакса самок составляла  $118,00 \pm 0,31$  мм.

Средняя ширина карапакса уменьшалась с увеличением глубины, как в общей выборке, так и в отдельных выборках самок без икры и самок с икрой (табл. 4г, д, е; рис. 3).

В общей выборке самок средний размер с приближением зимы увеличился (табл. 4г), тогда как при анализе отдельных выборок какой-либо отчетливой закономерности к изменению средних размеров в разные периоды сезона найдено не было (рис. 4), что, видимо, объясняется теми же причинами, что и у самцов (табл. 3).

**Размерные группы.** При размерном шаге, равном 3 мм, было выделено 8

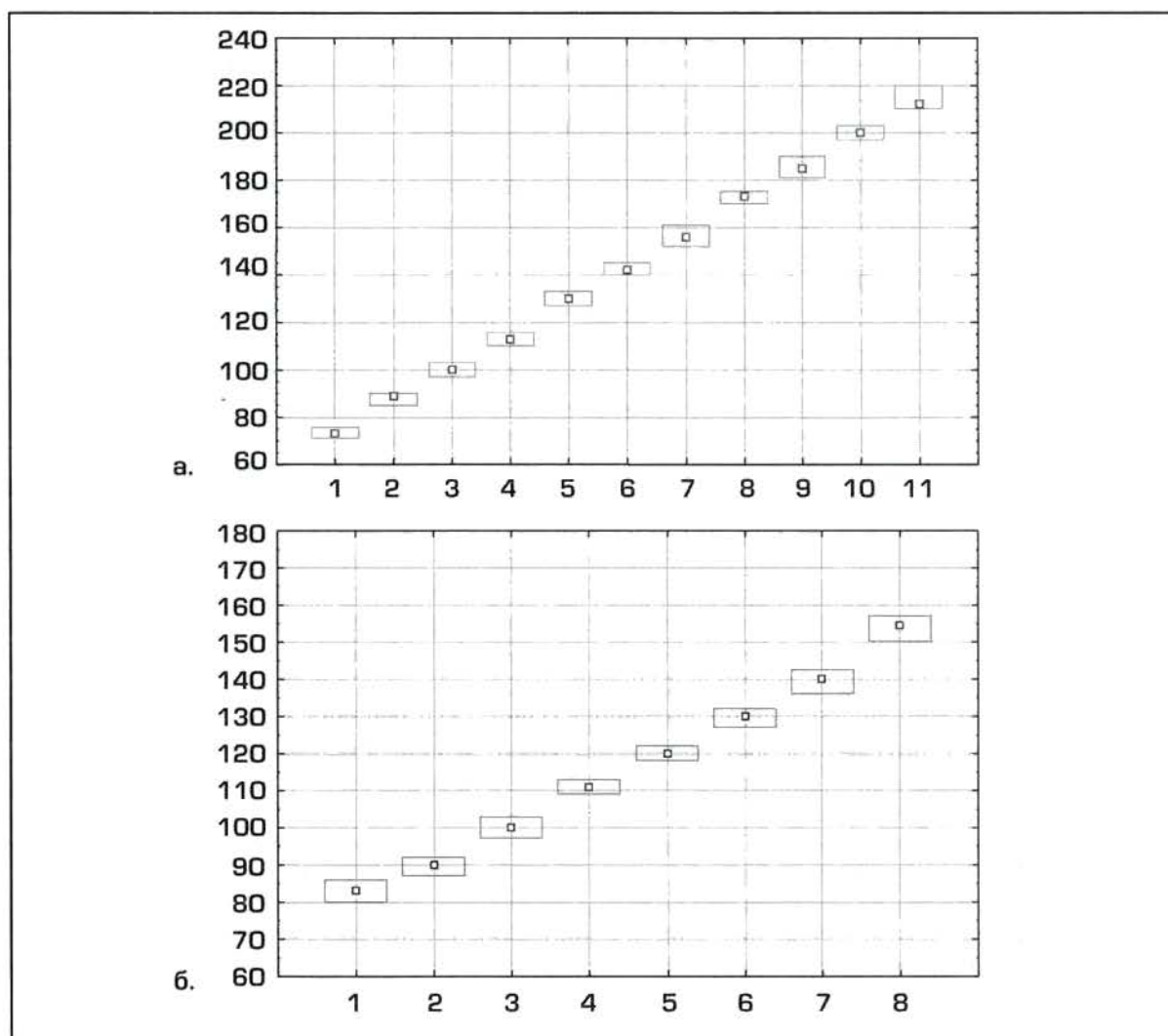


Рис. 5. Медиана, 2-я и 3-я квартили, минимальные и максимальные значения в выделенных размерных классах камчатского краба  
а. - самцы, б. - самки

размерных групп (табл. 5б). Вероятно, 1 и 8 выделенные группы на самом деле содержат в себе более чем по одной группе, но выделить их не удалось из-за малых выборок особей самых маленьких и самых больших размеров (рис. 5б). Наиболее резкое снижение доли самок без икры в неперекрывающихся («чистых») диапазонах выделенных групп произошло в 3 – 4 группах (табл. 9).

### *Травмированность особей*

Особи с травмированными (покалеченными, редуцированными или отсутствующими) конечностями составляли 10,4% от общего количества исследованных крабов. Среди промысловых самцов травмированных особей было 8,9%, среди непромысловых самцов – 12,2%, среди самок – 9,4%. Особей с травмированными конечностями I пары было 16%, II пары – 24%, III пары – 25%, IV пары – 54% от общего количества травмированных крабов.

### **Обсуждение**

Руководствуясь полученными данными о летне-осеннем распределении камчатского краба в проливе Литке, можно предположить, что здесь находится кормовой район крабов, где они, возможно, спариваются на мелководье в мае – июне (так как в июле 98% самок находились на 3 ранней стадии) и затем кормятся. По-видимому, во второй поло-

вине сентября взрослые самцы начали отходить в район зимовки, так как их уловы в это время упали, однако уловы самок еще оставались сравнительно высокими. Места расположения районов зимовки пока неизвестны.

По данным Л.Г. Виноградова (1941), ширина карапакса 7-летних самцов камчатского краба (в заливе Петра Великого или на западной Камчатке) равна в среднем 8,5 см. Если применять эти данные к стаду крабов в проливе Литке, то, вероятно, первая выделенная размерная группа соответствует 6-летнему возрасту (табл. 10). До 5-й группы включительно, которая соответствует 10-летнему возрасту, наши данные хорошо совпадают с данными Виноградова. Самцы из последней, 11-й группы, очевидно, соответствуют возрасту от 16 лет и старше. Средняя ширина 1-й размерной группы самок была на 9 мм больше, чем у 1-й размерной группы самцов и на 5 мм меньше, чем у 2-й размерной группы самцов. Учитывая, что на 7-м году жизни рост самок начинает отставать от роста самцов (Виноградов, 1941), 1-я размерная группа самок, видимо, соответствует 7-летнему возрасту, а последняя, 8-я группа – от 14-летнего возраста и старше. Таким образом, самки становятся половозрелыми на 9 – 10 году жизни, когда наблюдается резкое увеличение доли особей, несущих икру (табл. 9).

По классической схеме жизненного цикла камчатского краба (Виноградов, 1941; Родин, 1985) линька самцов происходит после спаривания, то есть примерно в июне. Следовательно, в июле следует ожидать, что, если не все, то, как минимум, значительная часть самцов будет иметь неокрепший панцирь (стадия 2). Однако абсолютное большинство крабов в это время имело уже достаточно окрепшие покровы (стадия 3 ранняя), что свидетельствует о том, что линька, скорее всего, имела место в апреле – мае: так как это происходит в Хайрюзовском районе западного побережья (Низяев и др., 1992; Буяновский и др., 1999). С другой стороны, появление заметного количества крабов на стадии 2 во второй половине августа указывает на то, что часть особей может проходить линьку в летний период, после спаривания.

Если действительно район о-ва Карагинского является северной границей распространения камчатского краба у берегов восточной Камчатки (Родин, 1985), то пополнение существующей здесь группировки новыми особями возможно несколькими путями.

Такие факты как наличие большого количества половозрелых самок с икрой и присутствие в уловах молоди позволяют предположить, что в Карагинской подзоне могут существовать районы концентрации мальков и молоди камчатского краба, и, следовательно, может происходить оседание личинок. В целом, особенности распределения и размерной структуры камчатского краба в Карагинской подзоне достаточно сходны с аналогичными данными для Хайрюзовской группировки на западной Камчатке (см., например, Буяновский и др., настоящий сборник), которая считается независимой частью западнокамчатской популяции (Виноградов, 1969). Существова-

**Таблица 10.** Выделенные размерные группы камчатского краба и предполагаемые соответствующие им возраста

Самцы		Самки	
№ размерного класса	Предполагаемый возраст, лет	№ размерного класса	Предполагаемый возраст, лет
1	6	1	7
2	7	2	8
3	8	3	9
4	9	4	10
5	10	5	11
6	11	6	12
7	12	7	13
8	13	8	14 и более
9	14		
10	15		
11	16 и более		

ние такой независимой популяции может обеспечиваться замкнутым круговоротом течений вокруг о-ва Карагинского, наличие которого отмечали многие исследователи (Леонов, 1960; Натаров, 1963; Арсеньев, 1967; Отчет..., 1989; Отчет..., 1990; Верхунов, 1994; Верхунов и др., 1995).

Вместе с тем, пока нельзя отрицать возможность пополнения карагинской группировки личинками из восточной части Берингова моря. Воды, поступающие сюда из Тихого океана, проходят через проливы между островами Алеутской гряды. Образующиеся течения распространяются на север и на северо-запад, где у мыса Наварин часть их образует Камчатское течение, направленное с севера на юг и проходящее около о-ва Карагинского (Арсеньев, 1967; Верхунов, 1994; Верхунов и др., 1995). Вместе с течениями могут переноситься и личинки камчатского краба.

Также не исключена и возможность миграции взрослых особей по восточно-камчатскому шельфу с юга. Однако перенос личинок крабов, обитающих на восточно-камчатском шельфе, с юга на север и оседание их в районе о-ва Карагинского маловероятен, так как они сносятся на юг Камчатским течением. Кроме того, пока нет данных о наличии крабовых скоплений в Камчатском и Озерновском заливах. Более того, вероятнее, что часть личинок, вылупленных у о-ва Карагинского, будет перенесена Камчатским течением на юг, где они пополнят другие популяции камчатского краба восточной Камчатки, в частности, небольшую популяцию в Кроноцком заливе, которую ранее считали независимой (Виноградов, 1971).

Таким образом, карагинская группировка камчатского краба является еще одним звеном в цепочке, соединяющей локальные популяции камчатского краба на побережье восточной Камчатки, а возможно, также и на побережье Аляски.

## Заключение

Данные, полученные во время исследований 1995 – 96 гг. позволяют сделать вывод о существовании в проливе Литке Карагинской подзоны обширного скопления камчатского краба. В скоплении присутствуют все размерно-функциональные группировки, включающие промысловых и маломерных самцов, а также взрослых и неполовозрелых самок. Предположительные сроки линьки основной части самцов – апрель – май. В июле большинство оплодотворенных самок имеет на плеоподах фиолетовую икру. Доля промысловых самцов в течение лета осени на разных глубинах меняется от 5 до 98% и снижается от 60% в июле до 26% в сентябре – октябре. Средняя ширина карапакса самцов 147 мм, самок – 118 мм. Использование небольших судов типа МРС-150, оснащенных ловушками, показало, что промысловое использование этого скопления возможно.

## Список литературы

1. Арсеньев В.С. 1967. Течения и водные массы Берингова моря. М., Наука, 135 с.
2. Буяновский А.И., Вагин А.В., Полонский В.Е., Сидоров Л.К. 1999. // Настоящий сборник // О некоторых особенностях экологии камчатского и синего крабов в районе северо-западной Камчатки.
3. Верхунов А.В. 1994. Термохалинные характеристики шельфовых фронтов в западной части Берингова моря // Океанология, т. 34, № 3, 356–369.
4. Верхунов А.В., Рид Р.К., Ткаченко Ю.Ю. и Крюков В.В. 1995. Крупномасштабная изменчивость циркуляции Берингова моря (по результатам экспедиций 1990–1992 гг.) // Комплексные исследования экосистемы Берингова моря. Под ред. Б.Н. Котенева и В.В. Сапожникова. 39–52.
5. Виноградов Л.Г. 1941. Камчатский краб. Владивосток, издание ТИНРО, 94 с.
6. Виноградов Л.Г. 1947. О географическом распространении камчатского краба // Известия ТИНРО, т. 22, 195–232.
7. Виноградов Л.Г. 1971. О расположении и связях популяций камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Til.) в пределах его видового ареала // Основы биологической продуктивности океана и ее использование. Ред. К.В. Беклемишев. Москва. 201–206.
8. Иванов Б.Г. 1978. О возможности разделения одного возрастного класса у ракообразных на две размерные группы на примере *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda) // Зоологический журнал, 57 (2), 673–681.
9. Леонов А.К. 1960. Региональная океанография. Ч. 1. Гидрометеоиодат. 765 с.

10. Макаров В.В. 1941. Фауна Decapoda Берингова и Чукотского морей // Исследования Дальневосточных морей СССР, 1. 112–163.
11. Натаров В.В. 1963. О водных массах и течениях Берингова моря. // Труды ВНИРО, т. 48; Труды ТИНРО, т. 50, 111–133.
12. Низяев С.А., Федосеев В.Я., Мясоедов В.И., Родин В.Е. 1992. К формированию урожайности поколений камчатского краба *Paralithodes camtschatica* на шельфе западной Камчатки // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М, ВНИРО, 56–62.
13. Отчет о научно-исследовательских работах, выполненных на РТМС "Новодруцк" в Беринговом море в октябре-декабре 1988 г. 1989. Отчет ТИНРО.
14. Отчет о результатах выполнения научно-исследовательских работ в 24-м рейсе НПС «Шантар» у восточного побережья Камчатки и в северо-западной части Берингова моря с 12 апреля по 31 июля 1990 г. по теме 01.01.08. 1990. Отчет ТИНРО.
15. Родин В.Е. 1970. Некоторые данные о распределении камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) в юго-восточной части Берингова моря // Труды ВНИРО, т. 70. Известия ТИНРО, т. 72, 149–154.
16. Родин В.Е. 1985. Пространственная и функциональная структура популяции камчатского краба // Известия ТИНРО, т. 110, 86–97.
17. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. Сост. В.Е. Родин, А.Г. Слизкин, В.И. Мясоедов, В.Н. Барсуков, В.В. Мирошников, К.А. Згуровский, О.А. Канарская, В.Я. Федосеев. Владивосток, ТИНРО, 1–59.
18. Слизкин А.Г. 1974. Особенности распределения крабов (Crustacea, Decapoda, Lithodidae et Majidae) в Беринговом море // Труды ВНИРО, т. 99, «Бонитет мирового океана», вып. 5, 29–37.
19. Cassie R.M. 1954. Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions // Australian J. of Marine and Freshwater Res., 5, 513–522.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ ВОЛОСАТОГО КРАБА В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРУДИЙ ЛОВА

Переладов М.В.

Изучение поведения волосатого краба в естественных условиях проводилось с использованием легководолазного снаряжения в диапазоне глубин от уреза воды до 50 м. В ходе подводных наблюдений особи волосатого краба были отмечены в единичных количествах на скальных субстратах среди зарослей бурых водорослей в диапазоне глубин от 5 до 15 м и в массе на песчанном и илисто-песчанном грунте в диапазоне глубин от 15 до 50 м.

Анализ поведения волосатого краба на скальном грунте показал, что этот биотоп не является типичным для данного вида. В пользу этого суждения свидетельствуют те факты, что на скалах волосатый краб встречается единично, держится преимущественно на границе скал и песка, либо в местах скопления растительного детрита в скальных нишах. Отмечено также активное избегание волосатыми крабами открытых скальных пространств. В случае опасности (появление водолаза) крабы со скал однозначно убегают вниз по склону, в сторону открытого песка, что еще раз свидетельствует о факультативности скального биотопа для волосатого краба.

В отличие от скал, на песчанном грунте поведение волосатого краба более разнообразно. Условно поведенческую активность волосатого краба можно разделить на следующие категории:

- \* поисковое сканирование поверхности грунта и подборание мелкого детрита,
- \* поедание плоских морских ежей и заготовки их «впрок»,
- \* зарывание в песок с «процеживанием» грунта,
- \* двигательная пауза в погруженном в песок состоянии,
- \* активное перемещение по песчанному грунту,
- \* плавание.

Доля каждого типа активности в общем спектре поведения волосатого краба различна и зависит от пола, стадии линьки, размера особи.

Наиболее типичное поведение волосатого краба заключается в поисковом сканировании поверхности грунта (Фото 1). Среди всех встреченных в ходе подводных наблюдений крабов, примерно для 50% особей отмечался именно этот тип поведения. Во время поискового сканирования волосатый краб медленно перемещается по дну, перебирая клешнями поверхность грунта в поисках пищи. Скорость перемещения крабов варьирует в пределах 10 – 50 см/мин и зависит от размера и пола особи. Наиболее подвижны самцы с шириной карапакса более 100 мм, наименее подвижны – самки с икрой. Пространственная конкуренция отмечена только в случае сближения крабов на расстояние менее 50 см. Наблюдения за группами крабов, состоящими из 5 – 6 особей показали, что все они движутся в одну сторону, преимущественно против течения.

Как естественное продолжение поискового пищевого поведения можно рассматривать и поедание волосатыми крабами плоских морских ежей *Scaphechinus griseus*, *S. mirabilis*, *Echinirachnius parma*, являющихся руководящими формами бентоса рыхлых грунтов в исследованном диапазоне глубин (Фото 2). Причины, определяющие питание волосатого краба морскими ежами, не определены. Корреляции между стадией линьки и размерами крабов, поедающих ежей, по сравнению с особями, питающимися детритом, не отмечено. Можно только отметить, что ни разу не отмечалось поедание морских ежей самками волосатого краба, несмотря на то, что плотность морских ежей на исследованной акватории достигает 20 – 50 экз/м<sup>2</sup>.

При питании морскими ежами краб держит ежа в одной клешне, отламывая другой клешней кусочки и отправляя их в «рот». При этом поедается преимущественно центральная часть морского ежа, наиболее богатая мягкими тканями. Краевые фрагменты панциря морского ежа выбрасываются. Краб среднего размера (100 мм) полностью съе-



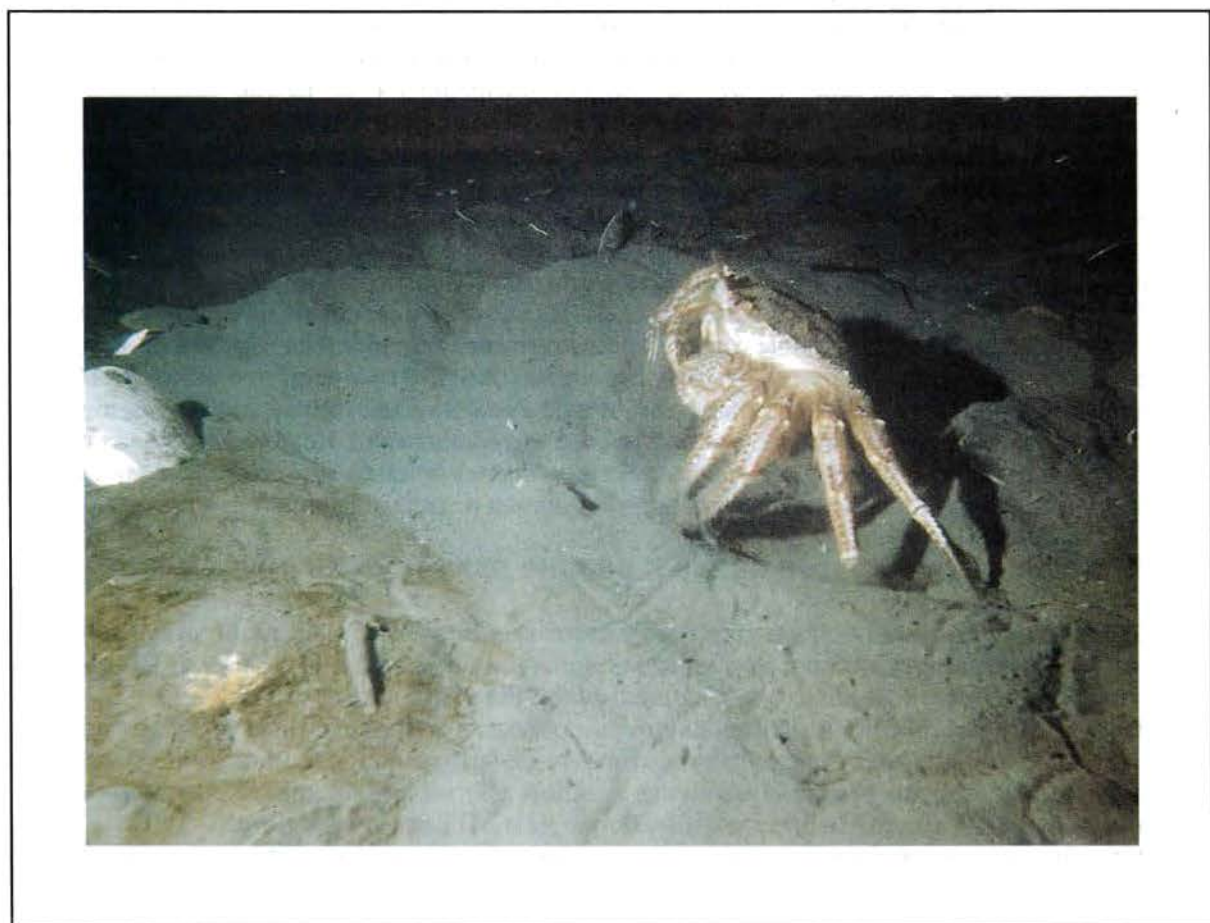
**Фото 1.** Поисковое сканирование поверхности грунта самцом волосатого краба



**Фото 2.** Типичная структура бентоса в районе обитания волосатого краба. Сообщество *Echinirachnius parma* (глубина 30 м)



**Фото 3.** Процесс поедания волосатым крабом плоских морских ежей



**Фото 4.** Типичное положение волосатого краба при закапывании в грунт

дает морского ежа диаметром 40 – 50 мм за 20 – 30 минут. Анализ «кормовых площадок», состоящих из обломков морских ежей позволяет судить о том, что краб может съесть подряд 3 – 4 ежей. Отмечено, что для предотвращения расползания морских ежей от места кормления волосатые крабы втыкают ежью торцом в песок рядом с собой (Фото 3). Доля крабов, питающихся морскими ежами от общего количества встреченных особей составляет порядка 10%.

Третьим типом пищевого поведения можно считать закапывание волосатых крабов в грунт с последующим продвижением в нем (Фото 4). Этот тип поведения неоднократно отмечался при проведении подводных наблюдений, хотя, следует отметить, что ни разу не было отмечено собственно пищевого поведения крабов, которое бы выразилось в каком-либо характерном движении конечностей. Все зарывшиеся в грунт крабы в момент наблюдения были неподвижны. Также трудно судить о том, насколько длительна эта фаза поведения. На грунте отмечались треки отдвигающегося задом наперед краба длиной до полутора метров, при этом начало трека было уже практически полностью размыто придонным течением. Апсредованно, сравнивая скорость размывания треков от следов лап и прочих частей снаряжения, которые оставляет водолаз, можно судить о том, что крабы находятся в грунте от нескольких часов до суток, продвигаясь со скоростью 5 – 10 мм/мин. Указанный тип поведения характерен для всех возрастных групп крабов обоих полов, независимо от стадии линьки. Доля крабов, пребывающих в закопанном состоянии в грунте, составляет порядка 25%.

В качестве крайней формы предыдущего типа поведения можно отметить полностью погруженных в грунт неподвижных крабов (Фото 5). Для этого типа поведения характерно то, что на поверхности песка остается только узкая полоска передней кромки карапакса, либо только антенны. В таком состоянии краб может находиться несколько суток, о чем можно судить по тому факту, что в ряде случаев над карапаксом течением были намыты песчаные рифели с наилком между ними. В данном состоянии встречено порядка 15% всех отмеченных на изученных полигонах крабов всех размеров, стадий линьки и пола, с некоторым преобладанием самок на третьей стадии линьки. Причины такой паузы в поведении не определены. После того, как водолаз касался зарытого в песок краба, он стремительно выскакивал из песка и убегал, по скорости передвижения ничуть не отличаясь от «бодрствующих» особей, пасущихся в том же биотопе.

Поведение остальных 10% встреченных крабов можно отнести к артефактам – это активная реакция избегания водолаза, воспринимаемого в качестве потенциального хищника. Во время убегания крабы движутся со скоростью до 30 – 40 см/сек, периодически совершая прыжки и поднимаясь в толщу воды на высоту до 1 м от дна, проплывая таким образом по 3 – 4 м. Убегание обычно происходит вниз по склону. Следует отметить, что наиболее активное избегание опасности волосатыми крабами происходит в тех случаях, когда объект (водолаз) движется вниз по склону и по течению. При приближении водолаза снизу и против течения, крабы более спокойно реагируют на его движение.

Следует отметить также, что волосатые крабы активно реагируют на изменение гидрологических условий в придонном слое. Неоднократно отмечалось активное перемещение крабов вслед за перемещением придонного термоклина. Отмечено, что волосатый краб предпочитает держаться ниже термоклина и активно избегает теплой воды (в отличие от колючего краба, который наоборот держится выше термоклина). Кстати, этот факт позволяет судить о том, что в период формирования термоклина между этими двумя видами прибрежных крабов значительно ослабевает пищевая и территориальная конкуренция.

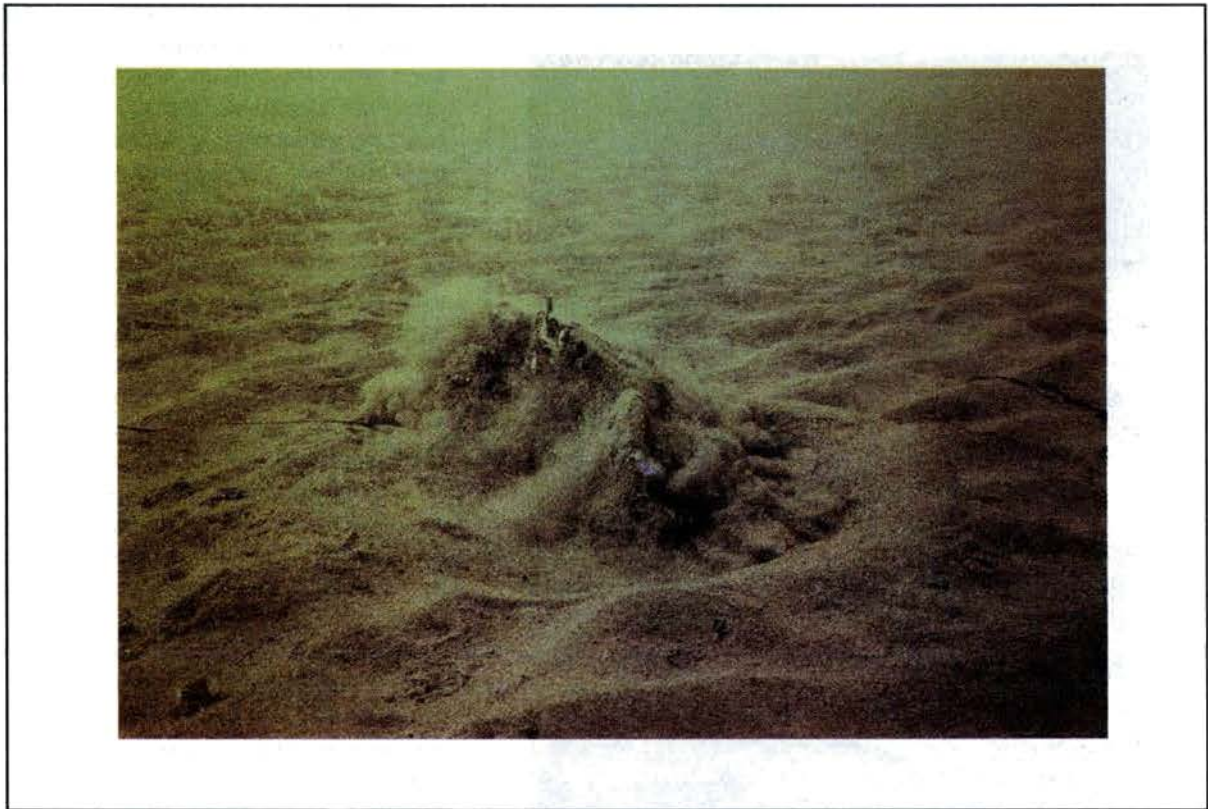
## Поведение волосатого краба в районе размещений орудий лова

Изучение поведения волосатого краба в районе размещения орудий лова проводилось с использованием легководолазного снаряжения в диапазоне глубин от 20 до 50 м, на акватории залива Невельского Татарского пролива Японского моря.

В качестве орудий лова использовались крабовые и креветочные ловушки различных типов, отличающиеся размером сетной ячеи, степенью распластанности конуса, формой и количеством заходов, наживой и рядом других признаков. Всего проанализировано поведение крабов около ловушек более чем 10 различных типов.

Поведенческую активность волосатых крабов вблизи орудий лова можно подразделить на следующие фазы:

- \* подход к орудию лова,
- \* заползание в орудие лова,
- \* поведение внутри орудия лова.



**Фото 5.** Полностью погруженный в грунт неподвижный волосатый краб

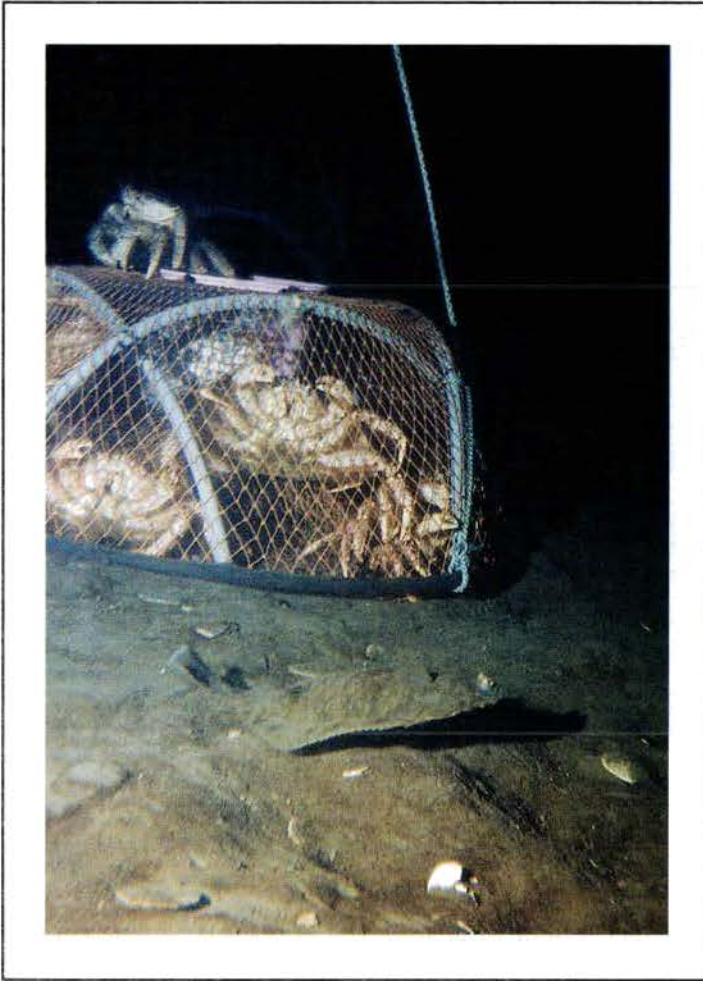
При подходе к орудию лова у волосатых крабов наблюдается активная реакция именно на ловушку, то есть можно говорить о том, что краб «осознанно» выбирает именно этот объект, а не случайно натывается на него в ходе поискового сканирования грунта. Подход к ловушке осуществляется постепенно, серией мелких передвижений, во время которых краб вначале обходит ловушку, пробует дотянуться до наживки через сетку и только потом начинает пытаться взобраться на сетной конус.

Следует отметить, что далеко не все крабы, отмеченные в районе орудия лова предпринимают активные попытки проникнуть внутрь ловушки или дотянуться до приманки. Неоднократно отмечалось, как крабы в течение длительного времени находились в непосредственной близости от ловушки (на расстоянии 1 – 2 м от сетки) и продолжали поисковое сканирование грунта, не реагируя на приманку.

После того как краб подошел к орудию лова и несколько раз попытался дотянуться до приманки снаружи, он начинает карабкаться по сетке вверх, к входу в ловушку. Эта фаза поведения одна из наиболее критичных с точки зрения промысла. При подводных наблюдениях отмечалось, что в этот момент любое внешнее воздействие (резкие перемещения других крабов, движение водолаза в поле зрения краба, появление в толще воды обрывков водорослей, пятен мути и пр.) оказывают на краба пугающее воздействие и он отскакивает от ловушки.

По всей видимости, любое перемещение по вертикали, при котором происходит отрыв краба от поверхности грунта, воспринимается им как состояние повышенной опасности, избегание которого однозначно происходит в сторону самой низкой точки грунта или вниз по склону. Большую роль при этом играет крутизна склона и относительное превышение препятствия над грунтом. Так отмечено, что волосатые крабы гораздо быстрее ползут по слабо наклонной стенке ловушки, чем по крутой. Также отмечено, что если суммарная высота стенки ловушки не превышает размаха конечностей краба, то подъем осуществляется практически одним движением.

С этой точки зрения быстрее всего крабы заползают в ловушку с входом, расположенным на боковой стенке (так называемые «чемоданы» – квадратные ловушки высотой порядка 30 см, обтянутые делью с ячейей 25 – 30 мм и оснащенные двумя боковыми входами) и в ловушки, коэффициент распластности конуса которых больше 2 (коэффициент распластности – отношение нижнего диаметра ловушки к верхнему).



**Фото 6.** Конкурентное взаимодействие крабов (особи, находящиеся в ловушке противодействуют проникновению внутрь особей, находящихся снаружи)

сатых крабов внутри ловушек удалось выявить такой условный параметр как максимально возможная «заполняемость ловушки». Эта величина, которую можно отобразить в количестве экземпляров краба на ловушку зависит прежде всего от наличия в ловушке свободного пространства. Показано, что максимальное количество крабов, которое может оказаться в ловушке равно отношению между внутренним объемом ловушки и жизненным объемом, который занимает особь волосатого краба. При этом под «жизненным объемом краба» понимается условный объем пространства, внутрь которого можно вписать краба, находящегося в активном состоянии с расправленными в разные стороны конечностями и с согнутыми под 90° когтями (dactilus) части ходильных ног (с учетом радиуса размаха передних конечностей).

В качестве примера, если взять среднего самца волосатого краба с шириной карапакса 100 мм, то его «жизненный объем» будет слагаться из следующих размеров:

высота карапакса	50 мм
длина карапакса	150 мм
длина 3-й ходильной ноги	170 мм
длина когтя	55 мм
длина 1-й ходильной ноги	100 мм

Таким образом жизненный объем =  $(50 + 55) \times (150 + 100) \times (100 + 340) = 11550000 \text{ мм}^3 = 11,5 \text{ дм}^3$  (литра).

Если взять стандартную креветочную ловушку, используемую для лова волосатого краба, то ее объем (при нижнем диаметре 100 см, верхнем диаметре 60 см и высоте от

Поведение волосатого краба около входа в ловушку определяется тем, насколько она заполнена другими крабами. Если краб первый проникает в ловушку, то он практически без остановки проходит вход и направляется к наживнице. Если в ловушке уже находятся другие особи, то между теми, кто уже внутри, и той особью, которая пытается проникнуть внутрь, может произойти столкновение, вплоть до активного противодействия проникновению внутрь краба, находящегося снаружи (Фото 6). Такое «противостояние» может закончиться тем, что внешний краб прекратит попытки проникнуть внутрь ловушки и снова спустится на грунт.

Степень агрессивности крабов, находящихся внутри ловушки, зависит от степени наполненности ловушки и размерных соотношений «хозяина» и «претендента». Отмечено практически 100% доминирование крупных особей над мелкими, самцов над самками и самок без икры над самками с икрой.

Степень активности краба в зависимости от стадии линьки обнаружена не была из-за ограниченности обследованного материала.

При анализе поведения воло-



**Фото 7.** Общий вид ловушки с условным названием «чемодан»



**Фото 8.** Общий вид ловушки с условным названием «кошелек»

дна до нижнего края захода 30 см) равен примерно 150 литров, что обеспечивает неконкурентное размещение внутри порядка 13 крабов. Хотя, как показали наблюдения за поведением крабов внутри ловушки, реальная величина максимальной заполняемости ниже и редко превышает 7 – 10 экз., так как крабы предпочитают держаться в центральной части ловушки, избегая «слепых» зон в районе пластикового захода и в местах стыка боковых стенок ловушки с сетевым полотнищем днища.

На наполняемость ловушек влияет также физиологическое состояние краба. Отмечено, что при застое ловушек в 1 сутки, все крабы в орудии лова активны и подвижны. При увеличении застоя до 3 – 4 суток активность части крабов в ловушках уменьшается, они резко сокращают свой жизненный объем, за счет чего в ловушке освобождается дополнительное пространство, доступное для других особей. В дальнейшем, за счет ухудшения водообмена в ловушке все больше и больше крабов становятся неактивными и происходит дополнительное уплотнение улова с соответствующим снижением общей физиологической активности находящихся в ловушке особей, образованием нового свободного пространства, что приводит к проникновению в ловушку новых порций крабов и т.д. до полного заполнения физического объема ловушки...

Такая схема лова приводит к тому, что номинально улов растёт, но, за счет резкого снижения физиологического состояния крабов падает качество улова (живучесть) и, соответственно, стоимость получаемой продукции.

Следовательно, в местах с высокой плотностью волосатого краба время застоя ловушек не должно превышать сутки. Если плотность не высока, то застой может быть увеличен, но не более чем до 2 – 3 суток. Дальнейшее увеличение застоя ловушек приведет к снижению коммерческой ценности улова.

Что касается устройства орудия лова, то для волосатого краба наиболее оптимальна ловушка с заходами, расположенными непосредственно около дна, прямоугольной или цилиндрической формы с максимально возможным внутренним объемом и максимально возможным коэффициентом распластанности. Этим требованиям оптимально соответствуют ловушки с условными названиями «чемодан» и «кошелек» (Фото 7, 8).

Имеет смысл также разработать ловушку, у которой внутренний объем устроен таким образом, чтобы крабы не мешали друг другу, то есть, чтобы у каждого даже в этих условиях была своя условная территория. Тогда, за счет снижения взаимоконфликтности, улов может быть выше. Можно также попробовать ставить в ловушку несколько наживниц.

В статье использованы фотографии М.В. Переладова и Е.В. Войдакова.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МАССОВАЯ СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА (*Stichopus japonicus*) В ЗАЛИВЕ АНИВА о. САХАЛИН

Сергеенко В.А.

Ареал дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*) довольно обширен. В территориальных водах России этот вид встречается и образует скопления у берегов Приморья, островов Сахалин, Кунашир, Монерон. Этот вид относится к ценным промысловым объектам Дальнего Востока. В настоящее время имеется большое количество работ в отечественной литературе о распространении трепанга, его биологии и запасах, однако основная их часть посвящена трепангу обитающему у берегов Приморья /1 – 8/. Сведений о запасах, поселениях и размерно – массовом составе этих голотурий за пределами залива Петра Великого крайне мало. По Сахалино – Курильскому району имеются некоторые сведения по трепангу лагуны Буссе /9, 10/ и охотоморской стороны о. Кунашир /11/. Сведений о местообитании, биологии, размерно – массовом составе поселений и запасах этих ценных промысловых животных в заливе Анива в известной нам литературе не имеется.

В 1936 г. японские исследователи предприняли попытку установить места распределения трепанга, обитающего у побережья Южного Сахалина, при этом были установлены сроки нереста трепанга в заливе Анива. В этой работе совершенно не представлены данные по массовой структуре, биологии, средней плотности и биомассе трепанга на единицу площади. Кроме того, японские названия мест обитания голотурий не имеют русского перевода и их трудно сопоставить с ныне существующими (архив СахНИРО) (12). В 1995 г нами впервые были проведены рекогносцированные исследования по дальневосточному трепангу в восточной части залива Анива. Основной их целью был поиск мест обитания этих животных. В 1996 г. проведены водолазные учетные съемки по дальневосточному трепангу в заливе Анива (о. Сахалин). К сожалению из – за трудностей технического плана, нами совершенно не обследована западная часть залива Анива, хотя по имеющейся информации поселения трепанга могут встречаться и в этой части залива.

Настоящая статья посвящена исследованию распределения, некоторых черт биологии и массовой структуры поселений дальневосточного трепанга в восточной части залива Анива.

### Материал и методика

Гидробиологическую водолазную съемку выполняли в заливе Анива на глубинах от 4 до 16 м в период с 16 августа по 15 сентября. За время проведения работ выполнено 191 станция. Сбор материала и учет дальневосточного трепанга осуществляли при помощи водолазов одновременно двумя методами:

**1. Площадочный метод учета (13, 14).** На каждой станции по дну раскидывали 20 м. фал с яркими хорошо видимыми под водой метровыми разметками. Водолаз, проплывая над ним, производил подсчет животных по всей длине фала, отмечая их в записной книжке и затем собирал всех встреченных трепангов. Кроме этого, в работе использовали учётную рамку площадью 1 м<sup>2</sup> в двух повторностях. Для каждой станции рассчитывали средние значения плотности и биомассы на 1 м<sup>2</sup>. Кроме учёта численности, на обширной площади дна водолаз осуществлял визуальные наблюдения за характером распределения трепанга, чтобы определить границы его поселений.

**2. Метод количественного учета по результатам сбора (7, 13).** В связи с определенными трудностями при использовании фала на больших глубинах, в зал. Анива использовали метод количественного учета. Водолаз, двигаясь галсами в рамках заданной площади, собирал всех встреченных животных, при этом фиксировалось время сбора и скорость передвижения под водой. Экспериментальным путем было установлено, что скорость водолаза под водой в промысловом режиме равна 15 – 20 м/мин. Полученные нами результаты хорошо согласуются с данными других исследователей (2,7,13,14). Длину пути и, соответственно, площадь просмотренную водолазом рассчитывали по

формуле  $L = (T \times V) \times 1.5$ , (где  $T$  – время сбора,  $V$  – скорость водолаза под водой, 1.5 – ширина промысловой полосы). Плотность поселений рассчитывали по формуле  $\delta = 1.15N^2 / V^2 \times T^2$ , (где  $\delta$  – плотность, экз/м<sup>2</sup>,  $N$  – количество собранных особей,  $T$  – время сбора, мин.,  $V$  – скорость водолаза, м/мин) / 7/.

Согласно технике безопасности схема очередности водолазных погружений была направлена в сторону снижения глубины. Порядок работы на станции заключался в следующем: достигнув грунта водолаз-исследователь осуществлял разведку, оценивал грунт, состав и распределение донной растительности, общий характер распределения трепанга. На небольших глубинах (2 – 4 м.) использовали смотровую трубу, постепенно дрейфуя в точке выполнения работ. При работах использовали подводную видеокамеру «SONY-HANDYCAM», что позволяет повысить информативность съёмки. У каждой особи определяли массу кожно-мышечного мешка с точностью до 0.5 г (W), гонад – до 0.01 г. на стационарных электронных весах. Для получения более точных результатов кожно-мышечный мешок и гонады трепанга подсушивали на фильтровальной бумаге. Гонадный индекс определяли как соотношение массы гонад к массе кожно-мышечного мешка трепанга, так как у животных после подъёма из воды довольно часто происходит эвисцерация внутренностей. Запас трепанга определяли методом изолиний /16/. Статистическую обработку осуществляли в программе PC «EXCEL».

## Результаты и обсуждение

Распределение дальневосточного трепанга. В заливе Анива дальневосточный трепанг распределяется узкой полосой вдоль береговой линии, образуя поселения в интервале глубин от 5 до 15 м. На глубинах менее 5 м голотурии отсутствовали, так как глубины от 1 до 5 м подвержены сильному волновому воздействию и в этих местах отмечаются плотные заросли ламинарии (до 90 – 95 % проективного покрытия). Трепанг заселяет твердые грунты (скалы, валуны, гравий) и заиленные осадки. Наиболее характерным для трепанга, обитающего в заливе Анива, является скально – валунный биотоп с чередованием гравийно – песчаных и заиленных площадок и впадин. Этот биотоп, помимо трепанга, заселён также мидией Грея (*Crenomytilus grayanus*), устрицей (*Crasostrea gigas*). Встречаются единичные экземпляры гребешка Свифта (*Swiftopecten swifti*). Из других бентосных животных, кроме перечисленных выше двусторчатых моллюсков, в незначительных количествах встречаются морские ежи (*Strongylocentrotus intermedius*). Из макрофитов в биотопе трепанга встречаются агарум и ламинария. В этом биотопе голотурии находят благоприятные условия для развития и роста и, кроме этого, используют расщелины в скалах и друзы моллюсков в качестве убежищ. Биотоп, в котором встречается трепанг характерен для всех мест его обитания в восточной части залива Анива. Трепанг образует поселения в трех районах зал. Анива, которые разделяются между собой большими участками морского дна не пригодными для его обитания. От локального поселения у скалы Гордой до района пос. Озерский – пос. Пригородное отмечается совершенно ровное однородное песчаное дно с примесью в некоторых местах мелкой гальки. На таких грунтах трепанг встречается чрезвычайно редко (7). Аналогичная картина отмечена между вторым и третьим районам.

**Район 1. скала Гордая:** В этом районе трепанг образует локальное поселение с самой низкой плотностью и биомассой по сравнению с другими местами обитания животных в заливе Анива. Голотурии встречались в единичных экземплярах непосредственно у скалы на глубинах от 6 до 11 м. Плотность поселения животных варьировали от 0.01 до 0.06 экз/м<sup>2</sup> (средняя плотность равна 0.03 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 2.2 г/м<sup>2</sup>). Масса кожно-мышечного мешка трепанга варьировала от 90 до 185 г (мода 100 г) при среднем значении 117.9 г (рис. 1). Молоди трепанга в этом районе водолазы не обнаружили, что еще раз подтверждает характерную особенность этого вида – раздельное обитание молоди и взрослых особей (15). Площадь на которой были встречены трепанги в этом районе равна 2 га. Скоплений, достаточных для организации промысла, у скалы Гордой трепанг не образует.

**Район 2. пос. Озёрский- пос. Пригородное:** Исследования проведенные на этом участке свидетельствуют, что здесь трепанг образует поселения с сравнительно высокой плотностью, достаточной для ведения ограниченного промысла. Трепанг встречался повсеместно на глубинах от 5 до 12 м. и распределение имело мозаичный характер. Чёткой зависимости плотности голотурий от глубины не отмечено. Распределение трепанга в первую очередь зависело от наличия кормовых площадок и убежищ. Плотности животных на различных участках варьировали от 0.04 до 0.31 экз/м<sup>2</sup>, при

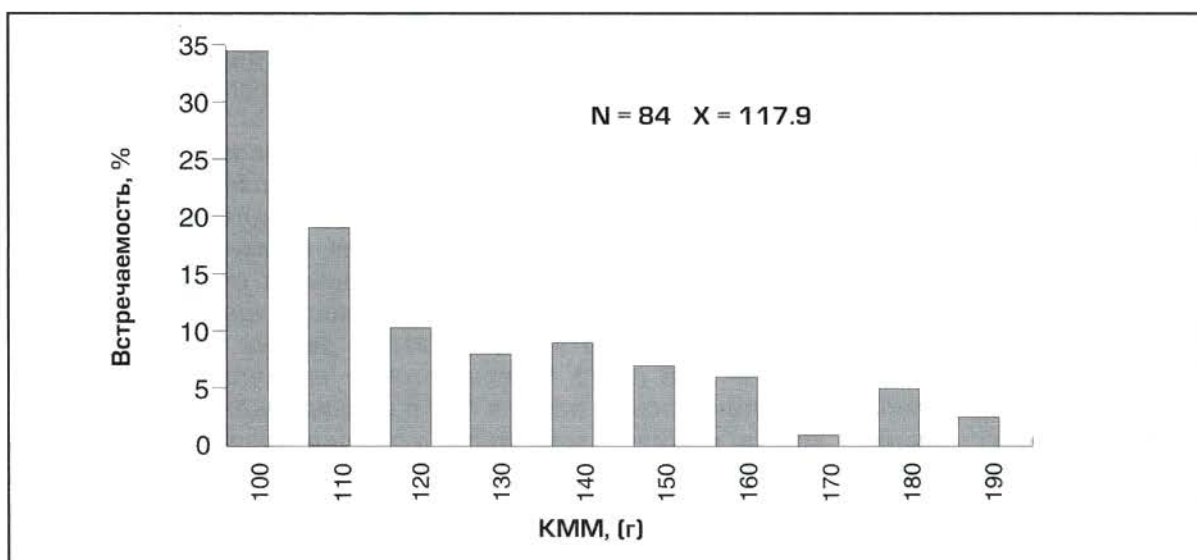


Рис. 1. Частота встречаемости трепанга по массе KMM в районе №1 зал. Анива

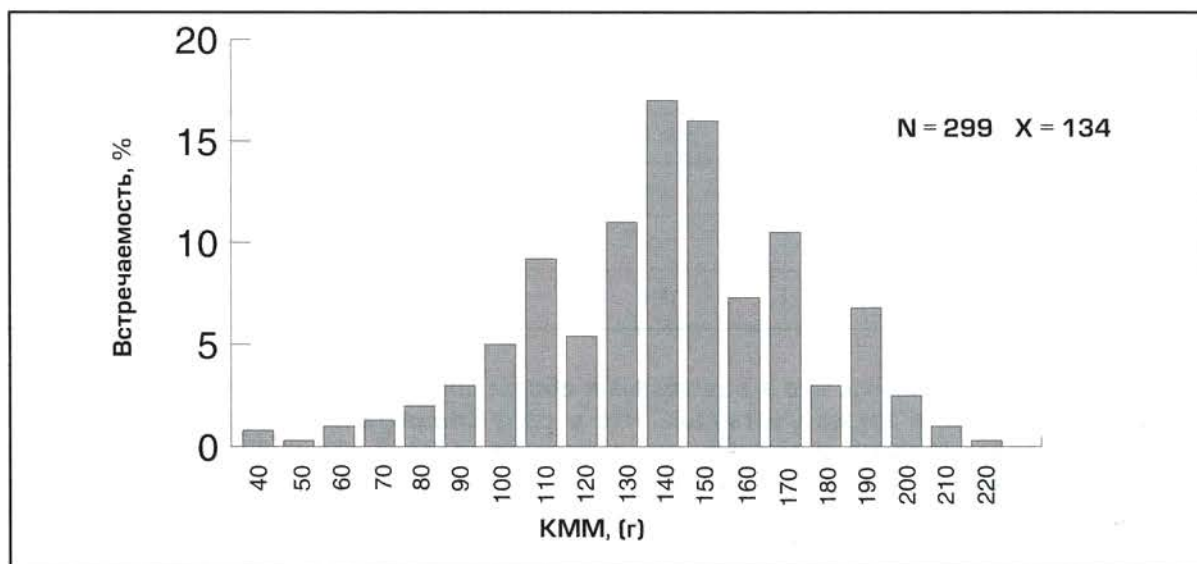


Рис. 2. Частота встречаемости трепанга по массе KMM в районе №2 зал. Анива

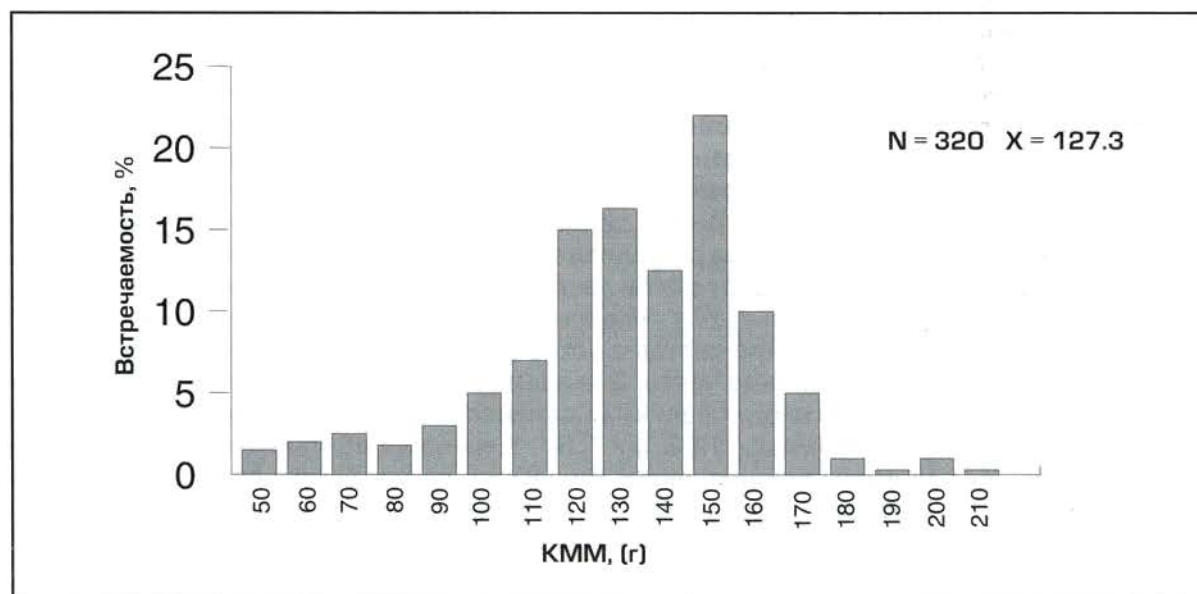


Рис. 3. Частота встречаемости трепанга по массе KMM в районе №3 зал. Анива

средней в этом районе 0.15 экз/м<sup>2</sup> (средняя биомасса 14.5 г/м<sup>2</sup>). Масса кожно-мускульного мешка варьировала от 30 до 215 г (мода = 136 г.), при среднем значении – 134 г (рис. 2). Площадь, на которой были встречены поселения трепанга составила 330 га.

**Район 3. р. Хрущевка - мыс Томари- Анива:** На этом участке трепанг также образует скопления, которые позволяют вести ограниченный промысел. На глубинах от 4 до 7 м трепанг встречался единично на небольших по площади заиленных открытых участках среди зарослей ламинарии. Проективное покрытие ламинарии достигает здесь до 90 – 95 %. Основные поселения голотурий отмечены на глубинах от 7 до 15 м и распределение их имело мозаичный характер. Плотности трепанга варьировали от 0.02 до 0.26 экз/м<sup>2</sup>. Средняя плотность по этому району составила 0.11 экз/м<sup>2</sup> (средняя биомасса равна 12.8 г/м<sup>2</sup>). Масса кожно – мускульного мешка на этом участке значительно не отличалась от района №2 и варьировала от 40 до 208 г (мода = 124 г). Средняя масса кожно – мускульного мешка трепанга составила 127.3 г (рис. 3). Площадь занятая трепангом на этом участке, равна 175 га. Общая площадь, на которой были встречены поселения дальневосточного трепанга в восточной части заливе Анива, составляет 507 га.

На исследуемых участках также определяли величину улова трепанга на усилие (табл. 1). За единицу учетного времени мы принимали время расходования воздуха водолазом при работе со стандартным объемом баллонов.

**Таблица 1.** Улов на усилие трепанга за одно стандартное погружение.

Количество погружений	Улов (экз)	Общее время сбора (мин)
3	530	520
3	1500	520
3	1870	520

Необходимо отметить, что в водолазные сборы попадали в основном крупные половозрелые особи, а также учитывать, что в силу специфических особенностей при работе под водой (сложный рельеф дна, защитная окраска животных, недостаточная видимость), водолаз пропускает часть трепангов и не замечает молоди, которая прячется в укрытиях. В 1 районе особи с массой кожно – мускульного мешка до 90 г не попадались, а во 2 и 3 районах трепанги с массой кожно – мускульного до 70 г составляли всего 2.6 и 4.5 % соответственно. Для определения общих запасов необходимы более детальные исследования в различные сезоны с обязательным поиском мест концентрации молоди трепанга. Только при наличии полной картины о распределении голотурий можно говорить об общих запасах.

Поселения трепанга в заливе Анива в целом представлены одной морфологической формой «красной», в отличие от животных обитающих в лагуне Буссе, которые представлены различными морфологическими формами (красная, зелёная, черная, альбиносы). Прослеживается зависимость разных морфологических форм от солёности воды. Открытые участки побережья в условиях нормальной океанической солёности, каковыми являются воды зал. Анива, заселены голотуриями «красной» формы (см. фото). В лагуне Буссе, находящейся под влиянием материкового пресного стока, в процентном соотношении преобладают особи «зеленой» формы. Аналогичная картина отмечена и в зал. Восток (Приморье) /8/. «Красные» формы трепанга отмечены на твердых и мягких грунтах, но не встречаются в устье рек, тогда как «зелёная» форма трепанга встречается здесь довольно часто. Эта зависимость подтверждена экспериментально: минимальная переносимая величина солёности воды для «красных» голотурий составила 14.1 %, а для зеленых – 12.6 % /7, 8/. У трепанга обитающего в заливе Анива, максимальные размеры больше, чем у трепанга в лагуне Буссе. Масса кожно- мускульного мешка варьирует от 64 до 72.5 г и составляет в среднем 69.8 г от общей массы животных, тогда как в лагуне Буссе масса кожно – мускульного мешка составляет в среднем 49 – 50 г от общей массы трепанга. Также различается толщина кожно – мускульного мешка. У приблизительно одноразмерных особей толщина кожно – мускульного мешка трепанга лагуны Буссе.



**Фото 1.** Дальневосточный трепанг «красной» формы зал. Анива

Биологический анализ показал, что в период исследований 90 % голотурий уже отнерестились, а у оставшейся части (10 %) животных нерест заканчивался. Полученные нами данные о сроках нереста трепанга вполне согласуются с японскими данными, хотя они отмечают что во второй декаде августа животные заканчивают нерест (12). Гонады у отнерестившихся особей были пустыми и часть животных пряталась в расщелинах камней, часть неподвижно лежала на грунте. У животных наступил период эстивации и в это время отнерестившиеся особи перестали питаться. Наполненность кишечника варьировала от 15 до 33 % (в среднем 23 %). Основную часть содержимого кишечника составляют различные неорганические частицы (мелкие камни, песок), ил, частички водорослей (ламинария), кораллиновые известковые водоросли, обломки раковин моллюсков. Нерестящиеся особи не прекращали питаться и наполненность кишечника у них в среднем составила 71 %. Анализ нерестового трепанга показал, что гонадосоматический индекс был минимальным и составлял 3.5 %. Видимо у трепангов нерест подходил к завершению. В первую очередь нерест проходил у крупных и, следовательно, старшевозрастных групп. Более мелкие, соответственно младшевозрастные группы, начинали и заканчивали нерест позже. Это подтверждают водолазные сборы. Вес кожно – мускульного мешка нерестящихся голотурий варьировал от 90 до 110 г.

Соотношение самцов и самок в группировках трепанга близкое 1:1 (при незначительном преобладании самок).

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют, что дальневосточный трепанг образует поселения в трех районах. Трепанг распределяется узкой полосой вдоль береговой линии в интервале глубин от 5 до 15 м. Наиболее характерным для поселений дальневосточного трепанга в зал. Анива является скально-валунный биотоп.

Из-за отсутствия в водолазных сборах молоди трепанга рассчитан только промысловый запас. Для определения общих запасов необходимы более детальные исследования в разные сезоны с обязательным поиском мест обитания молоди, так как раздельное обитание молоди и взрослых особей является характерной чертой этого вида.

Всё вышесказанное, позволяет осветить некоторые черты биологии, массовый состав, места обитания и распределение дальневосточного трепанга в заливе Анива. Это первые материалы такого плана полученные после 1936 г. Для решения вопроса о промысле трепанга в заливе Анива этой информации недостаточно, так как отсутствуют данные по годовой и сезонной динамике численности животных, что не позволяет достоверно определить объем возможного изъятия дальневосточного трепанга.

Автор выражает благодарность Переладову М.В. за предоставленные фотографии.

## Литература

1. Масленников С. О. 1984. О трепанговом промысле в водах Уссурийского залива // в кн. : Записки Общества изучения Амурского края. Владивосток. т. 4. С. 1– 14.
2. Закс И. Г. 1930. Сырьевые ресурсы трепанга в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство Дальнего Востока. Владивосток. № 2. С. 37 –40.
3. Бирюлина М. Г. 1972. Запасы трепанга в заливе Петра Великого // в кн.: Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. Владивосток. С. 22– 32.
4. Мокрецова Н. Д. 1987. Культивирование трепанга // в кн. : Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М. ВО Агропромиздат. С. 116– 135.
5. Микулич Л. В., Козак Л. П. 1975. Некоторые биолого– экологические особенности трепанга (*Stichopus japonicus*) // в кн. : Гидробиологические исследования в Японском море и Тихом океане. Тр. ТОИ. Владивосток. С. 119– 127.
6. Касьянов В. Л. и др. 1976. Сроки размножения и состояние гонад в нерестовый период у массовых видов двусторчатых моллюсков и иглокожих залива Восток Японского моря // в кн.: Биологические исследования залива Восток. Владивосток. С. 157– 167.
7. Левин В. С. 1982. Дальневосточный трепанг // Владивосток. 191 С.
8. Селин Н. И., Черняев М. Ж. 1994. Особенности распределения, состав поселений и рост дальневосточного трепанга в заливе Восток Японского моря // Биология моря. т. 20. № 1. С. 73– 81.
9. Куликова В. А. 1973. Трепанг лагуны Буссе // Владивосток. Известия ТИНРО. т. 91. С84– 86.
10. Сергеенко В. А., Дубровский С. В. 1994. Влияние запрета на состояние численности дальневосточного трепанга лагуны Буссе // Астрахань. тезисы докл. КаспНИИРХ.
11. Сергеенко В. А., Огородников В. С. 1994. Трепанг острова Кунашир (охотоморская сторона) // Южно– Сахалинск. Сб. СахНИРО. С. 95– 97.
12. Конума. 1936. Исследования мест распространения и периода размножения трепанга (*Stichopus japonicus* – намако) и голотурии (*Holothuria mopasaria* – фудзинамако) // Архив СахНИРО. Бюллетень ЦНИС Южный Сахалин. Перевод с яп. Терещенко А. Г. 1947. С 1– 7.
13. Левин В. С. 1994. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей // Санкт– Петербург. С. 93– 96., 167– 173.
14. Левин В. С., Шендеров Е. Л. 1975. Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Владивосток. Биология моря. № 2. С. 64– 70.
15. Левин В. С. 1979. Обнаружение дальневосточного трепанга на литорали и некоторые особенности его экологии // Владивосток. Биология моря. № 3. С. 90– 91.
16. Аксютин З. Н. 1970. Количественная оценка скоплений рыб методом изолиний // М. Тр. ВНИРО. т. 21. вып. 2. изд. Пищевая промышленность. С 303– 308.

## ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МОРСКОГО ЕЖА *Strongylocentrotus intermedius* В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Жуйков А.Ю., Манюров И.Р.

Морские ежи рода *Strongylocentrotus* широко распространены в верхней части сублиторали у берегов Приморья, Сахалина, Камчатки, Курильских и Японских островов. Биохимия, цитология и физиология этого вида хорошо изучена (Воропаев, Страхов, 1977; Дивавин, Ерохин, 1978). Имеется также ряд данных по экологии этого рода в прибрежных водах Приморья, Сахалина и Японии (Иванов, 1933; Табунков, 1975; Fuji, 1969; Kawamura, 1973). Наименее изученным районом являются прибрежные воды Южных Курильских островов, хотя эти места являются местом скопления значительных промысловых запасов морского ежа рода *Strongylocentrotus*. Опубликованных данных по экологии морских ежей этого района крайне мало (Табунков, 1970), хотя систематические исследования в этом районе уже начались (Шепелев, 1994; Манюров, 1995; отчеты СахНИРО). В последние годы актуальность экологической работы в прибрежной зоне Курильских островов возрастает.

В связи с резким увеличением вылова морских ежей на Южных Курилах возникает необходимость прогнозирования состояния поселений на доступных для промысла акваториях. Изучение биологии, в том числе выявление особенностей двигательной активности, позволит в дальнейшем также приступить к более достоверному прогнозированию изменения биомассы морских ежей на отдельных участках акватории.

Другой серьезной проблемой является то, что Сахалин и Курилы – зоны повышенного риска загрязнения углеводородами. Такое загрязнение акваторий островов может оказать катастрофическое влияние на прибрежные биоценозы, являющиеся основой промысла иглокожих, ракообразных и бурых водорослей (Немировская, Нестерова, 1975; Патин, 1979). Это может серьезно повлиять на экономику района, зависящую от местного морского промысла. Мониторинг загрязнения воды углеводородами является необходимым для контроля за состоянием среды и своевременного предотвращения начавшегося загрязнения. При этом серьезное внимание должно уделяться анализу характера и степени воздействия антропогенных факторов на окружающую среду, а также прогнозированию распространения и последствий аварийных выбросов и систематических сбросов.

В 1997 г. авторами была проведена отработка поведенческой методики оценки состояния серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* по показателям двигательной активности. Этот вид животных был выбран в качестве перспективного вида-биоиндикатора, поскольку он является фоновым видом прибрежных биоценозов дальневосточных морей, легко доступен для анализа и активно закачивает морскую воду в полость тела для заполнения амбулакральной системы. Из амбулакральной системы токсикианты могут проникать в полостные жидкости осмотическим путем и в дальнейшем влиять на функционирование нервной системы.

### Материал и методика

Экспедиционные исследования двигательной активности проводились на рыболовных сейнерах (РС) «Добрино» и «Морион» с мая по июнь 1997 в Южно-Курильском промысловом районе. Исследованные акватории ограничены сублиторальной зоной островов Кунашир, Итуруп и Шикотан. Объект исследований – серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius*. Водолазы собирали ежей в ручную в местах промысловых скоплений. Для поведенческих опытов морских ежей брали сразу после подъема на палубу судна. Перед опытами штангенциркулем измеряли диаметр панциря без игл с точностью до 1 мм. В опытах использовали особей с размерами панциря от 18 до 70 мм, средний размер составлял  $54,0 \pm 1,2$  мм. Всего в опытах использовано 74 особи морского ежа. Температуру воды в тестовых емкостях измеряли цифровым термометром с точностью до 0.1°C.

Тестовые емкости на судах различались по размерам. На РС «Добрино» двигательную активность ежей измеряли в пластиковой ванне с площадью дна 170х90 см, на РС «Морион» – в металлической ванне с площадью дна 120х130 см. Высота столба воды составляла в среднем 15–20 см. Дно емкостей было размечено на квадраты 10х10 см.

Измерения проводили в штилевую погоду для исключения влияния колебаний воды в тестовой емкости на двигательную активность. Вынутого из питомзы ежа измеряли и помещали в центр тестовой емкости. Результаты предварительных опытов показали, что заполнение амбулаторной системы ежа происходит за 5 – 7 минут. В связи с этим измерение двигательной активности начинали через 10 минут после помещения животного в тестовую емкость. Через равные интервалы времени регистрировали количество пересечений особью линий координатной сетки.

Исследования плотности поселений морских ежей проводили в 1996 году с апреля по июнь и в 1997 году с мая по июнь. Работы проводились на РС «Морион» при помощи легководолазного снаряжения. Плотность скоплений морских ежей определяли методом водолазных станций. Пробы ежей отбирали с рамки площадью 1 м<sup>2</sup>. В 1996 году в бухте Церковная выполнено 27 водолазных станций, в 1997 году выполнено 36 станций на этом же участке.

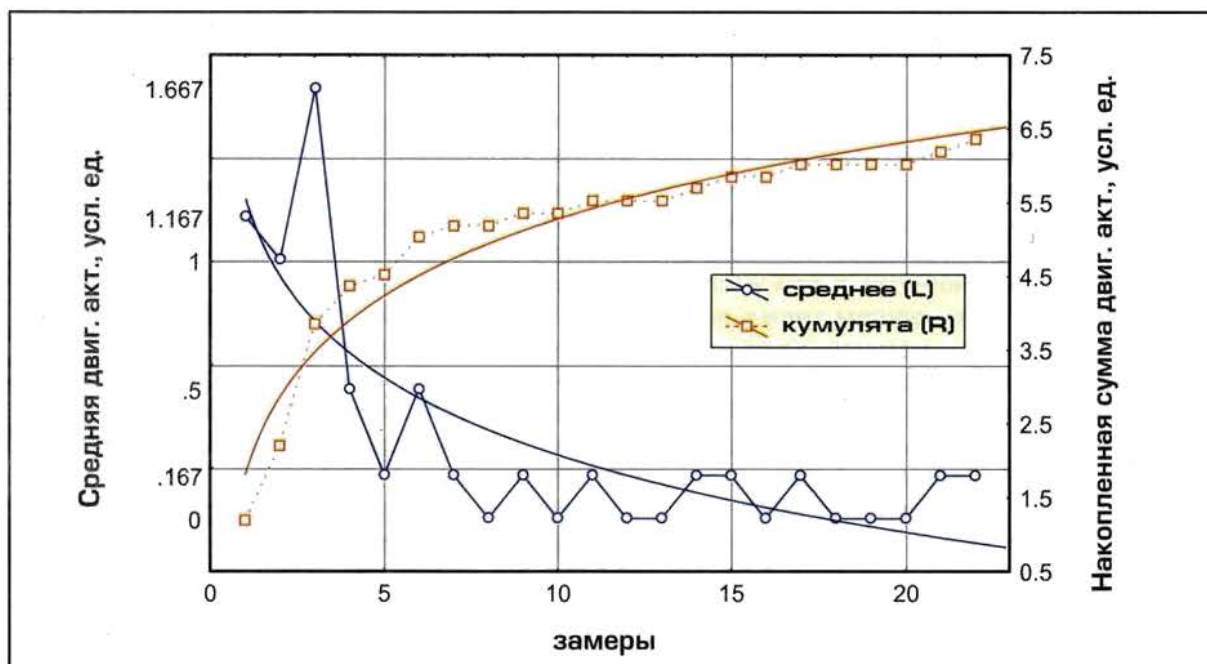


Рис. 1. Динамика двигательной активности морского ежа в тестовой емкости

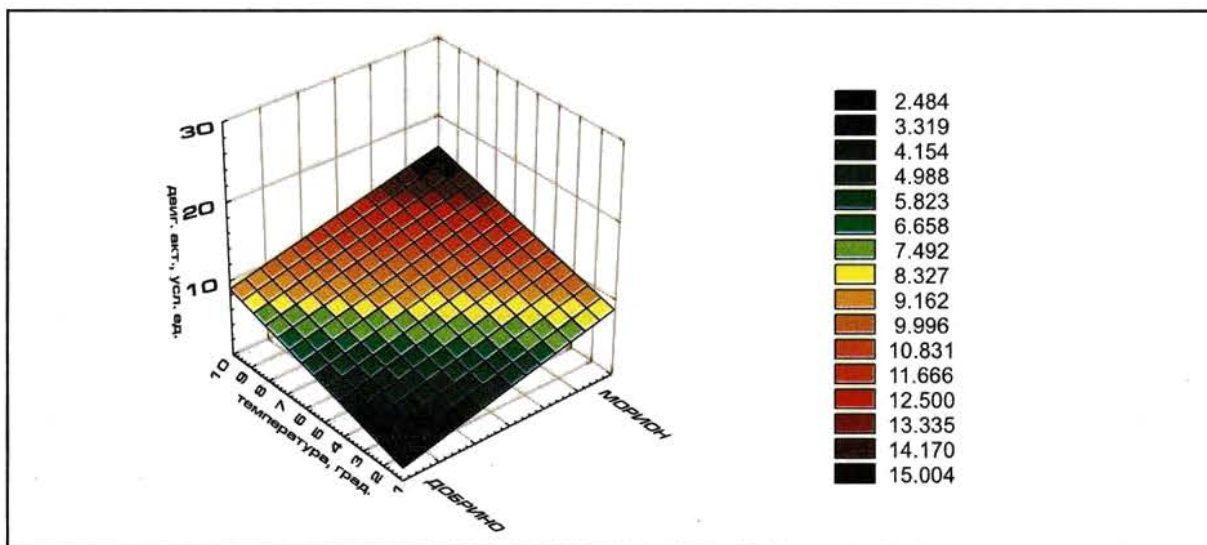


Рис. 2. Оценки зависимости двигательной активности от температуры, полученные на двух судах

Проведенные на шести особях предварительные опыты длительностью два часа показали (рис. 1), что в течение первого получаса еж активно перемещается по субстрату, после чего его двигательная активность резко падает. Исходя из результатов этих опытов длительность тестирования была ограничена 65 минутами опыта: 10 мин. интервал после помещения ежа в емкость, регистрация стартового положения особи, после чего в течение 50 минут с пятиминутными интервалами регистрировали количество пересечений ежом линий координатной сетки. Всего проводили 10 последовательных замеров двигательной активности.

## Результаты

Как видно из рисунка 2, результаты, полученные на двух судах, имеют некоторые различия по абсолютным величинам получаемых оценочных значений двигательной активности. Значения, полученные в емкости на РС «Морион», несколько выше полученных в ванне на РС «Добрино», возможно за счет более сильного сдвига температуры во время опыта. Однако общая картина увеличения двигательной активности при повышении температуры тестирования одинакова (рис. 2). Поскольку обе методики дают лишь приблизительную оценку двигательной активности и полученные результаты в целом близки, для дальнейшего анализа выборки по двум судам были объединены. Результаты линейной аппроксимации зависимости между размером тела, температурой и двигательной активностью показаны на рис. 3. Корреляция между размером тела и двигательной активностью особи достоверна ( $p < 0.05$ ), но невелика (коэффициент корреляции =  $-0.26$ ). Более подробно эта зависимость представлена на рисунке 4. Найденная корреляция проявляется только при объединении выборок по судам. При расчете по каждому судну в отдельности зависимость не проявляется из-за большого разброса значений (коэффициент корреляции =  $-0.08$ ,  $p > 0.6$ ; коэффициент корреляции =  $0.04$ ,  $p > 0.7$ , соответственно для «Добрино» и «Мориона»).

Наиболее сильна оказалась температурная зависимость. В общем отмечается существенное увеличение двигательной активности с повышением температуры (рис. 4). Однако объединенные данные явно нелинейны (рис. 5). В связи с этим вычисление коэффициента линейной корреляции для этого случая не имеет смысла. При расчете же по однородным данным судна «Морион» отмечается высокодостоверная линейная корреляция (коэффициент корреляции =  $0.60$ ,  $p < 0.001$ ). Двигательная активность растет с повышением температуры, что хорошо заметно на рисунке 3.

## Обсуждение

Проведенные исследования показали, что для получения репрезентативных оценок двигательной активности морского ежа в судовых условиях необходима стандартизация методики. Имеет смысл проведение лабораторных экспериментов для определения количественных зависимостей между двигательной активностью и такими факторами окружающей среды как температура, характер субстрата, уровень загрязненности воды. Однако уже сейчас видно, что двигательная активность – перспективный поведенческий показатель для оценки состояния организма морского ежа. Опыты показали, что этот показатель чувствителен к параметрам окружающей среды (таким как температура, конфигурация субстрата). Есть основания полагать, что он окажется также чувствителен к уровню токсикантов в воде (Кандинский и др, 1979). В этом случае морской еж *S. intermedius* может быть использован в качестве вида-индикатора для мониторинга состояния прибрежных акваторий Дальнего Востока.

Полученные в лабораторных условиях данные по двигательной активности позволяют приблизиться к оценке скорости расселения морских ежей в естественных условиях на участках, подверженных активному промыслу. Примером может служить бухта Церковная о. Шикотан. В 1996 году в районе Южных Курил выполнялись научно-исследовательские работы в поселениях морских ежей методом водолазных станций. В бухте Церковная (о. Шикотан) выполнено 27 водолазных станций. В результате проведенной водолазной съемки промысловых скоплений морского ежа в бухте не обнаружено. Были отмечены лишь единичные особи на глубинах 4 – 8 м (Манюров, Колесников, 1996). В 1996 году исследования морских ежей в б. Церковная проводились в конце весеннего промыслового сезона. Наиболее вероятной причиной отсутствия ежей является их тотальное изъятие в период промысла. В осенний период 1996 года в этой бухте в связи с тяжелыми метеорологическими условиями промысел морских ежей не проводился.

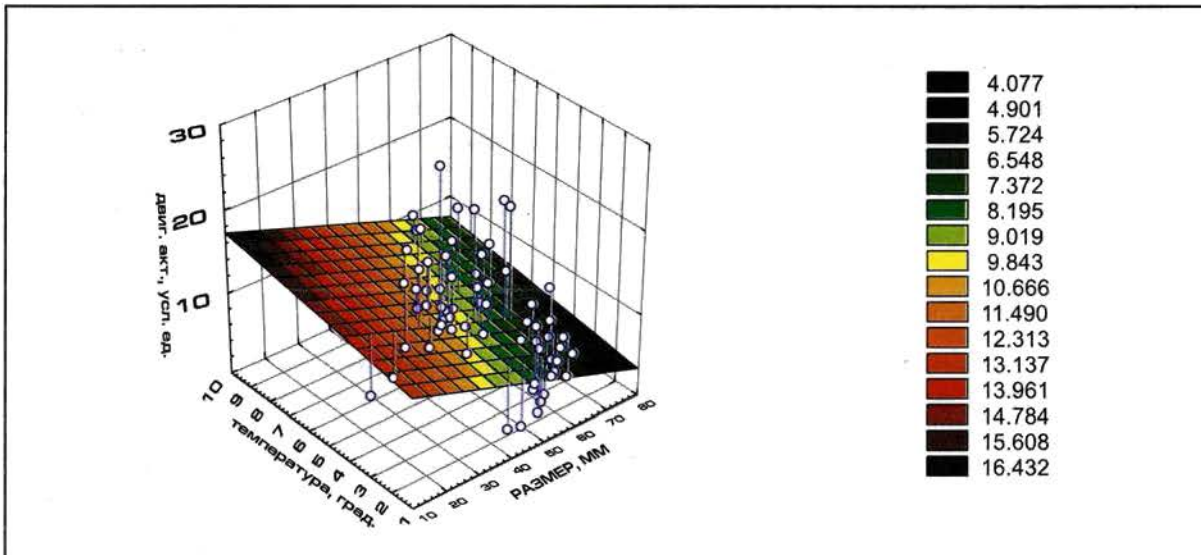


Рис. 3. Зависимость между температурой, размером ежа и его двигательной активностью.

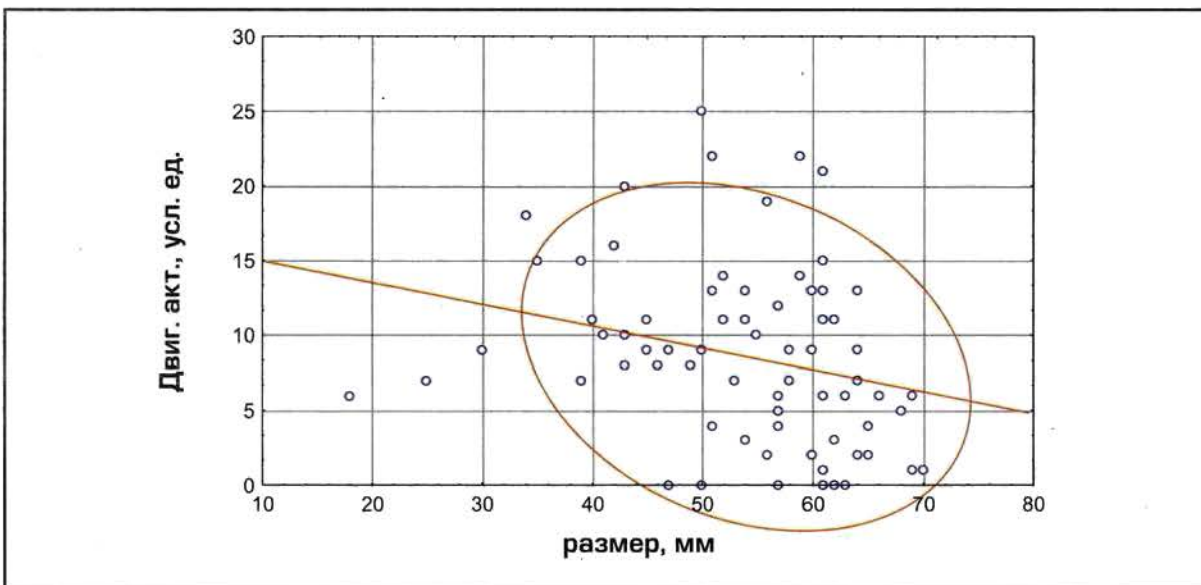


Рис. 4. Двигательная активность ежей разного размера

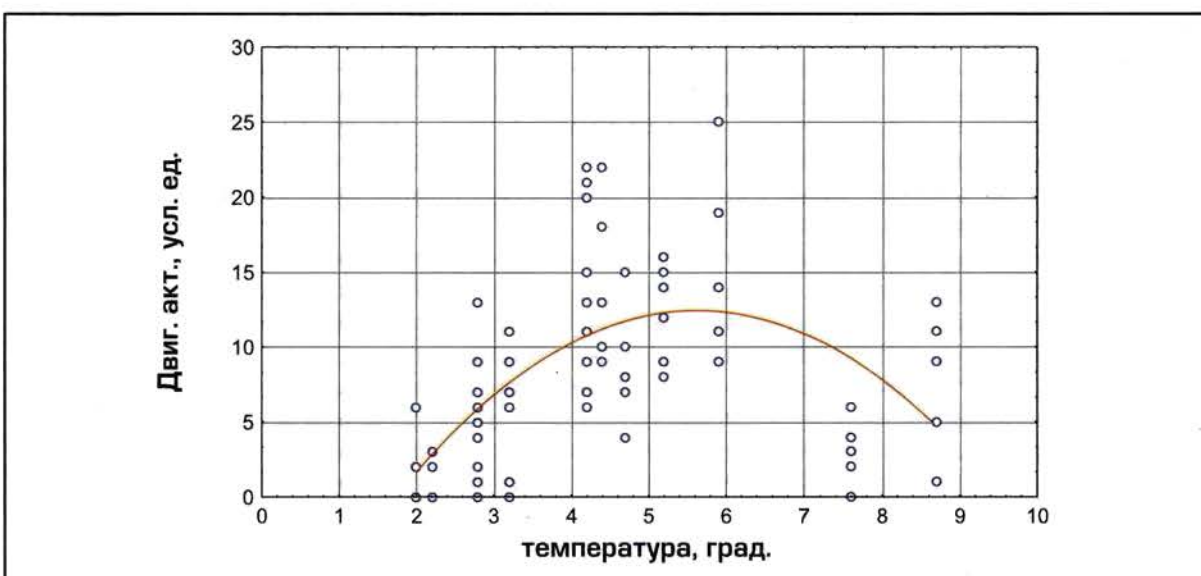


Рис. 5. Зависимость двигательной активности морских ежей от температуры воды



Рис. 6. Район исследований в бухте Церковная о. Шикотан

По результатам исследований 1997 года (36 станций) (рис. 6) в самой бухте и у входа в бухту, между островами Айвазовского и Девятый вал, обнаружены промысловые скопления морского ежа. Общая площадь поселения около 200 000 м<sup>2</sup>, на глубинах от 4 до 22 м. Максимальная плотность на глубине 8 м – 3360 г/м<sup>2</sup>, при средней плотности – 223 г/м<sup>2</sup>. Общий запас морских ежей в этой бухте в 1997 г. составил около 45 т.

Довольно узкий пролив между островами Девятый Вал и Айвазовского характеризуется активной динамикой водных масс, что способствует продвижению морских ежей. Результаты исследований на океанской стороне, в непосредственной близости от островов Девятый Вал и Айвазовского, показали, что морские ежи встречаются лишь единично. Однако непосредственно в проливе между этими островами обнаружены плотные скопления (в среднем примерно 560 г/м<sup>2</sup>). Наиболее вероятным объяснением

увеличения плотности в бухте является миграция ежей с больших глубин в прибрежье либо с соседних участков.

Принимая во внимание наши экспериментальные данные можно рассчитать предположительные границы района, влияющего на заселение бухты Церковная. Игнорируя в первом приближении температурные различия, примем, что морские ежи в эксперименте показали следующие результаты двигательной активности. Средняя скорость передвижения  $1,7 \pm 0,1$  см/мин. Минимальная скорость передвижения – 0, максимальная – 5 см/мин.

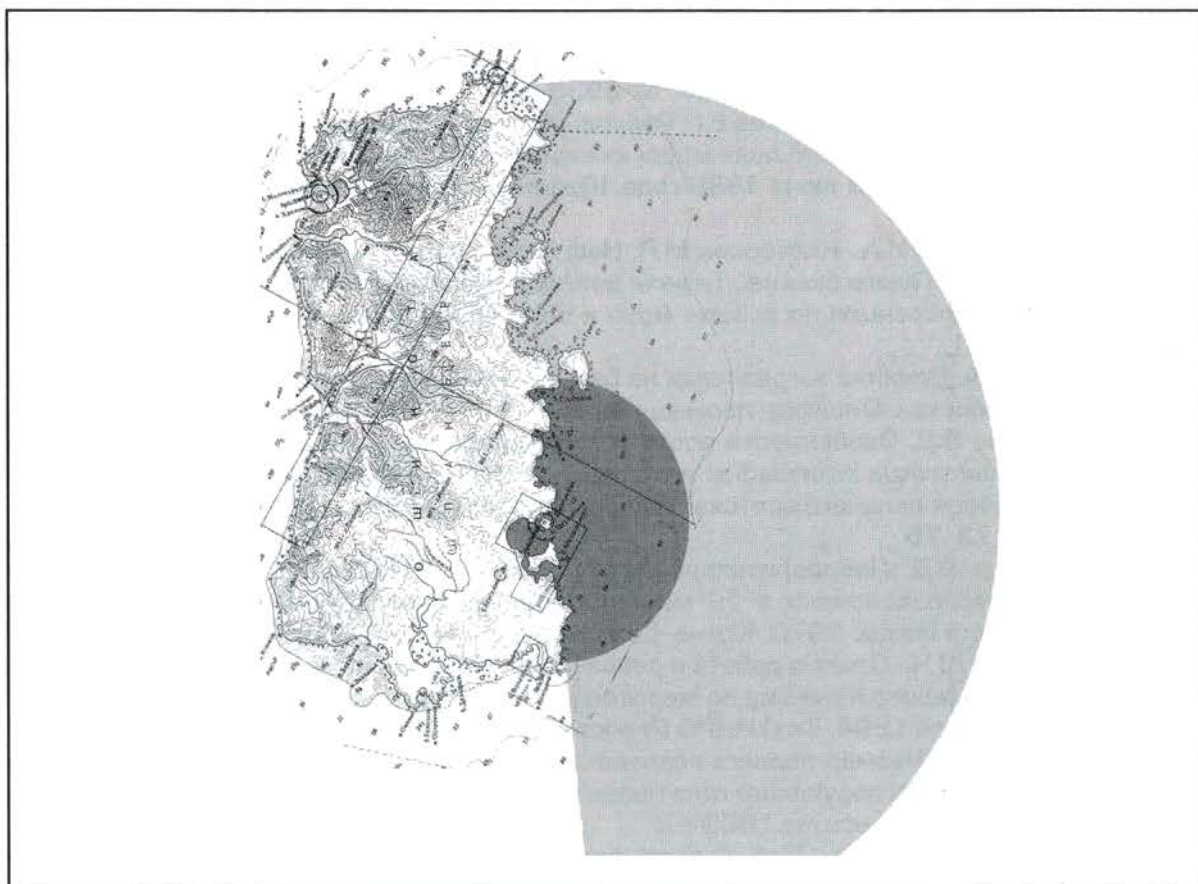


Рис. 7. Расчетные радиусы участка, вовлеченного в миграцию при средней и максимальной двигательной активности морских ежей

Если условно предположить, что рельеф дна однообразный и животные постоянно передвигались по прямой, то за год, при расчете по максимальной двигательной активности захватывается район в радиусе примерно 25 км, примерно от мыса Краб до пролива Шпанберга и в океане до изобаты примерно 130 – 140 м. При средних значениях активности расчетный радиус участка, вовлеченного в миграцию, сокращается втрое, составляя 8 км, и располагается в пределах от мыса Волошина до о. Грига и в океан до изобаты примерно 90 – 100 м (рис. 7).

Таким образом, несмотря на относительную малоподвижность иглокожих, они потенциально способны совершать миграции на десятки километров. Это свидетельствует о том, что разнесенные на несколько километров скопления ежей не являются изолированными группами, а способны оказывать взаимовлияние друг на друга. Другими словами, систематический интенсивный промысел ежа на ограниченных участках массовых скоплений (видимо, обладающих оптимальными для ежа экологическими условиями) способствует длительному снижению его биомассы в радиусе нескольких десятков километров.

## Литература

1. Воропаев В.М., Страхов А.А., Весенний сезон созревания половых продуктов у морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*. Зоологический журнал 1977. т. 56, с. 1260–1262.
2. Дивавин И.А., Ерохин В.Е. Изменение биохимических показателей некоторых прибрежных гидробионтов при экспериментальной нефтяной интоксикации. Гидробиологический журнал, 1978. 14, 5, с.73–77.
3. Иванов А.В. Работы по бентосу Приморья и Татарского пролива летом 1931 года Исследования морей СССР. вып.19, 1933, с. 93–114
4. Кандинский П.А., Щеглов В.В., Черкашин С.А. Оценка степени токсичности нефтяного загрязнения для морских организмов (Сводный отчет). Владивосток: ТИНРО, 1979. Копия отчета о НИР. М.: ВНИЦентр, 1989. 67 с.
5. Манюров И.Р. Рейсовый отчет о выполнении контрольного лова морского ежа на РТС «Сусуя» в районе Южных Курил с 21 марта по 21 мая 1995 года Южно-Сахалинск 1995. СахНИРО Рейсовый отчет. Архив. № 6935 архив. с. 6
6. Манюров И.Р. Рейсовый отчет о выполнении контрольного лова морского ежа на РТС «Сист – 2» в районе Южных Курил с 4 по 28 декабря 1995 года Южно-Сахалинск 1996. СахНИРО Рейсовый отчет Архив. № 6935 с. 5
7. Манюров И.Р., Колесников Е.Г. Рейсовый отчет о проведении научно-исследовательских работ и контрольного лова морских ежей на РТС «Морион» и «МБ-33» в Южных Курилах с 28 марта по 23 июня 1996 года. Южно-Сахалинск 1996. СахНИРО Рейсовый отчет Архив. № 7242.
8. Немировская И.А., Нестерова М.П. Нефтепродукты в поверхностных водах северо-западной части Тихого океана.. Тезисы доклада первой Приморской краевой научно-практической конференции по защите моря и береговой полосы от загрязнений. Владивосток, 1975, с.11.
9. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность мирового океана. Москва. Пищевая промышленность 1979. с.33–40.
10. Табунков В.Д. Особенности роста и продукционных свойств популяции морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* и *Str. sp.* у берегов западного Сахалина Биологические ресурсы морей дальнего востока. Тезисы докладов Всесоюзного совещания. Владивосток 1975 с. 73–75
11. Табунков В.Д. Предварительные результаты исследований по распределению промысловых беспозвоночных в 12 мильной зоне с Тихоокеанской стороны островов Малой Курильской гряды. 1970. Южно-Сахалинск 1970. СахТИНРО. Архив. № 2169.
12. Шепелев Ю.Н. Отчет о работе в рейсе по проведению научно-исследовательских работ в зал.Спокойный о.Кунашир по морскому ежу с 26 февраля по 30 апреля 1994 года. Южно-Сахалинск 1994. СахТИНРО Рейсовый отчет. Архив № 6638. с. 5
13. Fuji A. 1969 Размер первого созревания и полового дифференцирования у двух видов морских ежей *Strongylocentrotus nudus* и *S. intermedius*. Факультет рыбного хозяйства. Хоккайдский университет.1969 с.8
14. Kawamura K. Fishery biological studies on a sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. Scientist Report of Hokkaido fishery Experimental station № 16 1973 pp 1–54.

## БИОХИМИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА МОРСКИХ ЕЖЕЙ РОДА *Strongylocentrotus*

Жуковская Е.А., Кодолова О.П., Правдухина О.Ю.,  
Переладов М.В., Манюров И.Р.

Правильные ежи рода *Strongylocentrotus* в настоящее время являются объектом широкого промысла. В водах России промысел морских ежей ведется не более 10 лет. Тем не менее, при нарастании темпов промысла, уже сейчас остро встал вопрос о его регуляции. Регулирование промысла морских ежей невозможно без учета их видовой принадлежности и популяционно-генетической структурированности каждого промыслового вида. Знание этих параметров дает возможность определять родственные связи скоплений, источники их пополнения и прогнозировать объемы запасов для регулируемого промысла.

Тем не менее, вопрос видовой принадлежности морских ежей в основных районах промысла (юго-западное побережье острова Сахалин) до сих пор остается спорным. Так, например, по мнению А.М. Дьяконова (1958) у юго-западного побережья острова Сахалин обитают 5 видов р.*Strongylocentrotus*: *S.sachalinicus*, *S.echinoides*, *S.intermedius*, *S.pulchellus*, *S.droebaechiensis*. Однако, М. Йенсен (Jensen, 1974), проведя ревизию этого рода, рассматривает виды *S.sachalinicus*, *S.echinoides*, *S.droebahiensis sachalinicus* как один морфологически вариабельный вид – *S.pallidus*, а В.С. Левин и С.В. Бакулин (1984) на основании исследования изменчивости диагностических морфологических признаков, приходят к выводу, что *S.pulchellus* и *S.intermedius* представляют собой единый вид с приоритетным названием *S.intermedius*. Основываясь на работах М. Йенсен (Jensen, 1974), В.С. Левина и С.М. Бакунина (1984) можно было бы предположить, что у юго-западного побережья острова Сахалин обитают всего два вида р.*Strongylocentrotus* – *S.intermedius* и *S.pallidus*, но В.И. Фадеевым и В.В. Ивиным (1985) в этом же районе отмечены *S.nudus*, а К.Г. Гамизяновым (1981) обнаружены скопления вида этого рода, который он обозначил как *Str.sp.*

Таким образом, даже на таком ограниченном участке шельфа, как юго-западное побережье Сахалина, дискутируется видовой состав р.*Strongylocentrotus*. Что же касается морского побережья России в целом, то число видов этого рода колеблется между 5 и 12 в зависимости от точки зрения автора. Причина столь значительных расхождений во взглядах на видовой состав р.*Strongylocentrotus* очевидно кроется в индивидуальной изменчивости диагностических морфологических признаков (Дьяконов, 1946; Левин, Бакулин, 1984; Бажин, 1986).

Однако, степень морфологических различий не является решающим критерием при определении видового статуса (Майр, 1973). Если следовать концепции биологического вида, рассматривающей вид как единый обособленный уникальный защищенный генофонд, то, очевидно, что для характеристики и выделения видов следует искать признаки, которые бы отражали как общность его генетической программы для всех особей, так и его генетическую уникальность. Если для идентификации вида применяются морфологические признаки, то очевидно, что характер и масштаб морфологического различия должен отражать генетическую уникальность вида.

Очевидно, наряду со всеми общепринятыми методиками желательно было бы применить такой метод исследования, который с одной стороны может непосредственно отражать геном, а с другой – достаточно прост, экономичен и позволяет использовать любой объем материала.

В настоящее время для исследования генетической уникальности вида все чаще привлекают методы электрофоретического сравнения белков. Генетическая информация, закодированная в нуклеотидной последовательности ДНК структурных генов преобразуется в процессе трансляции в последовательность аминокислот, образующих полипептиды. Таким образом, белки находятся под непосредственным генным контролем.

Примерно с 50-х годов появляются работы, посвященные видоспецифичности электрофоретических спектров белков. Эти работы идут широким фронтом на самых разных группах животных, например, на простейших (Corbett, 1970), медузах (Lin, Zubkoff, 1973), олигохетах (Milbrink, Nyman, 1973), моллюсках (Wright, 1959; Кодолова, Логвиненко, 1973, 1974), насекомых (Whitmore, Gilbert, 1974), рыбах (Tsuyuki et al, 1965), амфибиях (Flindt, Hemmer, 1973), пресмыкающихся (Engelmann, Kabisch, 1973), птиц (Feduccia, 1970), млекопитающих (Valdivisco, Tamsitt, 1974). Появляются работы, авторы которых, обобщая данные исследования и высоко оценивая метод электрофореза белков, заявляют о возможности и необходимости использования этого метода в целях исследования видообразования и ревизии зоологических таксонов (Avisé, 1974; Алтухов, 1975).

Одним из факторов дальнейшего успеха и оптимизации приложения электрофореза белков в области зоологической систематики была, по мнению Ф. Айала и Дж. Кайгера (1988), разработка математических методов интерпретации электрофоретических данных, позволивших количественно оценивать различия между группами животных и, соответственно, генетические изменения, происходящие в процессе видообразования. В работах 80-х – 90-х годов уже широко использована математическая обработка электрофоретических данных, включающая определение коэффициентов (индексов) генетического сходства и различия, и выводы сделаны авторами исключительно на ее основе (Логвиненко и Кодолова, 1979; Lessios, 1981; Фирсман, Павленко, 1987; Nishioka et al, 1987; Limpus et al, 1988; Zink et al, 1988; Miyazaki, Hirabayashi, 1989; Mulder et al, 1990).

Существуют два направления в области приложения биохимико-генетических методов для целей систематики:

1. Оценка генетической дифференциации организмов путем сравнения частот аллелей различных локусов (Nei, 1972).

2. Оценка генетической дифференциации организмов путем прямого сравнения электрофоретических спектров белков (электрофореграмм) с учетом идентичности фракций по положению и интенсивности (Shaw, 1970).

В первом случае используют, как правило, аллозимные системы. Однако для корректной работы нужно не менее 20 локусов с установленной системой наследования и вычисленной частотой каждого аллеля. Это представляет значительную методическую сложность, требует больших объемов экспериментального материала и расходов на реактивы для специфического окрашивания. При неправильном определении системы наследования ошибочно определяются частоты аллелей и в результате можно получить необъективную информацию о генетических дистанциях между сравниваемыми группами.

Во втором случае используют неспецифически окрашенные, так называемые «общие» белки различных тканей. При этом, техника и разрешимость метода должна быть достаточна высока и фореграмма должна включать не менее 20 фракций.

Б.М. Логвиненко (1983, 1988) был разработан метод электрофоретического сравнения общих водорастворимых белков в разных режимах электрофореза с последующей статистической обработкой электрофоретических индексов сходства. Он основан на том, что при изменении концентрации акриламида в разделяющем геле меняется положение и число фракций. Поэтому, в результате серии экспериментов, мы получаем более репрезентативную выборку белков для вычисления индексов сходства и исследования их изменчивости. При этом, необходимым условием является сравнение спектров попарно только внутри одного блока, для чего разработаны специальные схемы эксперимента. В результате применения этих схем спектр каждого исследуемого вида находится рядом с каждым другим. Это облегчает сравнение фракций при анализе материала.

При сравнении спектров рассчитывают индекс электрофоретического сходства, представляющий выраженное в процентах отношение суммы идентичных фракций к общему числу фракций в двух сравниваемых спектрах (Czekanowski, 1932; Sorensen, 1948). Это соотношение выражается формулой  $(2C/(A+B)) \times 100$ , где С – число идентичных фракций для каждого спектра, А и В общее число фракций в сравниваемых спектрах. Идентичными считают фракции, занимающие одинаковое положение на спектре и имеющие равную интенсивность. В случаях когда несколько различается интенсивность, либо положение фракций смещено, но частично перекрывается, сходство берут как дробное число от 0,1 до 0,9, в зависимости от степени перекрывания и различия в интенсивности. По серии экспериментов в разных условиях электрофореза вычисляют среднее значение индексов сходства ( $M$ ), ошибку средней ( $m$ ), среднее

квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), коэффициент вариации (C.V.) для каждой сравниваемой пары.

Для примера, на рис. 1 приведены результаты статистической обработки индексов сходства [Логвиненко и др., 1984], полученных при сравнении экземпляров дождевых червей семейства Lumbricidae, относящихся к разным видам и родам, в самостоятельности которых, в целом, никто не сомневается. На диаграмме четко видны 3 группы. В первую группу (от 76,6 до 100 при средних значениях от 87,48 до 90,68) вошли индексы сходства экземпляров одного и того же вида, во вторую группу (от 52,5 до 70,3 при средних значениях от 58,53 до 62,24) вошли индексы сходства, полученные при сравнении экземпляров разных видов одного и того же рода, в третью группу (от 26,9 до 46,4 при средних значениях от 34,20 до 41,55) индексы сходства экземпляров разных родов. Лимиты индексов сходства этих трех групп не перекрываются. Таким образом, используя сравнительный электрофорез водорастворимых общих белков с последующей статистической обработкой индексов сходства были получены три уровня сходства – внутривидовой, видовой и родовой, четко, без переходов, различающиеся между собой.

Такие же дискретные различия между уровнями сходства были получены при статистической обработке электрофореграмм мышечных водорастворимых белков бесхвостых амфибий, относящихся к 26 видам разных родов и семейств, видовой и родовой самостоятельности которых в большинстве случаев не вызывала сомнений [Логвиненко, Прялкина, 1981; Прялкина, 1985, 1989]. Подобным же образом были проведены сравнения ряда зоологических видов самых разных групп животных [Логвиненко, Кодолова, 1983а, б; Логвиненко и др., 1984; Логвиненко, Кодолова, 1988; Логвиненко и др., 1988 ].

Во всех случаях были получены дискретные различия между внутривидовым, видовым и родовым уровнем сходства. При этом необходимо отметить, что у всех исследованных групп животных средние значения внутривидового сходства колеблются от 80 до 100 %, средние значения видового сходства 50 – 60 %, средние значения родового сходства 20 – 30%. Эти данные соответствуют средним значениям внутривидового, видового и родового уровня, встречающимся в мировой литературе [Айала, 1988; Avise, 1975]. Таким образом можно утверждать, что метод электрофоретического сравнения белковых спектров животных со статистической обработкой данных позволяет объективно определять видовую принадлежность исследуемого объекта. В данном сообщении рассматривается возможность использования сравнительного электрофоретического анализа общих белков для решения некоторых вопросов систематики морских ежей рода *Strongylocentrotus*.

Материалом для исследования послужили 4 выборки морских ежей р.*Strongylocentrotus*, собранные в Татарском проливе у юго-западной части острова Сахалин (рис. 2). Морских ежей живыми доставляли в лабораторию, препарировали и хранили в холодильнике при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$

Для электрофоретических исследований использовали ткань кишечника. Непосредственно перед экспериментом ткань растирали с кварцевым песком и гомогенизировали с дистиллированной водой в соотношении 1:1,5. Гомогенат центрифугировали ( $g = 35000$  м/сек) в течение 45 минут с охлаждением. Для анализа брали надосадочную жидкость, смешанную с 60 % рас-

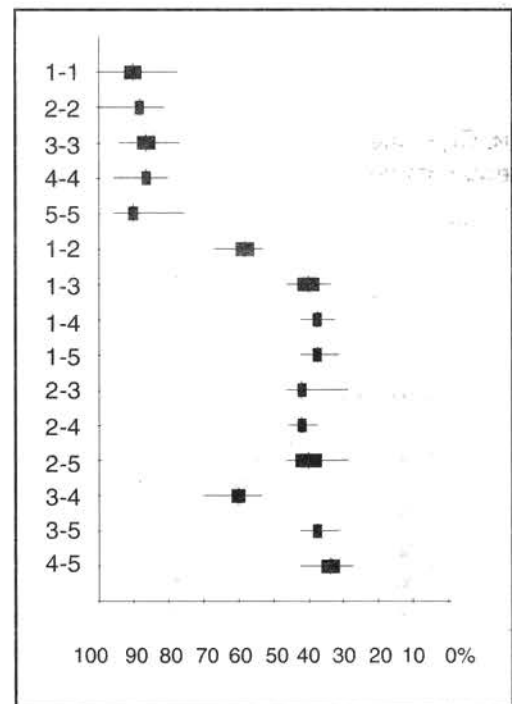
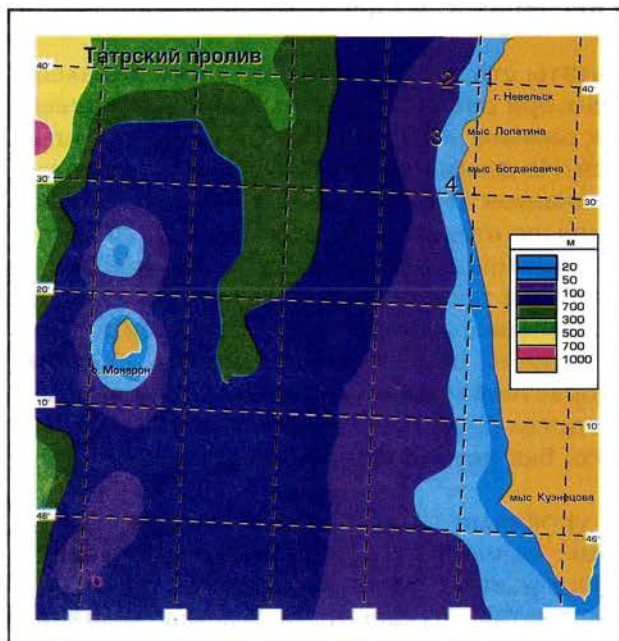
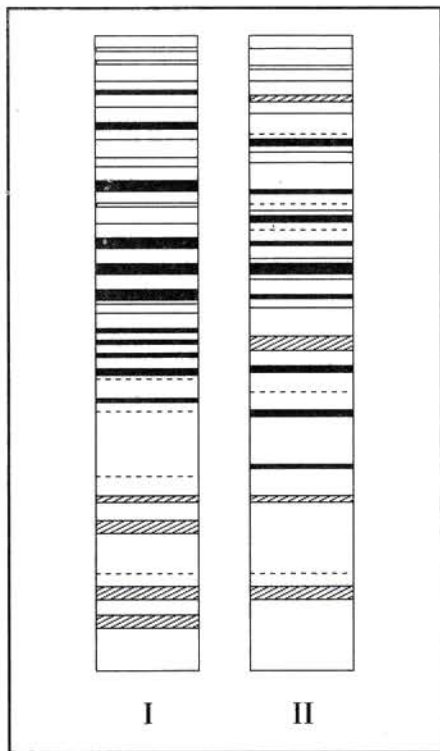


Рис.1. Графическое сравнение индексов сходства электрофореграмм внутри и между видами дождевых червей сем. Lumbricidae (Логвиненко и др., 1984 ). 1 - *Lumbricus terrestris*, 2 - *L. rubellus*, 3 - *Nicodrillus caliginosus*, 4 - *N. longus*, 5 - *Eisenia foetida*. По вертикали - сравниваемые пары, по горизонтали - шкала сходства. Тонкая горизонтальная линия - лимиты индексов, вертикальная линия - средняя, черный прямоугольник - две ошибки средней



**Рис.2.** Карта-схема расположения точек взятия выборок морских ежей р.*Strongylocentrotus* на акватории юго-западного побережья о. Сахалин (Японское море). 1 - глубина 3-4 м, 2 - глубина 50 м, 3 - глубина 50 м, 4 - глубина 7-8 м

ки. Одновременную фиксацию и окраску белка проводили 0,2% кумасси R-250 в 40% растворе этилового спирта, включающем 4% уксусной кислоты. Полиакриламидные блоки после окраски отмывали 7% раствором уксусной кислоты.



**Рис.3.** Схемы электрофореграмм общих белков кишечника морских ежей р.*Strongylocentrotus*. I - верхний горизонт, II - нижний горизонт

твором сахарозы на трис-фосфатном буфере (рН – 6,7) в соотношении 1:2.

Электрофорез проводили в вертикальных пластинах (блоках) полиакриламидного геля с системой прерывистых буферов. Каждая пластина состояла из нижнего разделяющего геля, приготовленного на трис-хлоридном буфере (рН–8,9) и верхнего концентрирующего геля, приготовленного на трис-фосфатном буфере (рН–6,9). Концентрация акриламида в концентрирующем геле во всех вариантах опыта была 3,7%. В разделяющем геле концентрация акриламида, в зависимости от эксперимента составляла 11%; 12%; 12,7%; 15%. В электродных сосудах использовали трис-глициновый буфер (рН–8,3). В качестве метки, показывающей скорость движения молекул, использовали бром-фенол голубой. До вхождения в нижний разделяющий гель устанавливали напряжение 200 В при силе тока 80 – 100 мА, после вхождения 400 В при 140 – 160 мА. При концентрации акриламида 11%; 12%; 12,7% электрофорез заканчивали сразу после выхода метки из разделяющего геля, при концентрации 15% – через 20 минут после выхода метки

Порядок внесения проб, сравнение электрофореграмм и статистическая обработка материала была проведена по методике, предложенной Б.М. Логвиненко (1983а).

На рис. 3 представлены схемы электрофореграмм морских ежей р.*Strongylocentrotus* из верхнего и нижнего горизонта, полученные в одном из вариантов опыта (концентрация акриламида – 12%). Различия между электрофореграммами наблюдаются во всех участках спектра. Подобные результаты получены и в остальных вариантах опыта.

Число фракций на фореграммах колеблется, в зависимости от вариантов опыта, между 17 и 37 при амплитуде средних значений от 25,89 до 29,12 (табл.1), что свидетельствует о хорошей разрешимости метода, вполне достаточной для надежности результатов сравнений. Статистическое сравнение выборок по числу фракций выявило ряд достоверных различий. Однако различия распределены мозаично и не связаны, прежде всего, с глубиной местообитания. Так, выборка с глубины 50 м (N 2) не отличается достоверно от обеих мелководных выборок (N1 и N4), но с вероятностью больше 0,95 отличается от второй глубинной выборки (N 3). Предыдущими исследованиями на других видах животных (черви, моллюски), методом двухфакторного дисперсионного анализа было показано, что число фракций на фореграммах, в пределах сравнительно близкой группы не является видоспецифичным, а зависит от условий электрофо-

реза (Логвиненко, Кодолова, 1983; Логвиненко и др., 1984). Применительно к нашему исследованию можно отметить, что, несмотря на некоторые различия по средним, лимиты числа фракций полностью перекрываются, и ни в одном случае мы не можем выделить дискретно по данному признаку какую-либо выборку из ряда других или объединить их в какие либо группы.

**Таблица 1.** Обобщенные результаты статистической обработки числа фракций на электрофореграммах морских ежей рода *Strongylocentrotus*

№ выборки	N	Лимиты	$M \pm m$	$\sigma$	C.V.
1	83	19-34	$25.89 \pm 04$	3.10	12.0
2	61	17-37	$27.18 \pm 0.1$	4.75	17.5
3	17	24-33	$29.12 \pm 0.5$	2.67	9.2
4	35	25-32	$28.02 \pm 0.9$	1.69	6.0

Места сбора выборок на рисунке 2.

В таблице 2 приведены результаты статистической обработки индексов сходства электрофореграмм общих белков для каждого варианта сравнения при всех вариантах концентрации акриламида в геле. Как видно из этих данных, пределы колебаний индексов сходства сравниваемых пар варьируют достаточно широко: от 20,4 до 100 при средних значениях от 32,98 до 86,43.

**Таблица 2.** Результаты статистической обработки индексов сходства электрофореграмм общих белков морских ежей рода *Strongylocentrotus*

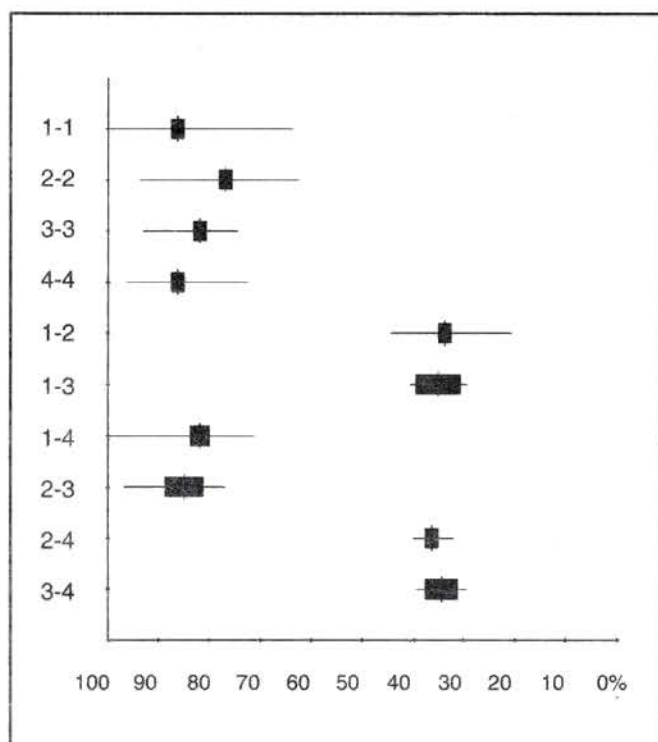
Варианты сравнений	Число сравнений	Лимиты индексов	$M \pm m$	$\sigma$	C.V.
1-1	42	64.0-100	$86.43 \pm 1.09$	7.11	8.2
2-2	35	61.7-94.3	$77.20 \pm 1.51$	8.93	11.6
3-3	17	73.7-92.6	$82.01 \pm 1.23$	5.10	6.2
4-4	34	72.4-96.1	$86.08 \pm 1.08$	6.30	7.3
1-2	36	20.4-42.8	$32.98 \pm 0.98$	5.48	16.6
1-3	2	29.4-39.6	$34.50 \pm 5.09$	7.21	20.9
1-4	13	71.7-100	$81.83 \pm 2.12$	7.67	9.4
2-3	4	77.6-96.0	$85.12 \pm 3.98$	7.96	9.3
2-4	4	32.0-40.0	$36.48 \pm 1.66$	3.32	9.1
3-4	3	29.6-38.9	$33.03 \pm 2.95$	5.10	15.5

Одноименные варианты (1-1 и т.д.) – сравнение экземпляров внутри одной выборки. Разноименные варианты (1-2 и т.д.) – сравнение экземпляров из разных выборок. Места сбора выборок на рисунке 2.

На рис. 4 приведено графическое изображение средних значений, их ошибок и лимитов индексов сходства для каждого варианта сравнений. Судя по представленным данным все полученные индексы сходства можно разбить на 2 группы.

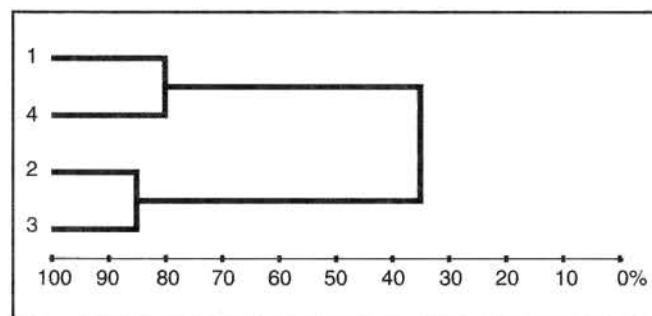
В первую группу вошли индексы сходства электрофореграмм, полученных при сравнении экземпляров одной выборки, а также при сравнении экземпляров разных выборок одного горизонта. Индексы сходства этой группы варьируют от 61,7 до 100, при средних значениях от 77,20 до 86,43. Несмотря на ряд достоверных различий (33,3% случаев сравнения) между средними значениями индексов этой группы, лимиты индексов всех вариантов сравнений перекрываются, а средние значения, полученные при сравнении выборок одного и того же горизонта (1-4, 2-3), вообще достоверно не отличаются от полученных при сравнении внутри выборок (1-1, 2-2, 3-3, 4-4).

Во вторую группу вошли индексы сходства экземпляров выборок разных горизонтов. Индексы сходства данной группы варьируют от 20,4 до 42,8 при средних значениях от 32,98 до 34,50. Внутри этой группы средние индексы сходства статистически не различаются.



**Рис. 4.** Графическое сравнение индексов сходства электрофореграмм внутри и между выборками морского ежа *p.Strongylocentrotus*. По вертикали варианты сравнений, по горизонтали - шкала сходства. Тонкая горизонтальная линия - лимиты индексов, вертикальная линия - средняя, черный прямоугольник - две ошибки средней. Места взятия выборок на рис. 2

Поэтому, в соответствии с нашими результатами, исследованные нами экземпляры, безусловно, относятся к двум различным видам, один из которых обитает в верхнем горизонте шельфа, а другой - в значительно более нижнем.



**Рис. 5.** Дендрограмма, построенная на основании индексов сходства между выборками. Места взятия выборок на рис. 2

Используя определительные таблицы А.М. Дьяконова (1949), работы М. Йенсен (Jensen, 1974), В. Фадера (Vader et al, 1986), А.Г. Бажина (1995), мы считаем, что исследованные экземпляры верхнего горизонта (выборки N1 и N4) являются представителями вида *S.intermedius*, а экземпляры выборок нижнего горизонта ( N2 и N3 ) относятся к виду *S.pallidus*. Оба эти вида признаны в настоящее время рядом авторов как самостоятельные, валидные для *p.Strongylocentrotus* и оба (как указывалось ранее) в соответствии с рядом исследований считаются характерными для юго-западного побережья Сахалина. Наши исследования согласуются с данной точкой зрения, однако вопрос о родовой принадлежности этих видов требует дальнейших исследований.

Таким образом, полученные данные показывают, что использование сравнительного электрофоретического анализа общих водорастворимых белков ткани кишечника с соответствующей статистической обработкой материала позволяет четко и дискретно разграничить внутривидовой и видовой уровень при таксономических исследованиях морских ежей и является весьма перспективным для изучения видового состава семейства *Strongylocentridae*.

Как видно из приведенного материала, лимиты индексов сходства этих групп не перекрываются. Таким образом, при статистическом сравнении индексов сходства общих водорастворимых белков ткани кишечника морских ежей рода *Strongylocentrotus*, нами на имеющемся материале выявлены два дискретных уровня генетического сходства: I - для экземпляров одной выборки и разных выборок с одного горизонта (верхнего или нижнего), II - для экземпляров выборок с разных горизонтов.

На дендрограмме (рис. 5), построенной по обобщенным результатам полученных данных, отчетливо видно различие в генетических дистанциях между выборками одного горизонта и выборками разных горизонтов. Если в одном случае мы имеем более 80% общих генов (I уровень сходства), то в другом случае лишь 35% (II уровень сходства). Согласно нашим исследованиям и данным мировой литературы, выявленный нами I уровень генетического сходства соответствует внутривидовому, а II - не ниже видового. По нашим данным подобные значения индексов электрофоретического сходства имеют виды разных родов.

В заключение необходимо сказать, что полученное четкое генетическое дистанцирование выборок и дифференцирование их в качестве двух самостоятельных видов означает, что скопления этих видов репродуктивно изолированы, даже если находятся в близких географических точках. Поэтому промысловые запасы этих видов и промысловые прогнозы нужно определять отдельно для каждого из них и также отдельно исследовать популяционную структуру. И в этом случае рентабельно использовать биохимико-генетические методы исследования, так как применяя их можно получить наиболее объективную, быструю и надежную информацию об организации популяционной структуры любого зоологического вида.

## Литература

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. // М.: Мир, 1988. Т.3. 332 с.
2. Алтухов Ю.П. Популяционная генетика рыб. // М.: Пищ.пром., 1974. 245 с.
3. Бажин А.Г. Таксономическое значение морфологии зубов морских ежей рода *Strongylocentrotus* // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. Владивосток: ДВО АН СССР. 1989. С.69–76.
4. Бажин А.Г. Видовой состав, условия существования и распределение морских ежей рода *Strongylocentrotus* морей России. // Автореферат диссертации. Владивосток: Дальнаука, 1995, 22 с.
5. Галимзянов К.Г. Распределение и некоторые черты биологии морских ежей рода *Strongylocentrotus* на мелководье у Юго-Западного Сахалина. // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов. Южно-Сахалинск, 1981. С.9–10.
6. Дьяконов А.М. Индивидуальная изменчивость и возрастные изменения у некоторых групп иглокожих. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. М-Л. 1946. Т.8. Вып.1. С.145–193.
7. Дьяконов А.М. Определитель иглокожих дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 1949. Т.30. С.1–127.
8. Дьяконов А.М. Новости фауны иглокожих (Echinodermata) юго-западного побережья Сахалина по сборам экспедиции Зоологического института Академии наук СССР в 1946 г. // Исслед. дальневосточ. морей СССР. М-Л. 1958. Вып.5. С.260–270.
9. Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. Сравнение разных популяций двустворчатых моллюсков *U.pictorum* и *U.timidus* (Unionidae) по системам миогенов и морфологии раковин. // Зоол.ж. 1973. Т.52. Вып.7. С.988–999.
10. Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. Сравнение разных популяций двустворчатых моллюсков рода *Anodonta* (Unionidae) по системам миогенов и морфологии раковин. // Зоол.ж. 1974. Т.53. Вып.4. С.531–544.
11. Кодолова О.П., Логвиненко Б.М. О спорных вопросах систематики амуро-ханкайских моллюсков рода *Cristaria* (Bivalvia, Unionidae). // Зоол.ж. 1988. Т.68. Вып.4. С.506–510.
12. Левин В.С., Бакулин С.В. Морфологическая изменчивость *Strongylocentrotus intermedius* и вопрос о таксономическом статусе *S. pulchellus* (Camarodontia, Strongylocentrotidae). // Зоол.ж. 1984. Т.63. Вып.11. С.1661–1670.
13. Логвиненко Б.М. О реальности зоологических таксонов. // Тез.докл. 2-ой Всес. конф. по пробл. эвол. Проблемы микроэволюц. М. Наука. 1988. С.106.
14. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П. Сравнение систем миогенов некоторых видов моллюсков надсемейства Unionacea. // Вестник МГУ. Сер. биол. 1979. №2. С.65–79.
15. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П. Об уровне сходства электрофоретических спектров миогенов разных видов и родов моллюсков семейства Unionidae // Зоол.ж. 1983а. Т.63. Вып.11. С.1736–1740.
16. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П. Сравнение электрофоретических спектров миогенов некоторых представителей наземных моллюсков семейства *Bradybaenidae* // Зоол.ж. 1983б. Т.63. Вып.11. С.1733–1740.
17. Логвиненко Б.М., Прялкина Т.И. Сравнительный анализ электрофореграмм миогенов представителей бесхвостых амфибий фауны СССР. // Вопросы герпетологии. Л. 1982. С.83–84.
18. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Болотецкий Н.М. Сравнение некоторых видов дождевых червей семейства Lumbricidae (Oligochaeta) по электрофоретическим спектрам общих белков // Докл.АН СССР. 1984. Т.275. №5. С.1253–1255.
19. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Катугин О.Н., Жуковская Е.А. Сравнение мидий Черного моря из разных мест обитания по электрофоретическим спектрам миогенов и морфометрическим признакам раковин. // ВИНТИ. 1986. №585–В.86. Деп. 15с.

20. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Панютин К.К. Сравнение некоторых видов семейства обыкновенных летучих мышей по электрофоретическим спектрам миогенов. // Популяционная изменчивость вида и проблемы охраны генофонда млекопитающих. М. 1983. С.119–120.
21. Логвиненко Б.М., Кодолова О.П., Симдянов Т.Г. Сравнительный анализ моллюсков рода *Bataviana* (*Bivalvia*, *Unionidae*) по электрофоретическим спектрам мышечных водорастворимых белков и морфологическим признакам раковин. // ВИНТИ. 1988. №8389–В.88. Деп. 29с.
22. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. // М.: Мир, 1974. 460с.
23. Прялкина Т.И. Исследование систематического положения бесхвостых амфибий фауны СССР на основе сравнительного анализа белков. // Автореферат диссертации. Л., Зоол. ин-т РАН. 1988. 22с.
26. Фадеев В.И., Ивин В.В. Фауна и экология морских ежей шельфа острова Монерон. // Бентос шельфа острова Монерон. Владивосток. ДВНЦ АН СССР. 1985. С.114–127.
27. Фирсман Л.Р., Павленко М.В. Генетическая дифференциация в процессе видообразования (на примере грызунов). // Вопр. эволюц. зоол. и генет. млекопитающих. Владивосток. 1987. С.4–36.
28. Avise J.S. Systematic value of electrophoretic data. // *Syst.Zool.* 1975. №23. P.465–481.
29. Corbett J. Biochemical comparison of some classical *Tetrahymena pyriformis* and *T. vorax* strains. // *J.Protozool.* 1970. V.17. №2. P.181–182.
30. Czekanovski J. Coefficient of racial likeness and durchschnittliche Differenz. // *Anthropol. Anz.* 1932. Bd.9. P.227–249.
31. Engelmann W.E., Kabisch K. Disk-elektrophoretische Untersuchungen der Serumproteine europäischer Echsen der Familien Anguidae und Lacertidae. // *Experientia.* 1973. V.29. №11. P.1440–1441.
32. Fedausia J. A. Variation in arrian plasma proteins. // *Condor.* 1970. V.72. №4. P.498–499.
33. Flindt R., Hemmer H. Die Bedeutung des Serumeiweißbildes zur Diagnose von *Bufo calamita* zur *Bufo viridis* zur und deren Bastarden.(Amphibia, Anura, Bufonidae). // *Experientia.* 1973. V.29. №3. P.361–364.
34. Jensen M. The Strongylocentrotidae (Echinoides) a morphologic and systematic study. // *Sarsia.* 1974. V.57. P.113–148.
35. Lessios H.A. Divergence in allopatry: molecular and morphological differentiation between sea urchins separated by the Isthmus of Panama. // *Evolution (USA).* 1981. V.35. №4. P.618–634.
36. Limpus C.J., Girinis E., Miller Y.D. Reassessment of the taxonomic status of the sea turtle genus *Natator* Mc.Culloch 1908, with a redescription of the genus and species. // *Frans.Roy. Soc.Austral.* 1988. V.112. №1–2. P.1–9.
37. Lin A.L., Zubkoff P.L. Malate dehydrogenase and tetrazolium oxidase of scyphistomae of *Aurelia aurita*, *Chrysaora guineacirrho* and *Cyanea capillata* (Scyphozoa: Semaestomeae). // *Helgoland Wiss. Meeresuntersuch.* 1973. Bd.25. № 2–3. S.206–213.
38. Milbrink G., Nyman L. On the protein taxonomy of aquatic oligochaetus. // *Zoon.* 1973. V.1. №1. P.29–35.
39. Miyazaki J., Hirabayashi T. The systematic study of cypriniform fish by two dimensional electrophoresis of liver proteins. // *Zool.Sci.* 1989. V.6. №6. P.1224.
40. Mulder P.F.S., van Vuuren N.G., Ferreira J.T., van der Bank F.H. A preliminary biochemical comparison of two species of the genus *Barbus* from the Vaal River system. // *Water S. Afr.* 1990. V.16. №3. P.147–150.
41. Nei M. Genetic distance between populations. // *Am.Nat.* 1972. V.106. P.283–292.
42. Nishioka M., Sumida M., Ohta Sh., Suzuki H. Speciation of three allied genera *Buergoria*, *Rhacophorus* and *Polypedates*, elucidated by the method of electrophoretic analyses. // *Sci.Rept. Lab. Amphib. Biol. Hirosima. Univ.* 1987. №9. P.53–96.
43. Shaw C.R. How many genes evolve. // *Biochem. genet.* 1970. №4. P.275–283.
44. Sorensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. // *Kgl. Dan. Videnskab. Selskab. Biol. Skr.* 1948. Bd.5. №4. S.1–34.
45. Tsuyuki H., Roberts E., Wanstone W., Markert I.R. The species specificity and constancy of muscle myogen and hemoglobin electropherograms of *Oncorhynchus*. // *J. Fish. Res. Board. Can.* 1965. V.22. №1. P.215–217.

46. Vader W., Pedersen B.S.H., Lonning S. Morphological differences between two closely related sea urchin species *Strongylocentrotus droebachiensis* and *S. pallidus* in northern Norway (Echinodermata, Echinoidea) // *Fauna norv.* 1986. Ser.A7. S.10–14.
47. Valdivisico D., Tamsitt F.R. Electrophoretic patterns of serum proteins of motropical Bats (Chiroptera). // *Life. Sci. Contribs. Roy. Ontario Mus.* 1974. №98. P.24.
48. Whitmore E., Gilbert L. Haemolymph proteins and lipoproteins in Lepidoptera – a comparative electrophoretic study. // *Comp. Biochem. and Physiol.* 1974. V.47. P.63–78.
49. Wright C.A. The application of paper chromatography to a taxonomic study in the molluscan genus *Lymnea*. // *J.Linn. Soc.* 1959. V.44. P.222–237.
50. Zink R.M., Marten G.L., Jonson N.K. Genetic evidence for relationships in the avian family Vireonidae. // *Condor.* 1988. V.90. №2. P.428–445.

## К ЭКОЛОГИИ МОРСКОГО ГРЕБЕШКА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

Буяновский А.И.

Морской гребешок является одним из наиболее интенсивно промыслаемых двустворчатых моллюсков. Например, в 1990 г. его суммарный вылов составил 876 636 т (FAO, 1990). Особенно успешно промысел развит в США, Канаде, Японии, Исландии. В морях России гребешков добывают в Баренцевом и Японском морях, а также у Сахалина и Северных Курильских островов. На Дальнем Востоке основное промысловое значение, помимо приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (см., например, «Приморский гребешок», 1986), имеют моллюски рода *Chlamys*: светлый *Ch.albida*, бледно-розовый *Ch.rosealba* и берингоморский *Ch.behringiana* (Мясников, 1992а). Но если биология первых двух видов исследована достаточно подробно (Мясников, Кочнев, 1988; Мясников, 1992 а, б), то о последнем известно значительно меньше: имеются сведения о распространении вида в ареале (Мясников и др, 1992), условиях формирования скоплений и ориентировочном запасе, который на 1989 г. оценивался в 3000 т, и очень приблизительных темпах роста (Мясников, 1992 а).

На основании этих данных берингоморский гребешок был рекомендован к промыслу в режиме контрольного лова. Поскольку подобные работы подразумевают более полное изучение биологии и распределения данного вида, то целью настоящего исследования явилось проведение разведки его скоплений, а также оценка темпов роста и размерно-возрастной структуры популяции.

### Материал и методы

Работы были выполнены на судне РС-300 «Невельск» (фирма «Триада») в сентябре – начале октября 1994 г. Было проведено 50 драгировок в Карагинском заливе и в районе м. Олюторский (рис. 1). В качестве орудия лова использовали гребешковую драгу-«этажерку», которая ранее хорошо зарекомендовала себя при работе на Северных Курильских островах. Продолжительность драгировок варьировала от 10 до 15 минут.

На каждой станции определяли массу пустых створок и подсчитывали количество живых моллюсков, из числа которых для дальнейшей обработки брали выборку объемом 20 – 50 экземпляров.

У собранных гребешков измеряли длину, ширину, высоту и массу раковины (нижней створки). Линейные промеры проводили с помощью штангенциркуля, а взвешивание – на электронных весах ВЛКТ-500. Возраст определяли путем подсчета меток на внутренней поверхности лигамента (Золотарев, 1980; Мясников, 1992 б и др.). В ряде случаев удавалось подсчитать годовые кольца на наружной поверхности раковины (Мясников, Кочнев, 1988): при сопоставлении обоих методов результаты были сходными.

Количественные соотношения между возрастом моллюска, высотой, шириной и массой его раковины рассчитывали методом регрессионного анализа. Долю изменчивости зависимой переменной, обусловленной изменчивостью независимой переменной (аргумента), рассчитывали по значению  $R^2 = 1 - (RSS/SST)$ , где *RSS* – сумма квадратов отклонений эмпирических значений зависимой переменной от ее расчетных значений, *SST* – сумма квадратов эмпирических значений.

Для интерпретации наблюдавшейся изменчивости размеров и массы раковины был применен факторный анализ. В него, наряду со значениями высоты, ширины и массы раковины, было введено несколько индексов, позволяющих исключить взаимное влияние этих параметров, а также влияние возраста. Индекс находили путем деления эмпирического значения зависимой переменной на расчетную величину, получаемую из соответствующего уравнения регрессии (табл. 4). Выделение факторов осуществляли методом главных компонент, вращение факторов – согласно стратегии «varimax normalized» (программа (STATISTICA® for Windows, модуль «Факторный анализ»).

С целью выяснения наличия географической изменчивости для всех переменных и индексов, которые были использованы в факторном анализе, был выполнен дисперсионный анализ.

Автор выражает глубокую признательность профессору В.С. Левину (КамчатНИРО), который организовал данный рейс.

## Результаты

**Пространственное распределение.** Район работ можно разбить на 2 участка (рис. 1; табл. 1): восточная часть Карагинского залива (1) и юго-западная часть Корякского берега в районе м. Олюторский (2). Живые гребешки были обнаружены только на трех станциях, две из которых располагались в районе 1 и одна – в районе 2. Их численность варьировала от 20 до 70 экз. Наибольший улов отмечен на южной станции восточнее о. Карагинский, наименьший – в районе м. Олюторский. В этих же районах на 9 станциях были отмечены значительные уловы пустых створок массой от 200 до 250 кг.

Таблица 1. Распределение драгировок по районам и глубинам

Глубины (м) \ Район	до 100	100-109	110-119	120-129	> 130	Всего
1	6	7	8	7	11	39
2	9	0	1	2	0	12
Всего	15	7	9	9	11	51

Все три станции, где были отмечены живые экземпляры, располагались в диапазоне глубин 110 – 119 м. Частота встречаемости живых гребешков на этих изобатах составила свыше 30% (3 из 9 станций, табл. 1). Пустые створки были обнаружены практически на всех глубинах, указанных в таблице.

**Морфометрия.** Существенные различия в средних размерах (высоте) моллюсков (рис. 2) не позволили сопоставить аллометрические коэффициенты для разных выборок (см., например, Мина, Клевезаль, 1976). Поэтому для общей характеристики соотноше-

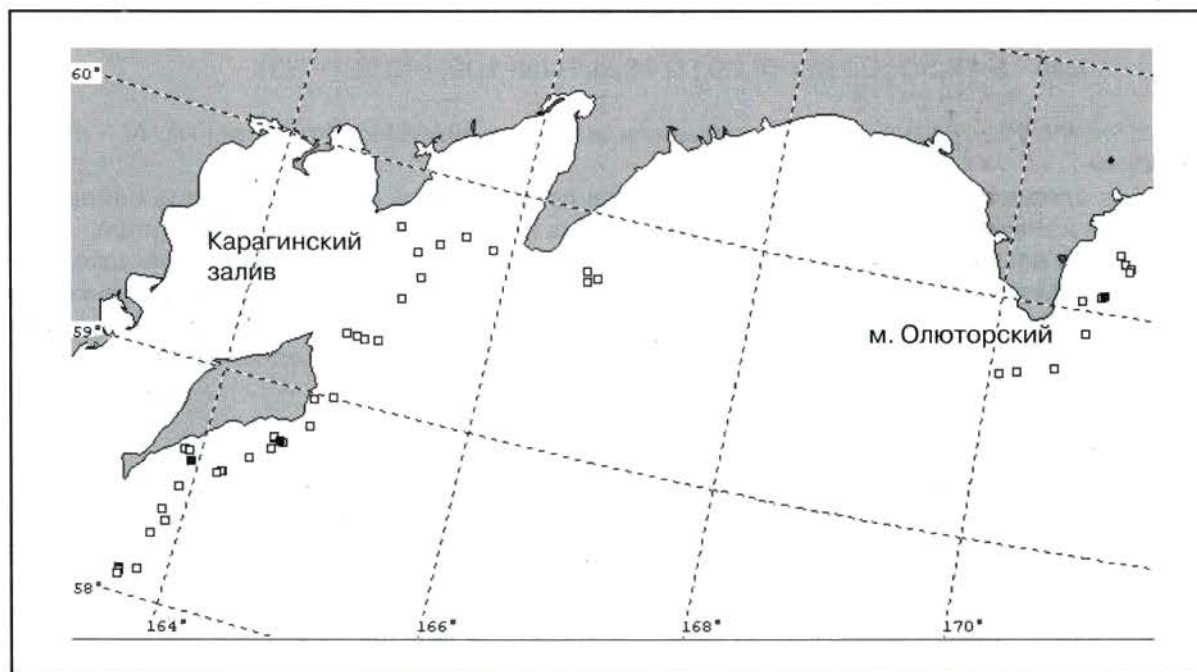
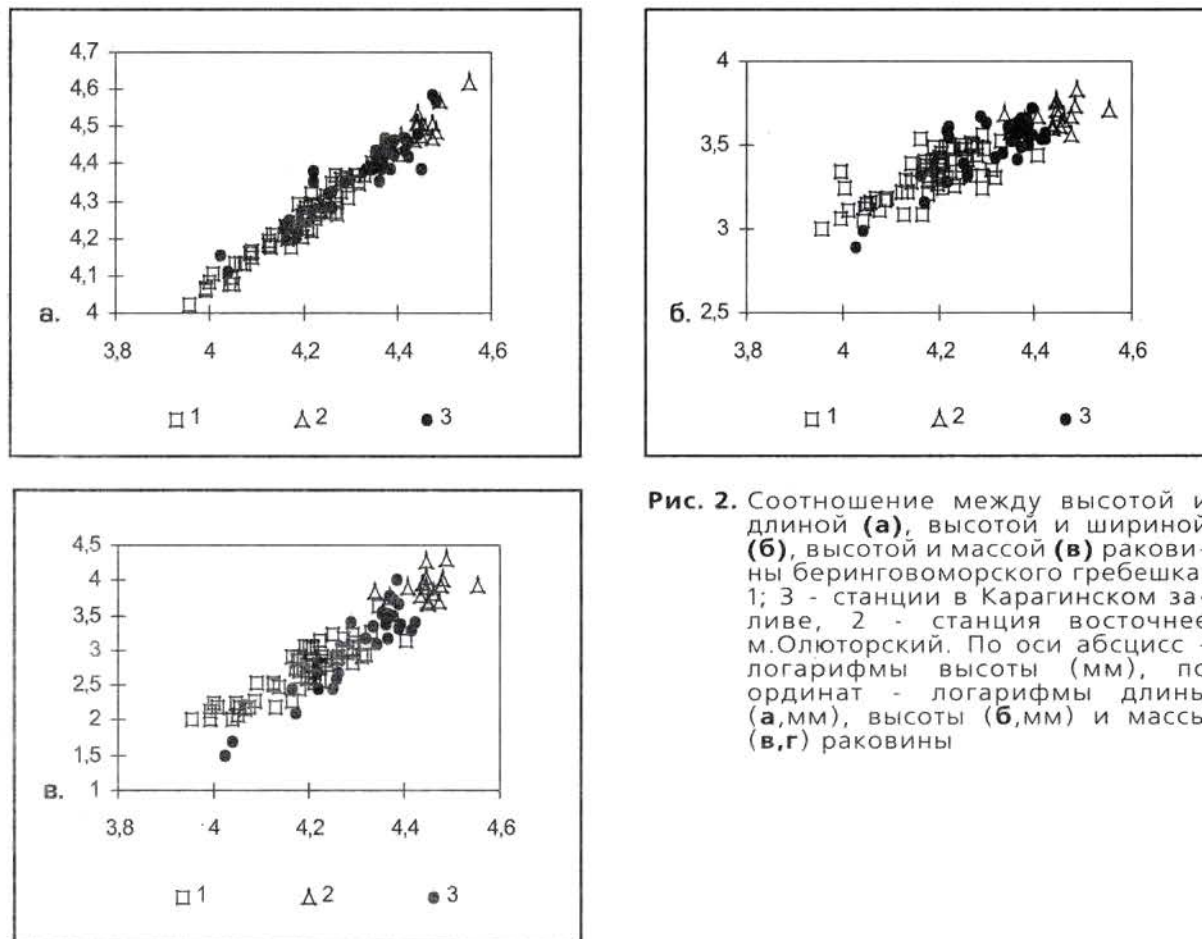


Рис. 1. Карта-схема района исследований. Черным цветом закрашены станции, где был обнаружен живой гребешок



**Рис. 2.** Соотношение между высотой и длиной (**а**), высотой и шириной (**б**), высотой и массой (**в**) раковины берингоморского гребешка. 1; 3 - станции в Карагинском заливе, 2 - станция восточнее м. Олюторский. По оси абсцисс - логарифмы высоты (мм), по ординат - логарифмы длины (**а**, мм), высоты (**б**, мм) и массы (**в**, г) раковины

ний между основными параметрами данные по трем станциям были объединены, и зависимость между высотой и двумя другими параметрами достаточно адекватно описывалась уравнениями:

$$\ln L = (-0.05 \pm 0.09) + (1.00 \pm 0.02) \times \ln H \quad (N=127, r=0.97) \quad (1)$$

$$\ln W = (-2.28 \pm 0.31) + (1.32 \pm 0.07) \times \ln H \quad (N=121, r=0.86) \quad (2),$$

$$\ln M = (-15.50 \pm 0.79) + (4.29 \pm 0.18) \times \ln H \quad (N=102, r=0.92) \quad (3),$$

где L, H, W, M – длина, высота, ширина и масса раковины соответственно, N – объем выборки.

Как следует из значений коэффициентов корреляции r, ширина раковины обладает большей изменчивостью по отношению к высоте по сравнению с массой и длиной.

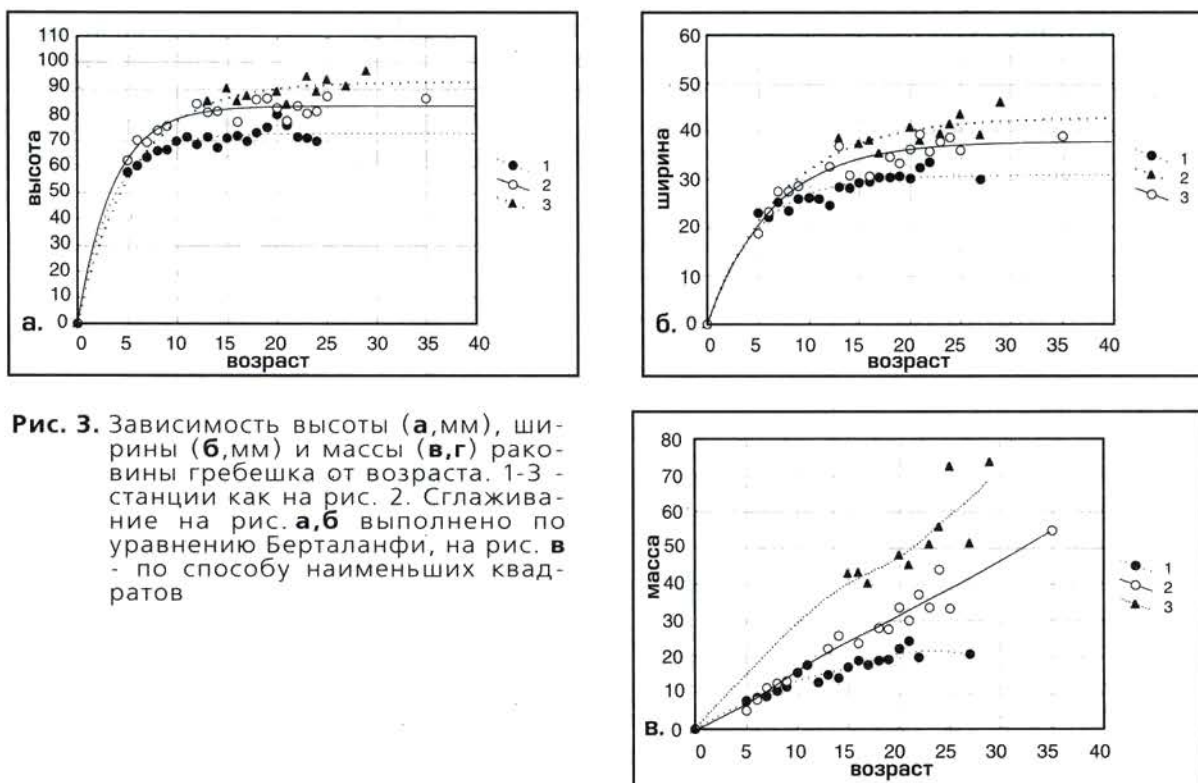
**Рост и возрастная изменчивость.** Поскольку для берингоморского гребешка подсчет наружных колец на раковине затруднен, то о темпах роста можно судить только при сопоставлении размеров особей разного возраста, оцениваемого по количеству меток на лигаменте. Для удобства сравнения темпов роста была выбрана модель уравнения Бергаланфи с допущением, что в нулевой точке возраст равен 0:

$$H = H_{\infty} (1 - \exp[-kt]) \quad (4),$$

где H – высота раковины (мм), t – возраст (годы),  $H_{\infty}$  и k – коэффициенты.

В Карагинском районе достижение высоты, близкой к предельной ( $H_{\infty}$ , табл. 2) происходило к 10 – 15 годам, а восточнее м. Олюторский – к 20 – 25 годам: после этих сроков высота раковины с возрастом не менялась. Наибольший возраст составил 35 лет. Таким образом, для берингоморского гребешка основной рост в высоту происходит в течение первой трети жизни в Карагинском районе и несколько дольше – у Корякского берега.

Сходный, асимптотический, характер имел и рост раковины в ширину, хотя, в отличие от высоты, увеличение шло более плавно, и в двух поселениях оно отмечалось в течение всей жизни (рис. 3б).



**Рис. 3.** Зависимость высоты (**а**, мм), ширины (**б**, мм) и массы (**в**, г) раковины гребешка от возраста. 1-3 - станции как на рис. 2. Сглаживание на рис. **а, б** выполнено по уравнению Берталанфи, на рис. **в** - по способу наименьших квадратов

**Таблица 2.** Параметры уравнения Берталанфи для гребешков из разных поселений

Признак/ поселение	Высота (H)		Ширина (W)	
	$H_{\infty}$ , мм	$k_H$	$W_{\infty}$ , мм	$k_W$
1	72.7	0.30	30.9	0.21
2	83.3	0.28	37.9	0.16
3	92.4	0.18	42.9	0.14

В отличие от линейных параметров масса раковины увеличивалась почти прямо пропорционально возрасту (рис. 3в): наиболее высокие темпы прироста были отмечены для Корякского берега.

**Количественная оценка изменчивости.** Значения  $R^2$ , рассчитанные для соотношений между возрастом, высотой, шириной и массой раковины (табл. 3) показали более сильное влияние возраста на изменчивость ширины раковины по сравнению с ее высотой. Это позволяет использовать ширину раковины как более надежный «маркер» при определении возрастной структуры поселения и оценке возраста по частотам встречаемости размеров; это особенно важно в условиях контрольного лова, когда у наблюдателя есть возможность обрабатывать массовые выборки, но нет ни времени, ни соответствующих условий (как минимум, бинокулярного микроскопа) для определения индивидуального возраста.

**Таблица 3.** Уравнения зависимости между высотой (H), шириной (W), массой раковины (M) и возрастом (A) берингоморского гребешка\*

Параметры	Уравнение	$R^2$
H(A)	$\ln H = 3.79 + 0.20 \ln A$	0.51
W(H)	$\ln W = -2.28 + 1.32 \ln H$	0.74
W(A)	$\ln W = 2.52 + 0.33 \ln A$	0.62
M(W)	$\ln M = -6.84 + 2.85 \ln W$	0.88
M(H)	$\ln M = -15.5 + 4.3 \ln H$	0.85
M(A)	$\ln M = 0.16 + 1.05 \ln A$	0.68

\* все коэффициенты были достоверны ( $\alpha < 0.01$ )

Применение факторного анализа позволило выделить 4 фактора, которые обусловили 97% изменчивости всех исследованных параметров, причем, после вращения, нагрузки распределились достаточно равномерно. Первый фактор наилучшим образом коррелировал с метрическими параметрами, второй – с индексами, связанными с шириной раковины, третий – с индексами, связанными с ее массой и четвертый – с индексами, не зависящими от возраста (табл. 4).

**Таблица 4.** Распределение нагрузок на факторы, обуславливающие изменчивость раковины берингоморского гребешка\*

Факторы/ переменные	1	2	3	4	Формула индекса
lnH	0.92	-0.13	-0.12	0.36	-
lnW	0.92	0.34	0.02	0.21	-
lnM	0.96	0.05	0.20	0.20	-
W/H	0.26	0.91	0.24	-0.20	$\ln W / (-2.28 + 1.32 \ln H)$
W/(HA)	0.06	0.95	0.21	0.22	$\ln W / (-1.12 + 0.97 \ln H + 0.14 \ln A)$
M/W	0.22	-0.80	0.54	-0.02	$\ln M / (-6.84 + 2.85 \ln W)$
H/A	0.35	-0.22	-0.19	0.89	$\ln H / (3.79 + 0.20 \ln A)$
W/A	0.28	0.54	0.01	0.79	$\ln W / (2.52 + 0.33 \ln A)$
M/A	0.29	0.07	0.38	0.87	$\ln M / (0.16 + 1.05 \ln A)$
M/H	0.29	0.41	0.80	-0.33	$\ln M / (-15.5 + 4.3 \ln H)$
M/(HA)	-0.01	0.39	0.89	0.23	$\ln M / (-11.72 + 3.15 \ln H + 0.43 \ln A)$
M/HWA	-0.07	-0.25	0.96	0.09	$\ln M / (-10.27 + 1.83 \ln H + 1.29 \ln W + 0.23 \ln A)$
ДИ	0.26	0.27	0.25	0.22	

\* А – возраст. В последнем столбце указан алгоритм получения соответствующих индексов; все коэффициенты регрессии достоверны ( $\alpha < 0.01$ ). Курсивом выделены достоверные ( $> 0.7$ ) значения нагрузок. ДИ – доля общей изменчивости, объясняемая фактором

Результаты однофакторного дисперсионного анализа, в котором оценивалось влияние географической изменчивости (в качестве фактора использовали номер станции) на индексы таблицы 4, были во всех случаях недостоверными.

## Обсуждение.

Темпы роста гребешков рода *Chlamys* исследованы достаточно подробно (Денисенко, 1979; Мясников, Кочнев, 1988; Мясников, 1992а, б). Сопоставление полученных результатов с литературными данными показывает, что предельный возраст берингоморского гребешка, достигающий 35 лет, несколько выше, чем у других видов: 28 – 30 лет у светлого гребешка *Ch. albida* (Мясников, Кочнев, 1988), 28 – 29 лет у бледно-розового *Ch. rosealba* (Мясников, 1992); 15 – 16 лет у исландского *Ch. islandica* (Денисенко, 1979). В среднем же, возраст наиболее долгоживущих моллюсков составляет 25 – 28 лет (рис. 3а).

Различие в методах определения возраста не дает возможности прямого сравнения коэффициентов уравнения Бергаланфи таблицы 2 с литературными данными, и, поэтому, можно ограничиться только некоторыми аналогиями. По-видимому, так же как и для светлого гребешка, фаза быстрого роста берингоморского заканчивается в 5 – 6 лет и также обусловлена наступлением половозрелости. Вторая фаза, так называемого взрослого, все еще относительно высокого роста достаточно четко ограничена 10 годами и, соответственно, третья фаза так называемого старческого роста начинается после 10 лет (рис. 3а). Таким образом, сроки "переломов" в темпах роста для светлого (Мясников, Кочнев, 1988) и берингоморского гребешков примерно одинаковые. Характерно, что в Карагинском заливе на третьей фазе групповой рост в высоту практически полностью прекращается.

Верхние пределы роста берингоморского гребешка (H<sub>max</sub>, табл. 2) сходны с таковыми для светлого (84.5 мм), но всегда ниже, чем для бледно-розового (112.5 мм; Мясников, 1992б).

Более высокие темпы роста гребешков из Олюторского залива связаны, по-видимому, с более высокой степенью водообмена, поскольку именно в этом районе проходит главная ветвь Камчатского течения.

Анализ изменчивости раковины (табл. 4) позволяет следующим образом интерпретировать выделенные факторы:

**Фактор 1.** Связан с сохранением пропорций между высотой, шириной и массой в процессе роста и обусловлен возрастом.

**Фактор 4.** Связан с сохранением пропорций между указанными параметрами в пределах одного возрастного класса и обусловлен остаточной (не связанной с возрастом) изменчивостью высоты раковины.

**Фактор 2.** Связан с сохранением пропорций между шириной и массой в пределах одного размера (высоты) и возраста и обусловлен остаточной (не связанной с возрастом и высотой) изменчивостью ширины раковины.

**Фактор 3.** Связан с нарушением пропорций между массой раковины и линейными параметрами.

Таким образом, по данным факторного анализа можно выделить следующие типы изменчивости: возрастную, внутри возрастного класса, в пределах одного размера и возраста, остаточную. Для расчета соотношений между этими типами были использованы данные таблицы 3. Полученные результаты (табл. 5), в целом, согласуются с данными факторного анализа, и свидетельствуют, во-первых, о приоритете возрастной изменчивости, и, во-вторых, о ее большей роли для ширины и массы по сравнению с высотой (табл. 4). Кроме того, из данных таблицы 5 следует, что роль независимых от высоты и возраста корреляций между шириной и массой настолько мала, что в дальнейшем обсуждении их не следует принимать во внимание.

Таким образом, два из четырех факторов таблицы 4 интерпретируются достаточно отчетливо: первый обусловлен возрастом, четвертый – нормой реакции возрастного класса и различиями в темпах роста в разных поселениях (рис. 3а).

**Таблица 5.** Соотношение (%) различных типов изменчивости раковины берингово-морского гребешка

Тип	Высота	Ширина	Масса
Возрастная	51	62	68
В пределах возрастного класса	49	12	19
Среди особей одной высоты и возраста	-	26	3
Остаточная	-		12

Труднее объяснить остаточную изменчивость ширины и массы, связанную с двумя другими факторами. Можно с уверенностью утверждать лишь то, что они не связаны с географической изменчивостью (номером станции), о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа, а обусловлены другими причинами. Например, остаточная изменчивость ширины (фактор 3) может быть обусловлена различным грунтом: так можно ожидать, что на более мягком грунте раковина должна быть более плоской, чем на твердом. И хотя взрослые особи обитают преимущественно на гравийно-галечных грунтах, молодь, как правило, селится на периферии основного скопления и оседает на разные типы грунта (Мясников, 1992 а, б), и поэтому не исключено, что градиенты индексов ширины, обнаруживаемые высокими нагрузками на фактор 3, отражают условия жизни моллюсков в первые годы жизни.

Итак можно выделить следующие особенности, связанные с экологией берингово-морского гребешка.

1. На обследованной территории скопления взрослых особей отмечены в диапазоне глубин 110 – 119 м.

2. Скорость роста и максимальные размеры моллюсков в районе мыса Олюторский выше, чем в Карагинском заливе.

3. Средняя продолжительность жизни берингово-морского гребешка составляет 25 – 28 лет, быстрый рост происходит в течение первых 5 – 6 лет, а после 10 – 15 лет групповой рост в длину практически прекращается. Промысловый размер (6 см) достигается не более, чем в течение 6 лет.

4. Изменчивость формы и массы раковины не связана с географическими факторами, а обусловлена возрастом, различиями в скорости роста в пределах возрастного класса и действием локальных факторов.

### Литература

1. Денисенко С.Г. 1979. Некоторые особенности экологии и роста гребешка *Chlamys islandica* (Muller) в Баренцевом море // Моллюски: основные результаты их изучения. – Л.: Наука. – С.82–83.
2. Золотарев В.Н. 1980. Продолжительность жизни двустворчатых моллюсков Японского и Охотского морей // Биология моря, N 6. – С. 3–12.
3. Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. – М: Наука. – С.1–291.
4. Мясников В.Г. 1992а. Промысловые гребешки рода *Chlamys* (*Bivalvia*, *Pectinidae*) умеренных вод северо-западной части Тихого Океана, их распределение, рост и ресурсы // Автореферат ... канд. биол. наук – СПб: Зоологический институт РАН. – С.1–22.
5. Мясников В.Г. 1992б. Биология и ресурсы гребешка *Chlamys rosealbus* в северо-западной части Охотского моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. – М.: ВНИРО. – С. 116–127.
6. Мясников В.Г., Згуровский К.А., Темных О.С. 1992. Морфологическая дифференциация промысловых гребешков рода *Chlamys* (*Bivalvia*, *Pectinidae*) в северо-западной Пацифике // Зоологический журнал, Т.71, N 9. – С.22–32.
7. Мясников В.Г., Кочнев Ю.Р. 1988. Продолжительность жизни, рост, половая структура светлого гребешка *Chlamys albidus* Курильских островов // Морские промысловые беспозвоночные. – М.: ВНИРО. – С.153–166.
8. Приморский гребешок. 1986. – Владивосток: ДВО РАН. – С.1–230.
9. FAO yearbook: Fishery statistics (catches and kindings). 1990. – P.1–70.

## СТРУКТУРА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОПУЛЯЦИИ ГАЛИОТИСА ОСТРОВА МОНЕРОН

Переладов М.В., Сабурин М.Ю.,  
Лавров С.А., Вилкова О.Ю.

### Введение

Остров Монерон расположен в 30 милях от побережья Сахалина в южной части Татарского пролива. С юго-запада остров омывает теплое Цусимское течение, а с северо-востока подходят ветви холодного течения, идущего из Охотского моря.

Столкновение водных масс рождает уникальное видовое разнообразие тропических и арктических форм жизни, что делает подводные ландшафты острова непохожими ни на какие другие. Постоянный подогрев водных масс острова позволяет обитать на его подводных склонах субтропическим видам, не отмеченным более нигде на территории России.

Уникальность экосистемы острова Монерон послужила причиной создания на его территории Природного Парка со специально выделенными зонами полной заповедности, рекреации и ограниченной хозяйственной деятельности.

Помимо особо редких видов гидробионтов, обитающих в прибрежных водах острова, таких к примеру, как *Tugalia gigas*, *Tubastrea* sp. (*Scleractinia*), *Alpisia* sp., *Plazaster borealis*, *Pteraster* sp. и т.д., на акватории острова обитает ряд видов, имеющих промысловое значение: морские ежи *Strongilocentrotus intermedius*, *S. nudus*, трепанг *Stichopus japonicus*, морские гребешки *Patinopecten yossoensis*, *Chlamis swifti*, а также четыре вида мидий *Mytilus trossulus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Crenomytilus grayanus*, *Modiolus difficilis*.

К числу потенциально промысловых видов гидробионтов острова Монерон относится и брюхоногий моллюск *Haliotis* sp. – Морское ушко. Однако, в отличие от других промысловых видов, в массе обитающих и в прибрежной зоне Сахалина и в Приморье, галиотис обитает только на острове Монерон и в очень ограниченном количестве.

По поводу величины популяции галиотиса на острове существует большое разнообразие точек зрения. Одни исследователи считают, что его численность определяется единицами занесенных случайно из Японии в виде планктонных личинок и выживших особей; другие утверждают, что на Монероне десятки лет существовал и может существовать и в настоящий момент промысел морского ушка в размере не менее десятков тонн товарных моллюсков в год. И та и другая точка зрения практически ничем не аргументируются, только обрывочными данными японской рыбопромысловой статистики, либо отдельными гидробиологическими наблюдениями, сделанными на базе разбора не систематически собираемого гидробиологического материала.

Между тем высокие цены на мировом рынке на морское ушко, особенно обитающего в экологически чистых водах, коими несомненно является акватория острова Монерон, постоянно подстегивают промысловый ажиотаж вокруг данного объекта.

Для того, чтобы в настоящий момент оценить реальное состояние популяции галиотиса в районе острова и приступить к разработке мер, необходимых для её разумного использования, и было предпринято настоящее исследование.

### Материал и методики

В данной статье представлены материалы, собранные в ходе летней и осенней полевых экспедиций на острове Монерон, проведенных в течении 1992 г. по заказу Морского Экологического Центра «Витас» (г. Невельск Сахалинской области), Сахалинского областного Комитета по Экологии и Администрации Невельского района Са-

халинской области в рамках Программы создания на острове Монерон Морского Природного Парка.

Обследование литорали и sublиторали острова проводилось с использованием водолазного снаряжения и маломерных плавсредств в диапазоне глубин от уреза воды до 45 м.

Обработка биологического материала, аквариальные эксперименты, анализ гонад, содержимого желудков и т. д. производились на месте в полевой лаборатории на базе МЭЦ «Витас» с использованием стандартных гидробиологических методик.

### Современное состояние изученности вопроса

В мире в настоящий момент систематики выделяют более 70 видов галиотисов. Моллюски этого рода обитают в Атлантике от берегов Великобритании до мыса Доброй Надежды, во всей тропической зоне Индийского океана, у берегов Австралии и Новой Зеландии, в Полинезии и вдоль окаймляющей Западной гряды Тихого океана вплоть до Камчатки, а также вдоль берегов Северной Америки от Аляски до Мексики.

Потенциально в Российских территориальных водах галиотис может обитать на всей Курильской гряде, Сахалине, Приморье и на Южной Камчатке, однако достоверно обнаружен только на острове Монерон. По поводу часто встречающихся в литературе данных о том, что *Haliotis kamtschatkana* встречен на мысе Лопатка и даже севернее можно сказать, что достоверного подтверждения этим фактам нет. Хотя Кокс (Cox, 1962) в своей монографии, посвященной американским галиотисам, также включает наши северные воды в потенциальный ареал морского ушка.

Анатомические особенности морского ушка подробно изучены ещё в начале нашего века и описаны в монографии Крофтса (Crofts, 1929). Для представителей рода галиотис отмечено более интенсивное развитие нервной системы, чем у других брюхоногих. Они обладают сложной, многофункциональной выделительной системой, раздельнополы. Гонады закладываются уже у двухлетних особей при размере раковины 40 – 50 мм.

В имеющейся литературе, посвященной физиологии и размножению галиотисов, не отмечены какие бы то ни было жесткие лимиты по температуре обитания. Так, например, в районе Аляски, где обитает *H. kamtschatkana*, температура зимой опускается до 3 – 4°C.

Нерест галиотиса происходит обычно в летне-осенний период, порционно в течение нескольких недель. Оплодотворение икринок происходит во внешней среде.

Планктонная стадия развития личинок галиотиса наиболее подробно была описана в статье Ино (Ino, 1952). Время планктонной жизни личинки зависит от температуры воды и колеблется в пределах двух недель. За этот период яйцеклетка делится, проходит ряд стадий и уже на 3 – 4 день после оплодотворения формирует первичную раковину и плавательный реснитчатый аппарат – парус. После непродолжительного плавания личинка садится на субстрат и начинает заключительный метаморфоз, в результате которого она несколько раз меняет тип питания и в конечном итоге приобретает вид маленького галиотиса с характерной порой на раковине.

Продолжительность финального метаморфоза 3 – 4 месяца. За этот период личинка практически не растет, достигая к концу метаморфоза размера на более 3 – 4 мм. После образования дыхательной поры и очередной смены типа питания молодь галиотиса начинает интенсивно расти и к годовалому возрасту достигает размеров порядка 20 – 25 мм, практически не зависимо от видовой принадлежности. Планктонные личинки галиотисов питаются микроводорослями, осевшие личинки вначале питаются перифитонными диатомеями, а затем, после прохождения метаморфоза, активнее всего питаются известковыми красными водорослями. Затем, уже в подросшем состоянии моллюски начинают переходить на питание макрофитами sublиторального келпа. Отмечено изменение цвета раковины галиотиса в зависимости от питания теми или иными водорослями.

Обитает морское ушко преимущественно на прибрежных скалах, хорошо омываемых водой и покрытых кормовыми водорослями. Однако для некоторых видов, таких как *H. gigantea*, *H. rufescens* отмечены скопления на глубинах более 20 – 40 и вплоть до 150 м.

В качестве врагов галиотиса отмечены (кроме человека) калан, осьминог, некоторые виды крабов и рыб, а также паразитические моллюски, сверлящие губки, полихеты и комменсальные креветки.

Одним из свойств крови галиотиса является ее асептическое воздействие, более сильное чем у пеницилина и способное блокировать развитие микробов стрептококковой группы.

Все виды моллюсков рода *Haliotis* являются ценными объектами промысла. В США и странах Юго-Восточной Азии он является одним из деликатесов и издавна добывается. Статистические данные по промыслу галиотиса, публикуемые в сводке ФАО (Yearbook of fisheries statistics) показывают, что в Японии за последние 10 лет ежегодная добыча галиотиса (*Haliotis gigantea*) колеблется в пределах от 3000 до 4500 тонн. За последние годы наблюдается некоторое снижение добычи галиотиса, связанное с деградацией естественных популяций. Ежегодная добыча галиотиса в США колеблется в пределах нескольких сот тонн (все виды) и также имеет тенденцию к снижению за счет истощения естественных запасов. Третьим наиболее значимым центром добычи галиотиса в мире является Новая Зеландия. Остальные страны Индо-Пацифики добывают незначительное количество этого моллюска.

Таким образом, количество добываемых моллюсков невелико и не насыщает рынок, несмотря на то, что живой галиотис является одним из самых дорогостоящих морских объектов.

Поэтому в последнее время в ряде стран предпринимаются значительные усилия для разработки и внедрения рентабельных биотехнологий культивирования галиотиса на пищевые цели.

Применяемые в настоящий момент в мире биотехнологии воспроизводства и товарного выращивания галиотиса достаточно однотипны и заключаются в отборе производителей, обитающих в естественных условиях, стимуляции у них созревания половых продуктов и нереста, подращивание личинок в аквариальных контролируемых условиях, стимуляции метаморфоза и оседания личинок на различные субстраты, помещаемые в выростные бассейны и создания условий для роста и окончательного метаморфоза личинок. После прохождения окончательного метаморфоза молодь галиотиса начинает активно расти и потреблять грубые растительные корма.

Дальнейшие варианты выращивания галиотисов можно подразделить на две группы. В одних случаях молодь на жизнестойкой стадии выпускают в естественную среду в местах, где существует пригодный для обитания этих моллюсков биотоп, в других вариантах молодь продолжают выращивать в интенсивной культуре в береговых бассейновых или лотковых системах с полной или частичной регуляцией параметров среды и корма.

Выбор конкретного варианта выращивания галиотиса до товарного размера зависит прежде всего от экономических возможностей предпринимателей и в значительной степени от наличия в море пригодных субстратов и качества водной среды в районе предполагаемого выпуска молоди. В последние годы, в связи с усиливающимся загрязнением прибрежной зоны морей и ограниченностью районов, обладающих необходимыми для галиотисов геоморфологическими характеристиками, получила развитие тенденция создания искусственных субстратов, специально разработанных для этого моллюска, дизайн которых повторяет наиболее характерные черты естественного биотопа галиотиса.

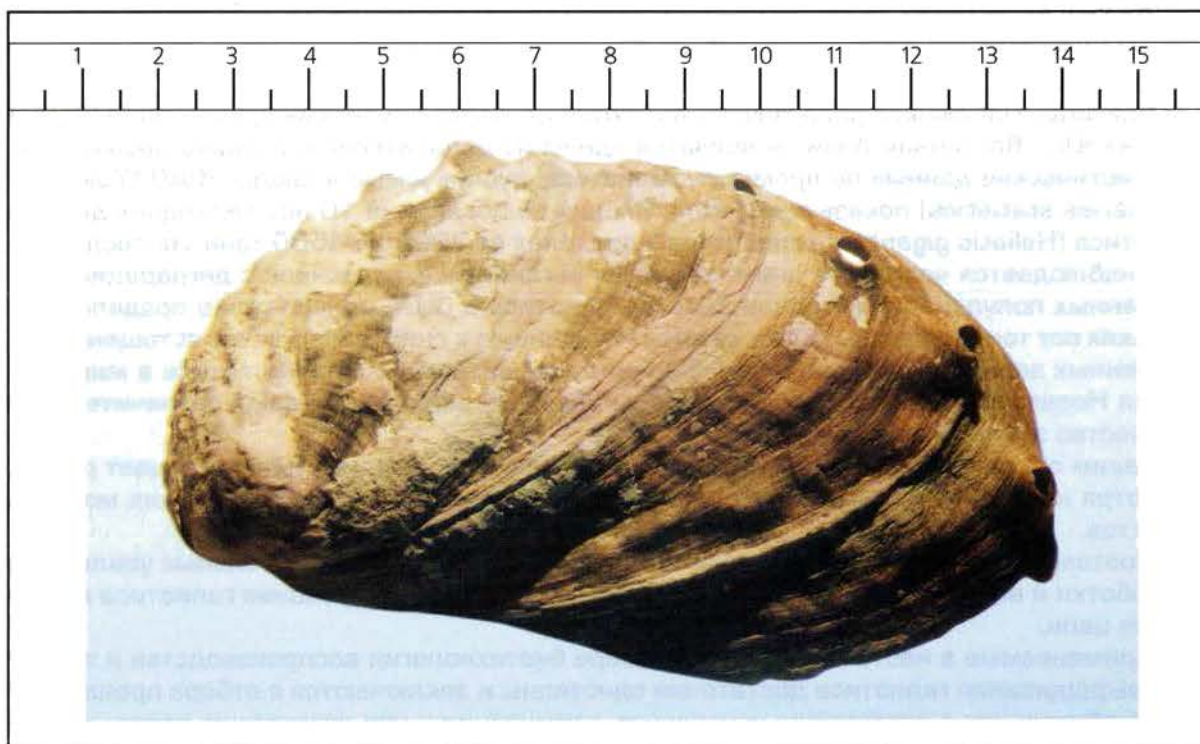
Наибольшие успехи в разработке биотехнологии выращивания галиотиса достигнуты в Японии, в США и в Китае.

В наших водах этот род моллюсков не имеет широкого распространения, хотя и может оказаться весьма перспективным для культивирования. Однако для организации рентабельной марикультуры галиотиса в районе о. Монерон необходимо доработать и модифицировать известные биотехнологии культивирования в соответствии с местными биотическими и абиотическими условиями.

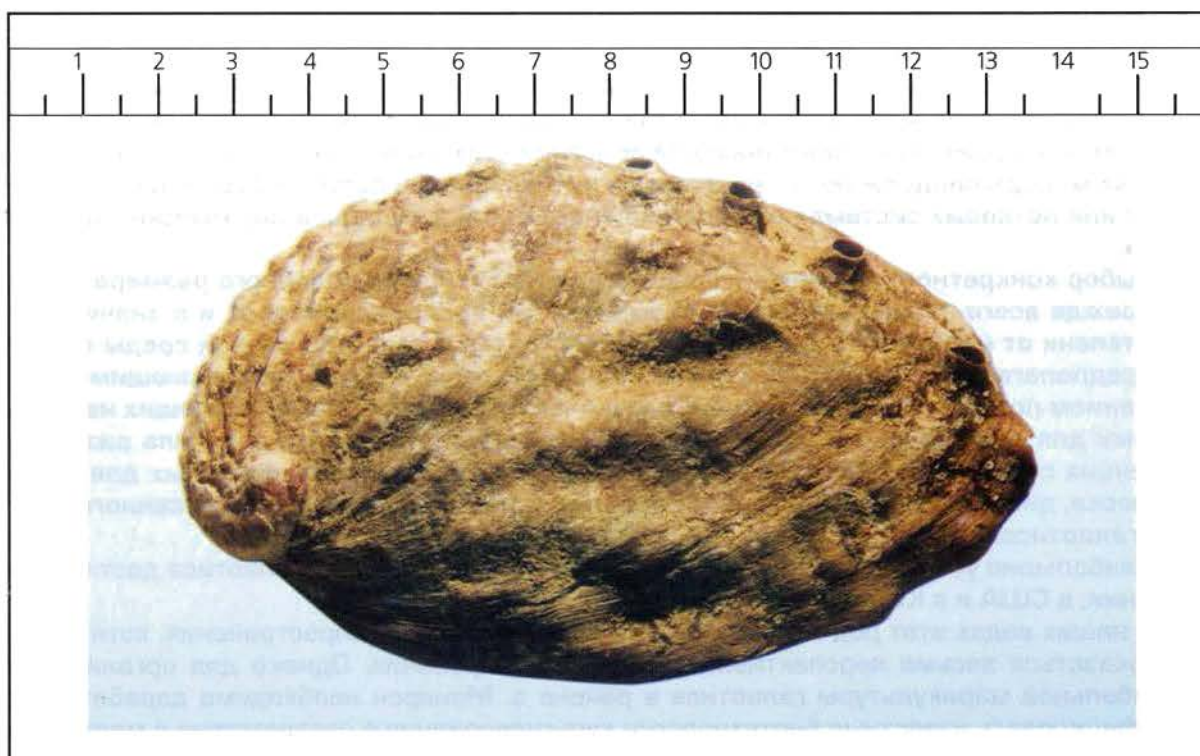
Для этого необходимо провести ряд научно-исследовательских работ по изучению биологии, экологии, размножению и питанию галиотиса в районе о. Монерон, а также абиотическим условиям среды обитания.

### Систематическое положение галиотиса о. Монерон

Сиренко и Касьянов в статье, посвященной биологии монеронского галиотиса, определяют его как *Sulcus (Haliotis) discus hannai* Ino (Сиренко, Касьянов, 1976). В последующей литературе этот галиотис также поминается как *H. discus*. Между тем, для ближайшего острова Японии – Хоккайдо указываются по крайней мере три вида галиоти-



**Фото 1.** «Красная» морфа галиотиса, обитающего на острове Монерон



**Фото 2.** «Зеленая» морфа галиотиса, обитающего на острове Монерон

сов – *H. discus*, *H. gigantea* и *H. sieboldi*. Потенциально в этом регионе может быть и *Haliotis kamtschatkana*, обитающий на Аляске и спорно отмеченный на Камчатке (мыс Лопатка).

В имеющихся определителях в отношении близких видов галиотисов нет единой системы. Айзенберг в своих определительных таблицах в качестве типичных представителей приводит очень близкие по структуре и окраске раковины *H. discus*, *H. kamtschatkana*, *H. gigantea* (Isenberg, 1981).

В полевом определителе моллюсков Оливера (Oliver, 1984) больше всего на монеронского галиотиса похож рисунок молодого гигантского галиотиса, обитающего в Японии.

Анализ полиморфизма раковин галиотисов, собранных на острове Монерон, показал их значительную неоднородность. Можно выделить по крайней мере две группы признаков, по которым различаются моллюски, собранные в разных районах острова и на разных глубинах.

### **1. Форма раковины**

Отмечены две основных вариации формы раковины монеронских галиотисов: вытянутая и широкая (см. фото 1, 2). Для моллюсков с широкой раковиной характерна небольшая высота раковины и резкая бугристая структура, а также очень тонкая краевая поверхность, что свидетельствует об интенсивности роста моллюска. Моллюски с продолговатой раковиной более объемны и имеют более толстую раковину при одинаковом линейном размере с широкими морфами.

### **2. Характер обрастания и цвет раковины**

Отмечено, что часть галиотисов имеет окраску раковины зеленоватых тонов, часть – красноватых, а часть – чередует в своей окраске зеленые и красные полосы. Цвет раковины галиотисов очень существенно зависит от типа питания (Genade, et al, 1988).

Таким образом можно предположить, что на острове обитает две основных разновидности галиотисов, различающихся по типу питания, а также какая-то часть особей со смешанным типом питания. Так как красноватый цвет раковине дают красные известковые водоросли, обитающие на большей глубине, чем зеленоватые по цвету *Phaeophyta*, то можно предположить наличие сублиторальной разновидности и глубинной разновидности галиотисов. Наличие полосатых особей предполагает обмен мигрантами.

Разные по цвету моллюски по-разному обрастают макрофитами и другими гидробионтами. Условно «зеленые» галиотисы обрастают преимущественно ульвой, мелкими красными водорослями, проростками ламинарии. В некоторых местах – мшанками. Условно «красные» особи, обросшие преимущественно багрянковыми известковыми водорослями и изредка кустами *Desmarestia viridis*, обитающими ниже ламинариевого пояса и на скальных плато, опоясывающих остров.

Характерно, что в нерестовый период «красные» галиотисы приползают на мелководье и в этот период отчетливо выделяются на скалах, тогда как «зеленые», обросшие гораздо интенсивнее мелкими водорослями, зачастую не видны среди аналогичного обрастания сублиторали. Соотношение красных и зеленых разновидностей моллюсков примерно 1:10 для особей размером более 100 мм и примерно 1:2 среди молодых размером до 50 мм.

Полученные данные не позволяют делать серьезные выводы о систематической принадлежности галиотисов Монерона без проведения серьезных сравнительных работ с привлечением коллекционного материала из разных регионов Северной Пацифики, а также без проведения генетико-биохимического анализа белкового полиморфизма моллюсков различных морф. На первичном этапе работ для описания монеронских галиотисов можно пользоваться закрепившимся в литературе названием *Haliotis discus*.

## **Структура биотопа**

### ***Геоморфологическое описание прибрежной зоны о. Монерон***

#### ***Динамика и морфология береговой зоны***

В начале среднего миоцена юг Сахалина был зоной интенсивной вулканической деятельности, в результате которой, видимо, и возник один из многочисленных вулканов, который ныне образует остров Монерон. Это – щитовой вулкан, в настоящее время возвышающийся над уровнем моря почти на 440 м, в основании которого залегают породы основного состава: базальты, андезиты-базальты. На дневную поверхность здесь выходят вулканогенно-осадочные породы нижнечеховской свиты (N<sub>1</sub>ch<sub>1</sub>): туфопесчаники, туфогравелиты, туфобрекчии, – и верхнечеховские (N<sub>1</sub>ch<sub>2</sub>) вулканогенные породы основного состава, преимущественно лавы, потоки которых образовали некоторые мысы (например, м. Сивучий).

Береговая линия острова сильно изрезана в силу неоднородности литолого-петрографического состава слагающих остров пород и, следовательно, из-за неодинаковой их устойчивости против основных агентов разрушения. Андезиты, андезиты-базальты, лаво-

брекчии и т. п. очень прочны, слабо поддаются абразии. Осадочные, туфогенно-осадочные отложения менее прочны.

Мысы, сложенные прочными породами и выступающие в море на несколько метров или десятков метров, чередуются с неглубоко врезанными открытыми бухтами, поэтому в целом берега острова можно охарактеризовать как абразионно-бухтовые. В расщелинах между скал образуются узкие карманные пляжи. У уреза воды встречаются гроты и пещеры в некоторых случаях до нескольких десятков метров вглубь скалы, глубокие с покатыми сводами, имеющими основание на подводном береговом склоне. Нами не проводилось никаких измерений объемов масс материала, поступающего к берегу, поэтому оценка основных факторов питания береговой зоны острова обломочным материалом приближительна и отражает лишь качественную, сравнительную сторону процесса. Процесс абразии преобладает на этих берегах над процессом аккумуляции.

Абразия, по-видимому, основной источник поступления обломочного материала в береговую зону, хотя в некоторых местах побережья нельзя не отметить роль денудации в поставке рыхлого материала к берегу (например, в Ковше крупные обломки валунной размерности откалываются от почти вертикальной скальной стены и попадают непосредственно на пляж). Аллювиальный сток очень незначителен, поскольку на острове нет крупных рек, а многочисленные ручьи имеют слабые по силе потоки, что бы переносить ощутимое количество рыхлого материала. Возможно, весной во время таяния снега мощности потоков усиливаются, мелкие частицы увлекаются волнами на глубину.

При довольно беглом, рекогносцировочном обзоре побережья острова можно выделить два основных типа абразионных берегов (из предложенных Ю.А. Павлидисом [1968]). Это вулканические неизменные или мало измененные морем берега и берега, окаймленные бенчами с отмершим или отмирающим клифом и развитием у их подножья аккумулятивных форм. К первому типу относятся склоны крупных вулканических образований, сложенных базальтами – острова Красные, Восточные, мыс Сахарная Голова и др. Они образованы очень прочными, устойчивыми к абразии породами, которые практически не разрушаются, несмотря на то, что у них образуется конвергенция волновых лучей. Подводный склон здесь очень крутой, иногда отвесный, его уступы, достигающие 9 – 12 м, разбиты трещинами. У подножья склона, как правило, неширокая полоса глыб, сменяющихся ниже по профилю валунами, а затем ровным песчаным дном с редкими выходами коренных пород.

Ко второму типу относятся абразионные берега, измененные морем. Верхняя часть профиля подводного склона таких берегов представляет собой почти горизонтальную абразионную площадку – бенч. Классический пример этого типа – прибойные участки бух. Кологераса. Внешняя сторона бенча оканчивается уступом высотой 5 – 6 м, за которым начинается довольно пологое склистое дно с навалом глыб у уступа и далее почти лишенное наносов, за исключением расщелин и трещин в скале, – своеобразных ловушек рыхлого материала (рис. 1).

Условно к описываемым абразионным берегам можно отнести абразионно-аккумулятивные берега, которые имеют значительное распространение на острове. Здесь у подножья клифов образуются узкие пляжи, преимущественно валунные. Питание этих пляжей помимо абразионного происходит и денудационным материалом. Подводный береговой склон здесь, как и у абразионных берегов, крутой, однако резкого свала глубин не наблюдается. У уреза валуны сменяются глыбами и скальной поверхностью. Рыхлый материал встречается пятнами между глыбами и валунами, в трещинах скал. Далее, вниз по склону, неширокий мелководный скально-глыбовый участок сменяется полем плотно лежащих валунов или ровной скальной поверхностью. Примером этого типа берега могут служить кутовые участки бухт Кологераса, Чупрова и др. (рис. 2).

Аккумулятивных берегов как таковых на острове нет.

Описанные выше абразионные берега слагаются несколькими фациями. Опуская описание надводной части берегов, перейдем к рассмотрению фаций подводного берегового склона.

Фации верхней части подводного берегового склона абразионного берега, окаймленного бенчем, представлены навалами глыб и валунов, скальной поверхностью, пятнами песка и непосредственно стенкой уступа бенча. Те же фации слагают склон абразионно-аккумулятивного берега, только во втором случае отсутствует уступ и склон равномерно опускается от уреза.

Фация нижней части подводного берегового склона представлена ровной пологонаклонной скальной поверхностью, иногда поверхностью гребенчатого профиля (бух. Кологераса). В некоторых случаях дно сложено валунами, сочетающимися с выходами коренных пород. При кажущейся разнородности похоже, что это разновидности одного и того же фациального комплекса.

Отличается фация подводного склона абразионно-аккумулятивного берега севернее мыса Сахарная Голова. Верхняя часть склона так же представлена навалами глыб и валунов, но растянута на значительную ширину. Нижняя же часть представляет собой как бы переходную зону между предыдущей фацией и последующей, но не похожа на самостоятельную. Глыбы здесь как будто плотно сцементированы в гальку. С глубины 16 м встречается гравий. Дно сравнительно полого и характер его не изменяется на большом протяжении (до глубины как минимум 25 м). Следующей за этой переходной ожидается увидеть фацию подножья берегового склона. По-видимому, она представлена гравием или мелкой галькой.

Что касается фаций абразионных берегов, практически не измененных морем, то здесь отличие от вышеописанных фаций в значительном смещении их на глубину.

Высокий скальный уступ можно выделить в отдельную фацию. Навалы глыб и валунов, образуя неширокую полосу у подножья уступа, сменяются переходным поясом глыб, «сцементированных» в песок, подобным тому, что описан в районе мыса Сахарная Голова. К переходному поясу, по всей вероятности, следует отнести чередующиеся с песчаными линзами скалистые гряды, встреченные у Красных островов.

Наконец, фациальный комплекс подводного берегового склона переходит в комплекс подножья берегового склона, представляющего собой ровное субгоризонтальное поле песка с редкими выходами коренных пород.

Примечательно, что рыхлый материал, взятый примерно с одной глубины в противоположных концах острова, имеет разную размерность. Так, у Красных островов преобладает крупно- и среднепесчаная фракция, а у мыса Сахарная Голова – среднегравийная.

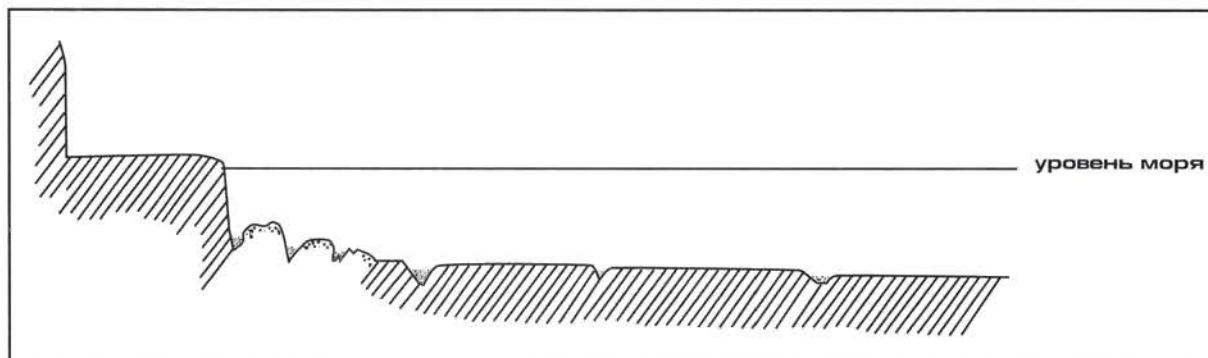


Рис. 1. Схематический профиль абразионного берега, окаймленного бенчем

Условные обозначения:



скала



глыбы



валуны



галька, гравий, песок

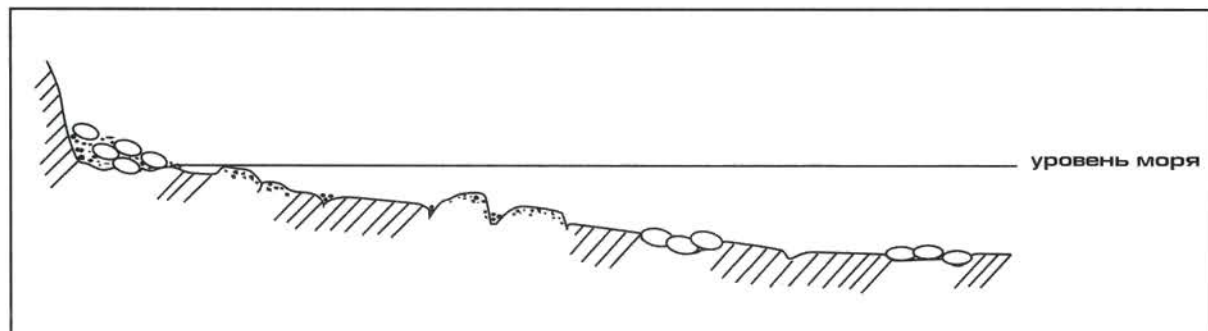


Рис. 2. Схематический рисунок абразионно-аккумулятивного берега (бухта Чупрова)

Сортировка рыхлого материала хорошая ( $S_o=1.35$ ), что говорит о спокойных условиях накопления рыхлого материала на дне.

Помимо всего прочего, нельзя упускать из внимания многочисленные на шельфе острова Монерон банки, подводные и надводные камни и рифы. Если банки образованы скалами, навалами глыб и валунов, их фации, по-видимому, можно отнести к типу фаций верхней части подводного берегового склона абразионного берега, измененного морем. Если же банки возвышаются в виде скальных уступов на больших глубинах, то вероятнее всего их было бы причислить к фациям верхней части подводного склона абразионных берегов, мало измененных морем. Хотя в экологическом отношении банки, находящиеся далеко в море очень своеобразны, отличаются от таковых, расположенных близко к берегу, и заслуживают особого внимания.

Нельзя претендовать на полноту описания всех фаций подводного склона острова, поскольку из-за ограниченности времени исследования не охватили часть береговых форм, в том числе переимы. Однако, учитывая важность рельефа и донных осадков как ведущих абиотических факторов распределения морских организмов на дне, необходимо было бы сделать подробное детальное описание берегов и подводного берегового склона с целью выявления характерных признаков того или иного типа берега для того, чтобы в дальнейшем, оперируя этими данными, ориентируясь на надводные признаки, более-менее четко представлять себе ситуацию на дне. Впоследствии без дополнительных усилий это поможет выбирать места, наиболее благоприятные для заселения их морскими промысловыми организмами, в частности, таким довольно капризным их представителем, как *Haliotis*. Итоговым материалом детального исследования побережья острова являются карта фаций прибрежных отложений, а также, как дополнение, профили типичных берегов и геоморфологическая карта дна. Руководствуясь этими материалами, с учетом гидрологической ситуации местности, не трудно будет решить задачу организации хозяйств марикультуры на острове.

### *Макрофиобентос о. Монерон*

Исследования фитобентоса мест обитания моллюска *Haliotis* проводились в июле-августе 1992 года. Исследования проводились с использованием легководолазной техники. Определялся видовой состав водорослей, вертикальное распределение, биомасса некоторых видов, характерные для данного времени года. Биомасса определялась с помощью методики отбора стандартных рамок площадью 0,01 м и 0,25 м.

Для удобства описания структуры водорослевого сообщества биотоп обитания моллюска *Haliotis* был разделен на несколько структурных единиц:

1. Скальные рифы (островки) с постоянно находящейся над водой верхней частью.
2. Скальные рифы, верхняя часть которых осушается в полный штиль.
3. Скальные рифы, верхняя часть которых постоянно находится под водой на глубине 1,0 – 2,0 м.
4. Скальные рифы (гряды) находящиеся на глубине 3,0 – 4,0 м.

В природных условиях все эти структурные единицы представляют собой единое целое.

Приступая к описанию макрофитобентоса шельфа острова Монерон, необходимо отметить крайне слабую выраженность приливно-отливных явлений, что подтверждается и литературными данными. Основной причиной колебаний уровня моря является сгонно-нагонный волновой эффект, что делает весьма сложным определение уровня уреза воды. При описании вертикальной структуры фитобентоса за уровень уреза воды принимался уровень моря в момент обычных для острова Монерон ветровых условий.

Вертикальное распределение водорослей на выступающих над водой скалах имело следующий характер. От уреза воды до высоты 0,1 – 0,15 м основным доминирующим видом была *Corallina pilulifera*, среди которой попадались дерновинки *Gloiopeltis furcata*, а также единичные экземпляры *Ulva fenestrata*, *Laurencia nipponica*, *Leathesia difformis*. Проективное покрытие этого пояса составляло 80%. В расположенных в этом же поясе небольших ваннах супралиторального типа были обнаружены небольшие дерновинки *Enteromorpha clathrata* и отдельные экземпляры *Chaetomorpha monilifera*. По самому верхнему краю пояса кораллины шел узкий пояс из редко расположенных талломов *Scytosiphon lomentaria*. Этот пояс располагался в защищенных от солнца местах и, вероятно, по этой причине был прерывистым. Пояс кораллины продолжался и от уреза воды до глубины 0,1 – 0,15 м, где сменялся поясом *Iridae cornucopiae* и *Rhodoglossumpulcherum* проективное покрытие которого составляло 100%. Доминирующим видом была ирида, на

долю которой приходилось 90% проективного покрытия. На глубине 0,25 м пояс ириды сменял узкий пояс *Neodilsea yendoana* с примесью других видов водорослей: *Ptilota filicina*, *Ulva fenestrata*, *Chordaria flagelliformis*, *Tichocarpus crinitus*, *Neorhodomela larix*, *Polysiphonia morrowii* и др.

На грунте появляются литотамниевые водоросли, известковые красные водоросли *Amphiroa cretacea*. Таким образом, в интервале глубин от 0,15 до 0,5 м пояс макрофитов состоит из двух ярусов: на грунте литотамниевые и известковые водоросли, верхний ярус – водорослевая мозаика. В нижнем ярусе проективное покрытие составляло 90%, доминирующим видом были литотамниевые водоросли. В верхнем ярусе доминантом была *N.yendoana*, общее проективное покрытие составляло 80%. На глубине примерно 0,5 м к этим двум ярусам добавился третий ярус который составляли бурые водоросли *Laminaria japonica* f. *angustissima* и *Costaria costata*. Таким образом, на глубине 0,5 м образовался новый водорослевый пояс, состоящий из трех ярусов: нижний ярус – литотамниевые и известковые водоросли (проективное покрытие 90%), средний ярус – водорослевая мозаика (проективное покрытие 40%), верхний ярус – *L.japonica* и *C.costata* (проективное покрытие 100%, доминирующий вид – *L.japonica*). Эта ассоциация макрофитов заканчивалась на глубине 3 – 4 м, где резко падало проективное покрытие *L.japonica*.

На этой глубине появились новые виды: *Cystoseira crassipes*, проективное покрытие которой достигало 30%, *Dichloria (Desmarestia) viridis*, *Desmarestia ligulata*, небольшие куртины *Phyllospadix iwatensis*, *Odontalia corymbifera*. На грунте сохранялось присутствие литотамниевых водорослей проективное покрытие которых составляло 80%. От водорослевой мозаики оставались расположенные в скальных щелях *Ptilota filicina*, *Neorhodomela larix*. *Costaria costata* на этой глубине имела проективное покрытие 10–15%, а для *L.japonica* эта глубина является практически границей распространения. Ниже она встречалась только в единичных экземплярах.

Такой характер растительного покрова сохранялся до глубины 6 – 7 метров, где практически полностью исчезали *Costaria costata* и *Phyllospadix iwatensis*, а также практически все виды, составлявшие водорослевую мозаику и *Cystoseira crassipes*. На этой глубине появились новые виды: единичная *Chorda filum* и немногочисленный *Agarum cribrosum*, который вместе с *Dichloria viridis* образует ассоциацию, нижняя граница распространения которой располагалась на глубине 20 – 30 м.

Если в верхних горизонтах распространения этой ассоциации доминантом являлась *D.viridis*, то с увеличением глубины роль вида доминанта переходила к *A.cribratum*. Так на глубине 9 метров проективное покрытие этой ассоциации составляло 80%, причем на долю *D.viridis* приходилось 90% проективного покрытия и ее биомасса составляла 1240 г/м. В том же районе на глубине 14 м, при сохраняющейся общей величине проективного покрытия ассоциации, доля участия этих двух видов была равной. Биомасса *A. cribratum* на глубине 13 м составляла 2400 г/м. Максимум проективного покрытия этой ассоциации приходился на интервал глубин 0,6 – 25 м, где в отдельных местах достигал величины 90%. В затененных местах на глубине 20 м на вертикальной скале были обнаружены пятна *Zonaria diesigiana* площадью до 2 м<sup>2</sup> и корковая багрянка *Hildenbrandtia occidentalis*. На глубине 20 – 25 м на раковинах гребешка и другом мелком субстрате встречались единичные экземпляры *Valonia ventricosa*.

Верхняя часть скал выступающих над водой во время штилевой погоды была покрыта ассоциацией *Irida cornucopiae* & *Rhodoglossum pulcherum*, проективное покрытие которой составляло 100%. Эта ассоциация сменялась узким поясом *Neodilsea yendoana* шириной примерно 15 – 20 см, который глубже плавно переходил в пояс *L.japonica* & *Costaria costata*, состоящий из трех ярусов: нижний ярус – литотамниевые водоросли и *Amphiroa cretacea* (проективное покрытие 80%), средний ярус – водорослевая мозаика включающая в себя различные виды водорослей (*Neorhodomela larix*, *Ulva fenestrata*, *Polysiphonia morrowii* и др.) с проективным покрытием 40%, верхний ярус состоящий собственно из *L.japonica* и *C.costata* (проективное покрытие 100%). Эта ассоциация распространялась до глубины 3 – 4 метра, где практически исчезала ламинария и появлялись такие виды как *Cystoseira crassipes*, *Desmarestia ligulata*, *Dichloria viridis*, *Odonthalia corymbifera*, отдельные куртины филлоспадикса. Глубже 6 – 7 метров из этого набора видов сохранялись только *Dichloria viridis* к которой добавлялся *Agarum cribrosum*, литотамниевые водоросли & *Amphiroa cretacea* и *Ulva fenestrata*.

Изучение водорослевого состава скал, находящихся на глубине 1 – 2 метра, позволило выяснить, что их верхняя поверхность, в зависимости от глубины нахождения, может быть покрыта различными ассоциациями макрофитов. Если верхняя поверхность скалы

находилась на глубине примерно метра, то ее покрывала ассоциация *Irida cornucopiae* + *Rhodoglossum pulchrum* которая переходила в смешанный пояс *Neodilsea jendoana* + *Cystoseira crassipes*, где доминантом являлась цистозира. В этот же пояс входила водорослевая мозаика, включающая в себя целый ряд различных видов макрофитов из которых особо следует отметить *Polysiphonia morrowii*, *Neorhodomela larix*. Ассоциацию цистозеры сменяла состоящая из трех ярусов ассоциация ламинарии. Проективное покрытие всех трех ассоциаций составляло 100%. На глубине трех метров ассоциацию ламинарии сменяла ассоциация *Costaria costata* + *Dichloria viridis* в которую входила водорослевая мозаика с двумя доминирующими видами: *Polysiphonia morrowii*, *Neorhodomella larix*. Глубже проективное покрытие *C.costata* падало до 5 – 10%, а к 6 метрам костария встречалась в единичных экземплярах.

На этой глубине практически полностью исчезали *P.morrowii* и *N.larix*, но появлялись куртины филлоспадикса и *Agarum cribrosum*. С дальнейшим увеличением глубины водорослевый покров составляли литотамниевые водоросли, амфириа и ассоциация *Dichloria viridis* + *Agarum cribrosum*.

В случае, когда верхняя поверхность скалы находилась на глубине примерно 2 м, на ней практически отсутствовала ассоциация *Iridaea cornucopiae* и находилась ассоциация ламинарии и костарии, состоящая из трех ярусов видовой состав которых был описан выше.

Проективное покрытие такой ассоциации составляло в большинстве случаев 100%, но иногда уменьшалось до 90%, когда свободные от бурых водорослей участки поверхности скалы покрывала *Polysiphonia morrowii*. С увеличением глубины вертикальное распределение макрофитов носило характер, аналогичный вышеописанному с некоторыми незначительными изменениями.

Макрофитобентос скальных гряд, находящихся на глубине примерно четыре, пять метров, представлял собой наиболее обедненную по видовому составу часть биотопа обитания моллюска морское ушко. Водоросли этой части биотопа были представлены находящимися на грунте *Lithotamnion erubescens* и *Bossiella cretacea*. Примерно по десять процентов проективного покрытия приходилось на костарию и филлоспадикс, биомасса которого на этой глубине составляла в среднем 1300 г/м. Кроме этих видов до 20% проективного покрытия занимала *Dichloria viridis*. Другие макрофиты были обнаружены в единичных экземплярах.

С увеличением глубины до семи, восьми метров костария встречалась лишь отдельными растениями, а куртины филлоспадикса практически совсем исчезали, но увеличивалось проективное покрытие *Dichloria viridis*. Кроме того появлялись растения *Agarum cribrosum*. Эта вновь образовавшаяся ассоциация обнаруживалась до глубины 20 – 25 и даже 30 метров, причем на глубине тридцати метров ее проективное покрытие могло достигать в отдельных местах 50%.

Анализ полученных данных и литературных источников позволяет констатировать: несмотря на то, что остров Монерон располагается в непосредственной близости от побережья Сахалина, флористический состав и распределение макрофитобентоса острова Монерон близки водорослевому сообществу Южного Приморья, хотя имеются некоторые отличия. Так, встречаются некоторые виды, не отмеченные для фикофлоры Южного Приморья, а также имеются различия в вертикальном распределении макрофитов в верхней сублиторали.

Такой состав фикофлоры вероятно связан с географическим положением острова Монерон, которое создает уникальные гидрологические условия, так как остров находится в струе теплого Цусимского течения. К сожалению, немногочисленные опубликованные статьи, посвященные макрофитобентосу острова Монерон (Tokida J, 1954; Щапова, 1957; Макиенко, 1974; Демешкина, 1985) не имеют данных, отражающих сезонную динамику водорослей, поскольку все полевые работы проводились исключительно в летнее время (август – сентябрь).

Это является существенным пробелом в изучении водорослевого сообщества острова, так как без знания сезонной сукцессии видов невозможно достоверно описывать процессы, происходящие в морском биоценозе острова Монерон вообще, и в биотопе обитания моллюска *Haliotis* в частности.

### ***Распределение галиотиса в биотопе***

Во всех имеющихся литературных источниках, посвященных изучению биологии монеронского галиотиса в качестве характерного места его обитания указана верхняя сублитораль до глубины 4 – 5 м.



**Фото 3.** Наиболее типичный биотоп галиотиса на верхней сублиторали о.Монерон

Ландшафтное картирование популяции галиотиса, проведенное в 1992 г. также подтверждает этот вывод. Более 90% всех особей, независимо от размеров, было встречено именно на этих глубинах и только отдельные особи встречались на скальных субстратах до глубины 10 – 12 м. На рыхлых грунтах живые галиотисы отмечались лишь единично и только в тех случаях, когда линзы рыхлого грунта располагались посередине скального биотопа.

На валунных и крупногалечных грунтах, с размером частиц, соизмеримых с размерами моллюсков, живые галиотисы не отмечены. Мертвые раковины галиотисов отмечены на расстоянии до 200 – 300 м от ближайших скальных массивов, однако это может быть результатом штормового перемещения ракушечного материала. Во многих местах побережья раковины галиотисов разной степени сохранности отмечались в штормовых выбросах на галечных и песчаных пляжах, вдали от мест наибольших скоплений моллюсков (устные сообщения сотрудников МЭЦ). По поводу этих находок также можно предположить, что они связаны со штормовым переносом. Однако, не исключена возможность активных миграций галиотисов в зимний период в поисках мест, наиболее защищенных от штормового воздействия и частичная гибель моллюсков на путях миграций, проходящих через зоны рыхлых грунтов.

По всей видимости, основным фактором, определяющим распределение галиотиса в прибрежной зоне является структура фитоценоза, обеспечивающего моллюсков пищей. В зависимости от сезона года кормовые водоросли вегетируют в различных фациях прибрежного ландшафта и, следовательно, говорить о конкретном биотопе галиотиса не вполне корректно. Можно лишь выделить зону преимущественного обитания, детализируя распределение моллюсков в каждый конкретный момент годового цикла. В данном исследовании основное внимание было уделено структуре определяющего параметра – ценозу макрофитов.

### **Пищевой спектр и кормовая база**

Для исследования пищевого спектра морского ушка определялось содержимое желудков моллюсков, отобранных из различных мест обитания, с интервала глубин 1 – 10 метров, где плотность галиотиса была максимальной. В пищевых остатках были обнаружены фрагменты нескольких видов бурых водорослей: *Dichloria viridis*, *Desmarestia ligulata*, *Laminaria japonica*, *Costaria costata*, и один вид красных водорослей: *Polysiphonia morrowii*. В количественном отношении преобладали фрагменты талломов бурых водо-

рослей, в частности дихлории и костарии. Вероятно, именно эти водоросли являются основным пищевым объектом моллюска в летний сезон. По данным южно-африканских исследователей, обитающий в водах Южной Африки вид галиотиса использует в пищу до 18 различных видов макрофитов, причем предпочтение отдает бурым, но в качестве основного пищевого объекта отмечаются лишь 3 – 4 вида.

Таким образом, макрофиты, являющиеся пищевым объектом галиотиса, распространены практически по всему диапазону глубин обитания моллюска. Вертикальное распределение этих водорослей имеет следующий характер: до трех, четырех метров – ламинария, костария, полисифония, глубже – костария, дихлория. Принимая во внимание величины биомасс и проективного покрытия этих водорослей, значения которых даны в разделе Макрофитобентос, можно утверждать, что в популяции галиотиса, обитающего на острове Монерон, практически отсутствует ингибирование по фактору кормовой базы. Необходимо также отметить, что полученные данные характерны для июля – августа. Отсутствие информации по сезонной динамике макрофитов делает невозможным определение пищевого спектра галиотиса в другое время года, что определяет особую актуальность дальнейших исследований фикофлоры острова Монерон.

### Гаметогенез и нерест

Изучение состояния гонад галиотиса, обитающего на острове Монерон в течение летнего сезона 1992 г. проводилось с 15 июля по 15 августа.

В имеющейся литературе по размножению *Haliotis discus hannai* на акватории ближайшего к о. Монерон острову Хоккайдо (Mugiya et al, 1980) показано, что в летний период гонады взрослых моллюсков находятся на стадии формирования, зрелости или готовы к вымету. Так как расстояние от о. Хоккайдо до о. Монерон не превышает 100 – 150 км, то вполне логично было бы предположить, что на о. Монерон ход гаметогенеза галиотиса аналогичен и лишь слегка сдвинут во времени, за счет медленного прогрева водных масс из-за воздействия холодного Западно-Сахалинского течения.

Однако, в единственной статье, посвященной биологии монеронского галиотиса (Сиренко, Касьянов, 1976) по поводу размножения галиотиса делается предположение, что на о. Монерон обитает стерильная популяция моллюсков, пополняемая только за счет периодического заноса личинок со стороны Японии.

С целью определения реальной картины хода гаметогенеза галиотиса на острове Монерон в течение летнего сезона регулярно брались пробы гонад моллюсков различных возрастных групп и определялась степень зрелости половых продуктов. Определение велось на месте по анализу нативных мазков содержимого гонад методом прямой микроскопии. Наиболее характерные гонады были зафиксированы для дальнейшего тонкого гистологического анализа в стационарных условиях.

Анализ галиотисов различных размерных групп показал, что дифференциация пола до стадии полевого определения у моллюсков, обитающих на острове Монерон, происходит уже на втором году жизни, при достижении ими размера порядка 50 – 60 мм. Пол устойчиво определяется на живых моллюсках без вскрытия по цвету гонады, основную часть которой можно увидеть, если с правой стороны раковины отогнуть эпиподиальную бахрому. Сквозь соединительную ткань под раковиной просвечивает конусообразный вырост, покрытый пленкой. Как и у других видов галиотисов (Crofts, 1929), гонада самцов имеет розовато-кремовый оттенок, а гонада самок – зеленовато-серый. По мере созревания интенсивность окраски возрастает. Соотношение полов у исследованной выборки галиотисов с острова Монерон примерно 2 самки на 1 самца.

В середине июля, когда были взяты первые пробы, гонады и самцов и самок находились в состоянии активного формирования гамет. Ооциты были в пристеночной фазе развития, с невыраженными ядрами и тонкой оболочкой. Сперматиды самцов собраны в плотные «пачки» и неактивны. По мере прогрева воды степень зрелости гонад повышалась и к середине августа большинство самцов были полностью готовы к нересту. Сперматозоиды стали активны и имели длинный подвижный хвост. В гонадах самцов были сформированы каналы, что по работе Mugiya соответствует нерестовой фазе. Гонады самок развивались менее синхронно. Быстрее всего нерестовая фаза наступила у самых крупных особей, размером более 100 мм. Яйцеклетки окончательно сформировались, приобрели четкую внутреннюю структуру, ядро и плотную оболочку. Размер зрелых яйцеклеток достигал 450 мкм.

Таким образом, даже в такой холодный год, как 1992, гаметогенез галиотисов на о. Монерон благополучно завершился. Дальнейшее развитие гонад моллюсков будет исследовано в ходе осенних и зимних работ.

С изменением степени зрелости гонад у галиотисов было связано и изменение их пищевой активности и поведения. Когда моллюски находились на стадии активного формирования половых продуктов, для их поведения была характерна интенсивная пищевая активность, что подтверждается результатами вскрытия желудков. Практически у всех моллюсков в этот период степень наполнения желудка была максимальна. Галиотисы в биотопе были равномерно распределены.

При наступлении преднерестового состояния интенсивность питания моллюсков уменьшилась. Особено это касается самцов. Последние вскрытые самцы, отловленные 15 августа имели практически пустой желудок. Степень наполнения желудков самок обратно коррелировала со степенью их зрелости. Произошли также и изменения в поведении. На скалах можно было встретить группы моллюсков среднего размера, окружающих одну крупную особь. Иногда встречались крупные особи парами. Отдельные крупные самцы интенсивно перемещались среди зарослей кэппа с «высоко поднятой головой», явно ориентируясь в своих исканиях по запаху. Поисковое поведение и агрегированность во время нереста отмечены и другими исследователями (Shepherd, 1986).

Следует отметить, что начало нерестового периода у галиотисов совпало с интенсивным отмиранием одного из основных кормовых видов бурых водорослей, остатки которых постоянно присутствовали в желудках моллюсков, – *Desmarestia viridis*.

Снижение плотности этих водорослей могло привести к необходимости для галиотисов переключиться на рацион, состоящий из большего количества красных водорослей, некоторые биохимические фракции которых используются для стимуляции развития личинок моллюсков (Barlow, 1990, Pawlik, 1990).

Повышение степени агрегированности моллюсков перед нерестом вполне понятно. Яйцеклетки галиотисов очень велики и не способны длительное время находится в толще воды (Takashima, 1978, Okuno, 1978). Следует также отметить, что количество зрелых яйцеклеток у одной самки по сравнению с некоторыми другими видами моллюсков также невелико, – всего несколько сотен тысяч. При таком низком пуле половых продуктов в среде реализация оплодотворения возможна или при очень высокой концентрации моллюсков в одном месте, либо при целенаправленном синхронном вымете половых продуктов самцов и самок. По всей видимости, элементы брачного поведения, наблюдавшиеся нами и отмечаемые другими исследователями (Crofts, 1929), направлены именно на повышение успеха оплодотворения. Крофтс например отмечает, что вокруг нерестящегося самца на сублиторали образуется облако спермы, частично связанной коллоидными выделениями слизистых желез. Вымет яйцеклеток у самок также сопровождается бурным выделением слизи (Takashima, 1978).

К сожалению, в течение летней экспедиции не удалось в природных условиях наблюдать нерест галиотисов. Однако в бассейновых условиях наблюдался вымет половых продуктов некоторыми крупными самцами и он также сопровождался выделением большого количества слизистого коллоида.

Планктонная фаза развития личинок галиотиса досточно мала и составляет не более 10 дней (Ino, 1952). Можно также предположить, что при обитании в более экстремальных условиях, коими являются условия острова Монерон, длительность этой фазы может быть сокращена в соответствии с биологическим законом, по которому в экстремальных условиях некоторые высокоразвитые виды гидробионтов меняют свою стратегию гаметогенеза в направлении сокращения неконтролируемых, пассивных фаз развития. Апосредованно на это указывает и большая генетическая дифференциация популяции галиотиса как на Хоккайдо, так и на самом Монероне. На Хонсю, к примеру, обнаружены существенные генетические различия у галиотисов, обитающих на расстоянии нескольких сот километров друг от друга (Naga, Kukushi, 1992). На острове Монерон также обнаружены различия между моллюсками, обитающими на южной и северной оконечностях острова. Отмечено также наличие в одном и том же месте особей, резко отличающихся по своим морфологическим характеристикам и характеру обрастаний, что говорит о различиях занимаемого ими биотопа.

В подтверждение этому служит и тот факт, что яйцеклетки у монеронских галиотисов достигают в момент нереста размера до 450 мкм, тогда как нормальный размер зрелых яйцеклеток у *Haliotis discus hsnnai* не более 280 мкм (Ino, 1952). Столь крупные яйце-

клетки вполне могут обеспечить быстрое развитие и короткую планктонную фазу за счет большого количества питательных веществ в протоплазме.

Предварительно можно предположить наличие на острове двойной популяции, существующей как за счет оседания своих собственных личинок, так и за счет постоянного оседания личинок, заносимых со стороны Японии. Однако для решения этой проблемы необходимо провести подробное генетико-биохимическое сравнение моллюсков, обитающих на ближайших Японских островах и на Монероне.

## Структура планктона

В течение летней экспедиции был начат отбор планктонных проб в прибрежной зоне острова Монерон. Пробы отбирались сетью Апштейна с диаметром входного отверстия 15 см и оснащенной капроновым газом с ячейкой размером 250 мкм. Облавливался горизонт 10 – 0 м. В течение августа 1992 г. взято и обработано 2 планктонные пробы.

Незначительность обработанного планктонного материала не позволяет делать серьезные выводы о структуре планктона прибрежной зоны острова. Однако, некоторые особенности планктона о. Монерон можно выявить и на этом материале.

Планктон побережья Монерона очень обедненный, по крайней мере в исследованный летний сезон. Этим объясняется исключительная прозрачность прибрежных вод острова. Основные компоненты планктонного сообщества в исследованных пробах – мелкие *Calanida*, *Oitona similis*, *O.nana*, *Oikopleura dioica*. В незначительном количестве присутствуют обычные для этого региона планктонные *Cladocera* – *Podon* sp., *Evadne* sp. Очень бедное сообщество диатомовых водорослей, представленное практически единственным видом – *Cascenodiscus* sp. Из перидиней единично встречается *Ceratium* sp. Крупных го-лопланктеров не отмечено.

Особое внимание привлекает практически полное отсутствие в планктоне представителей ларватона – сообщества планктонных личинок донных беспозвоночных. Для планктона Японского моря в этот сезон характерно обилие личинок иглокожих, моллюсков и других гидробионтов. В пробах же монеронского планктона отмечено лишь незначительное количество личинок гастропод и единично – двустворчатых моллюсков и полихет.

Приведенные факты свидетельствуют об олиготрофности изучаемого региона, которая может быть связана с локальной гидродинамикой, не позволяющей продуцентам накапливаться в прибрежье острова, и общей бедностью водных масс открытого моря, омывающих остров, особенно при доминировании южного течения.

С точки зрения биологии галиотиса и условий для развития его планктонных личинок, летние условия пелагиали для развивающихся моллюсков неблагоприятны. Бедность и разрозненность планктона неминуемо будет связана с более интенсивным выеданием малоактивных организмов, какими на ранних стадиях развития являются личинки моллюсков. Бедность фитопланктона также не способствует высокому выживанию личинок за счет сильной пищевой конкурентности.

В заключение следует отметить, что в пробе планктона от 9 августа 1992 г., отобранной в районе мыса Сахарная голова, обнаружено несколько экземпляров личинок гастропод, напоминающих раннюю личинку галиотиса, размером порядка 500 мкм. Однако достоверное определение возможно только на более поздних стадиях.

## Размерно-весовая структура популяции галиотиса

Анализ размерной структуры популяции галиотиса, обитающего на острове Монерон проводилась на основе обработки ряда выборок, взятых в разных точках побережья: бухта Кологераса, мыс Поясной, мыс Сивучий, острова Восточные. Средний размер выборок 60 – 80 экз. моллюсков всех размерных групп.

В течение июля – августа 1992 года зарегистрированы галиотисы, имеющие размеры от 18 до 122 мм. Все промеренные моллюски были разбиты на следующие размерные классы: менее 20 мм, 21 – 40 мм, 41 – 60 мм, 61 – 80 мм, 81 – 100 мм, более 100 мм.

В целом размерно-весовая структура галиотиса на острове за редким исключением не изменялась в зависимости от района взятия пробы и усредненно для всей популяции имела следующий вид:

размерный класс	доля моллюсков в классе	средний вес
менее 20 мм	10%	2,5 g
21 – 40 мм	25%	10,0 g
41 – 60 мм	35%	40,0 g
61 – 80 мм	20%	60,0 g
81 – 100 мм	10%	90,0 g
более 100 мм	5%	160,0 g

Максимальный размер был отмечен у галиотиса с мыса Сивучий и составлял 122 мм при весе 249 g.

Полученная мономодальная структура популяции с пиком в среднем размерном классе не соответствует нормальной структуре популяции, описываемой обычно плавной параболой с максимальной численностью мелких особей и снижением численности среди старших возрастных групп.

Смещение модального пика на середину ряда может быть обусловлена рядом причин и, прежде всего, слабым оседанием молоди в последние годы. В настоящий момент нельзя достоверно утверждать, что на Монероне существует самостоятельная популяция галиотиса и, следовательно, без анализа климатических условий последних 4 – 5 лет и данных по гидродинамике региона невозможно определить величину поступления в прибрежье острова личиночного материала со стороны Японии, а также долю этого количества личинок в общем пуле личинок галиотиса острова.

Однако, если принять как рабочую гипотезу, что на о. Монерон существует – таки самостоятельная популяция морского ушка, то такие провалы в оседании за последние 2 – 3 года могут быть вызваны только резким сокращением численности половозрелых особей в популяции. Причинами такого сокращения может быть либо естественная смертность, либо браконьерский промысел.

Причин, могущих существенно изменить интенсивность естественной элиминации галиотисов за последние годы, обнаружить не удалось. Снижение плодовитости, как одна из причин, которая может повлиять на интенсивность оседания, тоже маловероятна, учитывая тот факт, что даже в такой холодный год как 1992 моллюски благополучно созрели до стадии нереста к середине августа, следовательно, и в предыдущие, более теплые годы, нерест должен был проходить нормально.

Таким образом, как рабочая гипотеза была принята версия о браконьерском вылове галиотисов до нереста.

Особая опасность браконьерского промысла в летний сезон заключается в том, что в этот период галиотис образует нерестовые скопления на мелководье и легко доступен для водолазного сбора. Аналогичные провалы в размерной структуре популяции морского ушка отмечены и для других районов, например для побережья Великобритании, где естественные запасы также были подорваны перевыловом (Hayashi, 1980).

Косвенным подтверждением возможности браконьерского вылова моллюсков на острове может быть нахождение двух участков популяции галиотиса с практически нормальной размерной структурой старших возрастных групп. Эти участки были найдены в непосредственной близости от скальных поселений, на которых доля крупных моллюсков (размером более 80 мм) была менее 5% от общего числа особей. На «эталонных участках» доля этого и более крупных размерных классов была порядка 20% при общей плотности популяции в несколько раз большей, чем фоновая.

Объяснить такие резкие различия на расстоянии порядка 200 м друг от друга различиями в абиотических факторах достаточно трудно.

Также косвенным доказательством искусственной нарушенности современной структуры популяции может быть и анализ танатоценоза галиотиса, проведенный нами на различных участках побережья. Анализ размерного состава мертвых раковин показывает, что в местах, где раковины не собирались на сувениры в последний год (мыс Поясной, рифы мыса Сивучий) размерный ряд пустых раковин имеет форму обратной параболы с максимумом в высших размерных классах, что соответствует нормальной кривой смертности. При этом размерные ряды мертвых раковин практически одинаковы и на участках с минимальным количеством взрослых особей, и на участках с нормальным количеством крупных экземпляров морского ушка.

Однако, надо трезво отдавать себе отчет, что изложенная схема рассуждений – не более чем рабочая гипотеза. Окончательный вывод можно будет сделать только после проведения по крайней мере годичных наблюдений за структурой популяции морского ушка.

## Распределение галиотиса на сублиторали о. Монерон

Среди литературы, посвященной галиотису, обитающему на острове Монерон, существует только одна статья, затрагивающая вопросы его распределения на сублиторали острова (Скалкин, 1970). В этой статье описано распределение морского ушка с летний период 1966 и 1968 гг., изучавшегося в ходе проведения эпизодических съемок СахТИН-РО при помощи спортсменов-подводников. Результаты этой съемки показывают, что на отдельных участках побережья были отмечены разноразмерные особи живых моллюсков с максимальной плотностью порядка 1 экз/м<sup>2</sup>. Наибольшее количество галиотисов отмечено в районе бухты Кологераса, мыса Поясного и южнее мыса Сивучьего. Количественные характеристики обследованных поселений в статье отсутствуют. Основная масса живых особей была отмечена на глубинах до 2 м.

В течение июля – августа 1992 г. было проведено обследование наиболее характерных участков побережья острова, что позволило сделать предварительную оценку плотности распределения морского ушка на сублиторали и подсчитать примерную величину популяции галиотиса в настоящий момент.

Все побережье было разбито на участки различной протяженности в зависимости от типа доминирующих подводных ландшафтов. В дальнейшем были обследованы наиболее типичные участки каждого конкретного ландшафта, входящего в биотоп галиотиса и полученные данные проэкстраполированы на всю протяженность данного типа ландшафта в биотопе выбранного участка побережья. При проведении расчетов учитывалась степень изрезанности подводного ландшафта, крутизна склона, экспозиция и гидродинамика, а также ряд других факторов, определяющих биологическую структуру конкретного биоценоза.

Математическая обработка всех собранных данных позволила получить ряд интегральных показателей плотности морского ушка на обследованных участках побережья. Следует отметить, что не обследованным в течение летнего сезона остался район мыса Отвесного. Для расчета плотности галиотиса в этом районе взяты средние данные по плотности моллюсков и данные о геоморфологической структуре донных комплексов этого участка побережья (Папунов, 1991).

### 1. Район риф Восточный (Бухта Чупрова) - остров Пирамидальный

Общая протяженность береговой линии – 6,5 км

Потенциальная ширина биотопа галиотиса – 10 м

Современная ширина биотопа – 5 м

Распределение – пятнами на скальных рифах, кекурах и прибойных стенках

Средняя плотность в биотопе – 0,01 экз/м<sup>2</sup>

Размерный состав – молодь и неполовозрелые особи

Общая численность на момент съемки – 325 экз.

### 2. Район остров Пирамидальный - острова Восточные

Протяженность береговой линии – 5 км плюс 2,5 км литораль кекуров Санно, Нино и Симино

Потенциальная ширина биотопа – 10 м

Современная ширина биотопа – 5 м

Распределение – пятнами

Средняя плотность в биотопе – 0,1 экз/м<sup>2</sup>

Размерный состав – все размерные группы

Численность – 1250 экз.

### 3. Район острова Восточные - мыс Поясной

Протяженность береговой линии – 2 км

Потенциальная ширина биотопа – 20 м

Современная ширина биотопа – 10 м

Распределение – равномерное

Средняя плотность в биотопе – меньше 0,01 экз/м<sup>2</sup>

Размерные состав – молодь  
Численность – порядка 200 экз.

**4. Район мыса Поясной - мыс Отвесный**

Протяженность береговой линии – 4,5 км  
Потенциальная ширина биотопа – 25 м  
Современная ширина биотопа – 20 м  
Распределение – равномерное со скоплениями на рифах вдоль мыса Поясной  
Средняя плотность в биотопе – 0,1 экз/м<sup>2</sup>  
Размерный состав – все размерные группы  
Численность – 9000 экз.

**5. Район мыс Отвесный - мыс Сахарная Голова**

Протяженность береговой линии – 3 км  
Район в 1992 г. не обследован.

**6. Район мыса Сахарная Голова**

Протяженность береговой линии – 3 км  
Потенциальная ширина биотопа – 20 м  
Современная ширина биотопа – 5 м  
Распределение – равномерное  
Средняя плотность в биотопе – 0,05 экз/м<sup>2</sup>  
Размерный состав – преимущественно неполовозрелые особи  
Численность – 750 экз.

**7. Район севернее мыса Сахарная Голова - скалы Путь Смерти**

Протяженность береговой линии – 2,5 км  
Ширина биотопа – 10 м  
Район практически не обследован, примерная оценка численности – порядка 1250 экз.

**8. Район скалы Путь Смерти - мыс Сивучий**

Протяженность береговой линии – 4,5 км  
Потенциальная ширина биотопа – 50 м  
Современная ширина биотопа – 20 м  
Распределение – равномерное  
Средняя плотность в биотопе 0,5 экз/м<sup>2</sup>  
Размерный состав – все размерные группы  
Численность – 45000 экз.

**9. Район мыс Сивучий - мыс Северный (Бухта Кологераса)**

Протяженность береговой линии – 3 км  
Потенциальная ширина биотопа – 20 м  
Современная ширина биотопа – 10 м  
Распределение – преимущественно на скальных рифах  
Средняя плотность в биотопе – 0,1 экз/м<sup>2</sup>  
Размерный состав – все размерные группы  
Численность – 3000 экз.

**10. Район мыс Северный - камни Восточные**

Протяженность береговой линии – 5 км  
Ширина биотопа – 5 м  
Распределение – равномерное  
Средняя плотность в биотопе – 0,05 экз/м<sup>2</sup>  
Размерный состав – молодь и неполовозрелые особи  
Численность – 1250 экз.

Таким образом, галиотис обитает практически вдоль всего побережья острова. Численность моллюсков всех размерных групп в течение летнего сезона 1992 г. составляет порядка 61 000 экз.

Особо следует отметить, что практически повсеместно потенциальная ширина биотопа галиотиса гораздо больше, чем та, которую моллюск занимает в настоящий момент. При расчете потенциальной ширины биотопа принимались в расчет геоморфологические характеристики донных ландшафтов и тип фитоценоза, характерного для мест обитания галиотиса.

Различия в потенциальной и реальной ширине биотопа могут быть связаны с двумя основными причинами.

Во-первых, это может быть обусловлено сезонными миграциями галиотисов в верхние слои воды, что связано с преднерестовым типом поведения, лучшим прогревом поверхностного слоя, а также с большим обилием кормовых макрофитов. Хотя, следует отметить, что десмарестия, которая в исследованный период была одним из основных объектов питания галиотиса, обитает до глубины порядка 15 – 18 м и образует на этих глубинах значительные скопления.

Во-вторых, – общей подавленностью популяции и неспособностью оставшихся в настоящий момент особей освоить весь биотоп. Апосредованно на это указывает и характерное для морского ушка стайное поведение, с учетом которого имеющееся количество особей физически не могут занять весь доступный ареал. Не исключено, что могут быть и другие причины.

В зависимости от того, какой фактор играет большее значение, можно прогнозировать и дальнейшую судьбу популяции галиотиса, а также возможности его воспроизводства. Однако, для таких выводов имеющихся данных явно не достаточно.

## **Поведение галиотиса в природных и аквариальных условиях**

В этом разделе приведены обобщенные результаты наблюдений за поведением галиотиса в местах естественного обитания, в отсадных бассейнах, и в экспериментальном аквариуме емкостью 5 литров с постоянной аэрацией воды. В биотопе наблюдения проводились водолазным способом в диапазоне глубин от 0 до 10 метров. На больших глубинах галиотис не отмечен.

Уже первые наблюдения при обнаружении моллюсков в биотопе показали, что изучаемый объект обладает сложным поведением и развитыми поведенческими реакциями на субстрат, пищу, особей своего вида, потенциальных врагов, а также других гидробионтов – соседей по биотопу.

### ***Взаимодействие с субстратом, динамика и кинематика передвижения на различных субстратах, реакция на гидродинамические условия***

Брюхоногий моллюск *Haliotis discus hannai* обладает хорошо развитой ногой. При движении по подошве пробегают волны мышечных сокращений, причем попеременно по левой и правой части подошвы ноги независимо друг от друга и даже в противоположных направлениях. Наблюдения за передвижением галиотисов в аквариуме показали, что движения левой и правой частей подошвы напоминают попеременное движение тракторных гусениц. Такой способ передвижения дает моллюску возможность развивать довольно высокую скорость до 2 – 3 см/сек на ровном субстрате и позволяет разворачиваться на месте на 360 градусов. На поверхности подошвы ноги при движении постоянно выделяется слизь, что предохраняет поверхность подошвы от повреждения субстратом и усиливает присасывающий эффект.

Как показывает анализ литературных данных, слизиобразование происходит постоянно и увеличивается при движении по абразивному субстрату: чем выше абразивность субстрата, тем больше слизиобразование. Экспериментальным путем было определено, что на процесс слизиобразования расходуется от 21 до 29% от общего количества ассимилированной моллюском энергии, причем с ростом моллюска растет и процент энергии, расходуемой на слизиобразование [Culley, Sherman, 1985].

При перемещении моллюсков по различным субстратам в биотопе было замечено, что они свободно передвигаются по корковым известковым водорослям *Lithothamnion pacificum*, образующим гладкие корковые покрытия, но избегают передвигаться по известковым водорослям *Lithothamnion erubescens*, *Bossiella cretacea* и *Corallina pilulifera*, образующим корковое покрытие с шипами и жесткими веточками.

При попадании на такой субстрат галиотис старается быстро покинуть его. Скорость передвижения моллюсков на таких субстратах не превышает 0,5 – 1 см/сек. Гу-

стые заросли макрофитов с расстоянием между талломами меньшим, чем ширина раковины моллюска, являются для него труднопроходимыми, поэтому наиболее крупные моллюски обычно встречались на периферийной, разреженной части зарослей макрофитов.

Обитание галиотиса в зоне активного волнового воздействия накладывает определенный отпечаток на его поведение. Нами неоднократно наблюдалось, что при усилении волнения до 2 баллов моллюски прекращали питаться и прятались в укрытиях. В качестве укрытий использовались расщелины, ямки в скальной породе, котлы выбивания и т.п. Предпочтение отдавалось укрытиям, затененным пучками макрофитов от прямого солнечного света.

При использовании моллюском небольших укрытий он стремится максимально использовать площадь дна ямки и предпочитает при этом убежища соизмеримые с площадью его эпиподиума. Нога моллюска и его эпиподиум максимально распластываются и присасывающая сила многократно увеличивается. Анализ литературных источников подтверждает сделанные выводы о большом значении в жизни этих моллюсков наличия вблизи кормовых площадок легкодоступных убежищ. На этом же основаны большинство патентных разработок по мариккультуре разных видов галиотисов.

### *Пищевое поведение в биотопе и в аквариальных условиях*

При наблюдении за поведением галиотиса в биотопе особое внимание было уделено пищевому поведению моллюсков. Необходимо было выяснить пищевой спектр, характер потребления пищи, продолжительность периода кормления. Кроме того, проводились наблюдения за моллюсками в аквариальных условиях и в бассейнах для передержки. В природных условиях пищевое поведение наблюдалось у моллюсков с длиной раковины от 50 мм до 120 мм.

Отмечено, что наиболее доступной пищей для галиотиса в большинстве биотопов являлась бурая водоросль *Desmarestia viridis*, у которой в период наблюдения был пик вегетации. Тонкие талломы десмарестии, оборванные волнами, активно накапливались во впадинах и расщелинах скального грунта, становясь легкодоступными для моллюсков. В это время именно эта водоросль составляла основное содержимое желудков галиотисов.

После окончания периода массовой вегетации десмарестии и уменьшением ее численности в биотопе в пищевом спектре галиотиса стали преобладать другие виды водорослей, такие как *Laminaria japonica* и *Costaria costata*, а также некоторые виды красных водорослей, например *Polysiphonia morrowii*. Обращает на себя внимание способ питания различными видами водорослей. Так, поедание водорослей десмарестии и полисифонии не вызывает у галиотиса затруднений. Моллюск просто напозает на небольшой кустик, пригибает его своим весом и объедает концевые веточки талломов.

Поедание ламинарии и костарии для галиотиса затруднительно, так как пластины талломов у этих видов находятся как бы на «стволиках» и оторваны от грунта. Поэтому для поедания галиотису доступны только сломанные или пригнутые морскими ежами к грунту талломы этих водорослей. За все время проведения наблюдений в биотопе удалось лишь дважды пронаблюдать непосредственное питание галиотиса ламинарией. В обоих случаях моллюск поедал краевые части пластины таллома, придавленной к грунту несколькими морскими ежами *Strongylocentrotus intermedius*.

Обращает на себя внимание, что моллюск по-разному поедает эти виды водорослей. Тонкие ветвистые талломы десмарестии моллюск втягивает в ротовое отверстие, где с помощью радулы отрывает кусочки от 4 до 10 мм длиной. Поедание ламинарии происходит несколько иначе: моллюск размещается перпендикулярно плоскости таллома и, начиная с края пластины, откусывает небольшие кусочки, перемещая верхнюю часть тела вдоль пластины, выедая непрерывную полосу из таллома. В аквариальных условиях наблюдалась молодь галиотиса размером от 20 до 40 мм. При помещении в аквариум различных видов водорослей отмечено достоверное поедание *Ulva fenestrata*. Однако, моллюски предпочитали питаться бактериальной и водорослевой пленкой на стенках аквариума. Питались моллюски большую часть дня с заметными пиками активности в утренние и вечерние часы. При передержке моллюсков размерами от 60 до 120 мм в бассейнах с аэрацией и полной сменой воды 2 – 3 раза

в сутки, но без кормления, наблюдалось объедание моллюсками водорослевого обрастания раковин друг у друга.

### *Защитно-оборонительные реакции, взаимоотношение с хищниками и нейтральными соседями по биотопу*

При изучении поведения галиотиса в биотопе одной из поставленных задач являлось определение врагов этого моллюска, взаимоотношения галиотиса с хищниками и гидробионтами, не являющимися для него врагами. При проведении наблюдений было достоверно зафиксировано два случая нападения на галиотиса осминогов *Octopus dofleini*. В обоих случаях нападавшие хищники были небольшого размера 50 – 70 см длиной и в обоих случаях атака осминогов была успешной.

Галиотис практически не располагает средствами активной защиты от хищников, в его арсенале преимущественно пассивные средства защиты: прочная раковина, способность прочно присасываться к субстрату, покровительственная окраска, высокая подвижность, использование убежищ и преимущественно ночной образ жизни.

Из активных средств защиты можно отметить лишь способность в случае опасности выбрасывать облачко слизистого секрета, образующего в морской воде густой коллоид. Такие защитные реакции отмечались как в природе, так и в аквариальных условиях. Однако, такая защита актуальна только против мелких хищников и только в ситуациях с незначительной гидродинамикой. В противном случае облако коллоида быстро растворяется в омывающей моллюска воде.

Были проведены эксперименты по определению дистанции, на которой галиотис замечает водолоза и реагирует на потенциальную опасность. Ее величина значительно колебалась в зависимости от условий, в которых в данный момент находился моллюск. В зарослях макрофитов величина дистанции колебалась от 0,3 до 1 метра, в более разреженных водорослях и на открытых местах – от 1 до 2 метров. Во всех случаях моллюск быстрее реагировал на приближение опасности в передней полусфере наблюдения и медленнее, когда питался. Отмечено, что при всех прочих равных условиях моллюск быстрее реагировал на приближающийся объект в контровом свете. Во всех случаях реакцией моллюска на приближающуюся опасность было прижатие к субстрату и прочное присасывание. По нашим наблюдениям, моллюск остается в таком положении довольно долго, от 7 до 15 минут.

Длительность нахождения галиотиса в позе затаивания зависит от возраста и от чувства голода. Моллюски размерных групп от 40 до 100 мм несколько быстрее переходят из состояния затаивания к активному, чем моллюски более крупных размерных групп, от 80 до 120 мм. Моллюски, среагировавшие на опасность во время питания в среднем на 3 – 5 минут раньше переходят к активному состоянию, чем моллюски, подвергнувшиеся атаке во время движения. За все время проведения наблюдений в биотопе не было отмечено нападения морских звезд на галиотиса. Возможно, это было связано с тем, что крупные виды морских звезд не встречаются на таких малых глубинах. Кроме того, высокая подвижность галиотиса делает затруднительным захват его лучами морской звезды. Отмечено что молодь галиотиса размером от 20 до 30 мм подвергается атакам морских окуней, но достоверных случаев поедания не отмечено. Короткий период проведения наблюдений в этом направлении не позволил получить полную картину поведенческих реакций в системе «хищник – жертва».

Кроме наблюдения за взаимодействием галиотиса с хищниками, также обращалось внимание на его отношения с другими соседями по биотопу. Прежде всего обращают на себя внимание взаимоотношения галиотиса с морскими ежами *S. intermedius*, которые в биотопе обитания галиотиса являются самым массовым видом иглокожих.

Неоднократно отмечалось, что в местах массового скопления морских ежей концентрировался и галиотис. Отмечено также совместное поедание ежами и галиотисом одного таллома ламинарии, причем моллюск поедал ламинарию, придавленную к грунту несколькими ежами или подгрызанную ими. Это объясняется тем, что галиотис самостоятельно не способен взобраться по стволу ламинарии или перегрызть его и поэтому пользуется «плодами чужого труда».

Отмечено, что моллюск избегает тесного контакта с морскими ежами и обычно кормится на некотором расстоянии от них. В остальном отношения между галиотисом и морскими ежами были индифферентными.

Несмотря на одинаковую кормовую базу, нами не отмечено острой пищевой конкуренции между этими гидробионтами.

### ***Половое поведение галиотиса***

Половое поведение галиотиса наблюдалось в биотопе только в конце периода проведения полевых исследований, при достижении температуры воды в верхних горизонтах 19 – 20°C. При этом крупные моллюски размерных групп от 70 до 120 мм практически перестали кормиться и стали концентрироваться небольшими группами по 5 – 7 особей в различных укрытиях в биотопе. Обычно в таких группах отмечалась одна крупная особь размером от 90 до 120 мм и несколько более мелких размером от 70 до 100 мм.

Наблюдалось характерное поисковое поведение, когда крупные особи выползали на открытые места, скальные выступы и принимали специфическую позу, приподнимая верхнюю часть тела и поводя ей из стороны в сторону. Несомненно, что основным фактором при обнаружении половых партнеров являлся запах. Наблюдалась повышенная двигательная активность и массовые перемещения моллюсков по биотопу. В этот период снизилась осторожность моллюсков, они стали медленнее и позднее реагировать на потенциальную опасность.

### ***Суточная динамика поведения галиотиса в естественных и аквариальных условиях***

При проведении водолазных наблюдений за поведением моллюсков в биотопе нами отмечено, что максимальная пищевая и двигательная активность галиотиса проявляется в утренние и вечерние часы, а также в пасмурную погоду, когда общая освещенность под водой падает и приближается к вечерней. При ярком солнечном свете двигательная и пищевая активность галиотисов снижается и в это время они стараются найти укрытие, где и пребывают в неактивном состоянии переваривая пищу. В предзакатное время пищевая активность моллюсков снова возрастает, они покидают убежища, активно передвигаются по биотопу и кормятся.

Отмечено, что молодые галиотисы размерных групп от 40 до 70 мм менее консервативны в своих временных циклах и в отличие от крупных половозрелых особей достаточно активны и в светлое время суток. Наблюдения, проведенные в бассейнах для отсадки и в экспериментальном аквариуме, подтвердили, что максимальная поведенческая активность свойственна галиотису в темное время суток.

### **Смертность галиотиса в естественных и аквариальных условиях, причины и численные показатели**

Во время изучения биотопа галиотиса, его экологии, поведения и численности производился сбор мёртвых раковин галиотиса и проводился анализ возможных причин гибели.

В просмотренных раковинах моллюсков большинство не имело каких либо серьёзных прижизненных повреждений.

Следы повреждения раковин галиотиса перфораторами отмечены только у 4% просмотренных раковин. Преобладали следы разрушительной работы сверлящих полихет. Среди пораженных ими раковин преобладали раковины размером от 40 до 60 мм.

На основании проведенных наблюдений за отношениями «хищник – жертва» между галиотисами и хищными рыбами можно предположить, что значительная часть молоди проглатывается целиком вместе с раковиной. Теоретически возможна гибель части молоди в результате поедания её нерпами, которые неоднократно были замечены в местах обитания галиотиса.

### **Технология передержки галиотиса в береговых бассейнах**

В течение летнего сезона 1992 г. на острове Монерон была проведена серия экспериментов по определению возможности и регламента временной передержки взрослых особей галиотиса в аквариальных и бассейновых условиях.

Работы по этому направлению проводились в рамках общей программы по изучению физиологии и поведения галиотиса и состояли из двух этапов.

На первом этапе единичные количества галиотисов всех размерных групп были помещены в емкости с морской водой на берегу, в которых были смоделированы различные условия возможного крупномасштабного бассейнового содержания. Были опробованы различные температурные режимы, режим освещенности и различный кислородный режим.

После получения устойчивых результатов содержания галиотисов в течение нескольких дней в малых объемах воды, эксперимент был продолжен в больших береговых бассейнах емкостью 2 м<sup>3</sup> на значимых выборках взрослых моллюсков. Было проведено две повторности эксперимента по передержке на моллюсках, находящихся в фазе активного гаметогенеза, и на моллюсках, находящихся на стадии преднереста. Количество моллюсков, использованных в экспериментах – 300 – 400 особей размером более 70 мм.

Результаты экспериментов по передержке галиотисов показали следующее.

Морское ушко достаточно хорошо переносит длительное содержание в береговых условиях. Содержание моллюсков в течение 3 – 4 дней с соблюдением всех необходимых технологических приемов практически не сказывается на физиологическом состоянии моллюсков.

Наиболее критичными моментами при организации передержки галиотисов являются поддержание оптимального кислородного и гидродинамического режима в бассейнах. Дополнительным фактором, существенно влияющим на выживаемость галиотисов при передержке, является степень его «накормленности» в момент отлова.

Играет роль также степень освещенности бассейнов, цвет поверхности и её рельеф.

Перечисленные факторы, определяющие успех передержки прямо вытекают из анатомических и физиологических особенностей галиотиса.

Морское ушко относится к высокоразвитой группе брюхоногих моллюсков, обладающих высокой физиологической активностью. Дыхание моллюска и снабжение его тканей кислородом осуществляется двойным путем – за счет внутренних жабр мантийной полости и за счет пассивного протока воды, обогащенной кислородом через многочисленные выросты эпиподиума – кожистой рассеченной бахромы, окружающей ногу животного. При этом за счет внутренних жабр осуществляется снабжение кислородом органов мантийного комплекса: печени, гонад и желудочно-кишечного тракта, а за счет протока воды через наружную жабру эпиподиума обеспечивается снабжение кислородом массивной мышцы ноги. В природных условиях галиотис обитает на сублиторальных скалах и отдельных камнях, хорошо омываемых водой. Горизонт преимущественного обитания галиотиса в природе – верхние 4 – 5 м, по крайней мере в исследованный летний период. В этом слое происходит максимальное насыщение морской воды кислородом как за счет близости к поверхности моря, так и за счет активного разрушения ветровых волн и мертвой рыбы о скалы.

Подводные наблюдения показывают, что в зоне обитания галиотиса вода практически всегда насыщена пузырьками воздуха, что свидетельствует о 100% и более насыщении кислородом. Постоянное перемешивание водных масс обеспечивает также повышенную гидродинамику и интенсивный проток морской воды через эпиподальные жабры моллюсков.

В условиях береговой передержки необходимо прежде всего создать именно такие условия: 100% насыщение кислородом и интенсивный гидродинамический режим. Причем перемешивание воды оказалось более критичным, чем кислородный режим. Этот эффект объясним, так как в бассейнах моллюски размещались в один слой на дне и при включении аэрации буквально через несколько десятков минут в придонном слое развивались застойные процессы с последующей кислородной стратификацией, что тут же сказывалось на поведении моллюсков. Галиотисы переставали активно двигаться и резко уменьшали проективное раскрытие периподальной жабры. Моллюски начинали пытаться обеспечить необходимый водообмен за счет периодического поднятия и опускания раковины, но вскоре замирали. Длительное отсутствие перемешивания воды приводило к ослаблению держащей силы моллюска и через некоторое время к их откреплению. Искусственное перемешивание воды в бассейнах даже без включения аэрации приводило к повышению двигательной активности моллюсков.

Дополнительным фактором естественной физиологии галиотисов, ухудшающим их способность переносить передержку в бассейновых условиях является их интенсивное пищеварение. Галиотисы растительноядны и в летний период активно пасутся в зарослях бурых водорослей. Вскрытие взрослых моллюсков, особенно в период активного созревания половых продуктов показало, что степень наполнения их желудков в момент отлова близка к максимальной.

Условия транспортировки и пересадки из промысловых ванн в береговые бассейны неминуемо блокируют пищеварение. В условиях стресса все жизненные силы моллюска направляются на обеспечение кислородом жизненно важных органов. В этой ситуации наиболее опасным следствием гипоксии желудочно-кишечного тракта становится анаэ-

робное брожение пищевого комка в желудке галиотиса. У морского ушка желудок двухкамерный, работающий в какой-то степени как у крупного рогатого скота: во время активного питания растительная пища вначале накапливается в первом отделе желудка, а затем, в период покоя постепенно транспортируется в переваривающий отдел. При нарушении нормального режима пищеварения пища начинает бродить, что может очень быстро привести к интоксикации и гибели моллюска.

Экспериментально показано, что в условиях обсушки при температуре окружающего воздуха порядка 20°C брожение пищевого комка наступает уже через 2 – 3 часа после отлова. В условиях неблагоприятного кислородного и гидродинамического режима в бассейне брожение наступает через 6 – 7 часов при такой же температуре. Снижение температуры воды в бассейнах или воздуха в помещении, где транспортируются галиотисы, ниже 8 – 10°C увеличивает эти сроки до нескольких суток.

Скорость переваривания пищевого комка у галиотиса в оптимальных условиях аэрации и перемешивания равна примерно полутора суткам. Весь этот период моллюски активно выбрасывают фекалии, содержащие помимо переваренных остатков водорослей большое количество слизи. Фекальные остатки, состоящие в основном из дееспособного органического вещества, активно потребляют кислород, что приводит при недостаточной аэрации к гипоксии. К тому же продукты окисления фекалий приводят к интоксикации моллюсков, что дополнительно снижает их физиологическую активность.

Следует также отметить, что слизь, состоящая из мукополисахаридов, выделяется не только вместе с фекалиями, но и при активном перемещении моллюсков. Интенсивность выделения слизи при передвижении брюхоногих прямо пропорциональна степени шероховатости поверхности, следовательно, поверхность бассейнов должна быть максимально гладкой, без забоин и трещин. Надо также стремиться, чтобы количество галиотисов в одном бассейне было таково, чтобы суммарная площадь моллюсков была не более 70% площади дна бассейна. Это позволит им свободно перемещаться, не заползая друг на друга. При многослойном размещении галиотисов интенсивность слизи выделения резко повышается, а также увеличивается опасность удушья моллюсков нижнего слоя.

Дополнительным фактором, влияющим на распределение и двигательную активность моллюсков в бассейнах является освещенность. Галиотисы, по имеющимся литературным данным (Сох, 1962), наиболее активны в темное время суток. Наши эксперименты с аквариальным содержанием монеронских галиотисов также подтверждают этот вывод. Молодь галиотисов, размером от 20 до 60 мм в течение всего периода лабораторного содержания проявляла два пика активности: в утренние часы сразу после восхода солнца и в сумерках, начиная за час до захода солнца и примерно до 2 часов ночи. Определить интенсивность ночной активности галиотисов не позволило отсутствие технического обеспечения ночных водолазных спусков и стабильного энергоснабжения лаборатории.

Наблюдения за поведением галиотисов в аквариальных условиях показали, что моллюски в дневное время всячески пытаются уклониться от прямого солнечного или лабораторного освещения: заплзти в темный угол аквариума, залезть под талломы макрофитов и т. д. В условиях бассейновой передержки реакция на яркий свет проявлялась в том, что моллюски стремились заплзти в единственный затененный угол сливного люка, выстланный к тому же темной прорезиненной тканью. Избегание света приводило к образованию многослойных скоплений моллюсков, что отрицательно влияло на их физиологическое состояние.

Необходимо также помянуть, что присутствие в воде любых типов токсических веществ резко снижает физиологическую активность моллюсков. Особенно это касается нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). Нефтепродукты кроме своего токсического воздействия обволакивают жабры и нарушают таким образом нормальное дыхание, а СПАВы даже в следовых количествах блокируют нормальное пищеварение, что в данном случае наиболее опасно.

И в заключение можно добавить, что все негативные факторы, влияющие на выживание галиотисов в береговых бассейновых условиях усиливаются с повышением температуры воды и окружающего воздуха. Экспериментально показано, что при превышении температуры воды в аквариуме выше 28 – 29°C моллюски гибнут, несмотря на достаточность кислорода и интенсивную гидродинамику.

Учитывая все перечисленные факты, оптимальная схема передержки галиотисов в береговых бассейнах должна быть следующей.

1. После отлова время нахождения моллюсков без воды должно быть минимальным. На добывающем судне должна стоять ванна с морской водой и волногасительной решеткой. Желательно на время транспортировки ванну накрывать крышкой или покрывалом

темного цвета. В транспортном варианте количество воды на одного галиотиса – не менее 2 литров. При необходимости транспортировать галиотисов более 4 – 5 часов, необходимо предусмотреть аэрацию воды или ее полную смену каждые 3 – 4 часа. В случае перегрева воды следует предусмотреть либо искусственное охлаждение, либо постоянный проток. Категорически запрещается менять воду в транспортных ваннах с галиотисами в портах! Во избежание лишнего травматизма моллюсков при пересадках на время транспортировки галиотисов надо помещать в мелкочаеистые пластиковые корзины с плоскими жесткими стенками (типа корзин для транспортировки морского ежа).

2. По прибытию к месту передержки галиотисов необходимо сразу же пересадить в чисто вымытые бассейны и залить свежей морской водой. Категорически запрещается мыть бассейны любыми СПАВами! В бассейны необходимо поместить аэраторы и закрыть бассейны темной крышкой от прямого воздействия солнечного света. Желательно, чтобы цвет внутренней поверхности бассейнов был темным. После заливки бассейнов водой необходимо некоторое время промывать их сильной струей воды так, чтобы образующаяся пена вместе с плавающими органическими остатками слилась через борт бассейнов.
3. В течение первых суток передержки необходимо полностью менять воду каждые 3 – 4 часа. После слива воды дно и стенки бассейнов необходимо тщательно обметать мягкой щеткой, так, чтобы вся образовавшаяся слизь и выделенные фекалии были смыты через слив. Нежелательно промывать дно и стены бассейнов струей воды, так как даже сильный напор воды не счищает всю слизь, тонким слоем прилипающую к поверхности, а излишние гидродинамические удары от струи воды лишний раз травмируют моллюсков и вызывают у них стресс.
4. После того, как прекратится активное выделение фекальных масс, смену воды в бассейнах проводить по мере её загрязнения, но не реже 2 – 3 раз в сутки.
5. При высоких температурах окружающего воздуха смену воды производить по мере нагрева, не допуская повышения температуры воды в бассейнах выше 22 – 23°C.
6. Нежелательно передерживать моллюсков в бассейнах дольше 4 – 5 суток. При более длительном сроке передержки необходимо организовать кормление моллюсков красными водорослями. Кормление бурыми водорослями нежелательно, так как они выделяют слишком большое количество экзометаболитов, ухудшающих качество водной среды.
7. Передержка галиотисов в преднерестовом состоянии должна максимально исключать шоковую смену параметров среды, чтобы не вызвать abortивный нерест. Следует также учитывать, что в преднерестовом состоянии галиотисы практически не питаются и, следовательно, срок их передержки должен быть ограничен 2 – 3 днями.

В течение летнего периода 1992 г. на острове Монерон были проведены две передержки галиотисов в береговых бассейнах с соблюдением указанных норм.

В первом случае было отловлено порядка 500 взрослых, активно питающихся особей размером более 70 мм. После двух с половиной суточной передержки моллюски были выпущены в бухте Кологераса.

Отход за время передержки составил менее 1%. Обследование моллюсков после выпуска показало их удовлетворительное физиологическое состояние. Все моллюски расползлись по сублиторали и были плотно прикреплены к скалам, даже те, которые получили незначительные травмы во время промысла. Отмечено лишь некоторое снижение двигательной активности моллюсков по сравнению с аборигенами, не подвергавшимися передержке. Через неделю после отсадки моллюсков на место прежнего обитания свежих мертвых раковин не обнаружено, что апосредованно говорит об отсутствии смертности.

Во втором случае было отловлено порядка 600 особей взрослых галиотисов, находящихся в преднерестовом состоянии. В первые сутки передержки отмечалась пониженная двигательная активность моллюсков. Смертность достигла 2%, но была связана в значительной степени с отсутствием аэрации из-за поломки дизель-генератора и начавшимся штормом, в результате которого вода в месте забора стала мутной из-за сильного волнения. После смены воды у отдельных галиотисов наблюдалось начало нереста, в результате чего качество воды в бассейнах резко ухудшилось за счет выделяемой вместе с половыми продуктами слизи. За трое суток передержки моллюсков второй партии суммарная смертность составила 3%.

### **Принципиальная схема воспроизводства галиотиса на о. Монерон**

Проведенные исследования и анализ литературных данных показывает, что популяция галиотиса в настоящий момент находится в подавленном состоянии и не может экс-

плуатироваться в промышленных масштабах. В тоже время неограниченный спрос на международном и внутреннем рынке на эту деликатесную и лечебно-профилактическую продукцию делает актуальным вопрос об искусственном воспроизводстве морского ушка в территориальных водах России.

Могут быть два пути решения этого вопроса.

С одной стороны реальна ограниченная эксплуатация естественных природных ресурсов морского ушка, обитающего на сублиторали острова после проведения доскопального определения запасов морского ушка и введения обоснованных квот вылова в зависимости от состояния популяции. Однако, учитывая незначительные запасы в настоящий момент, это будет возможно только через 3 – 4 года и только при условии строгой соблюдения все эти годы запрета на любой промысел.

Другой путь – это создание на острове специализированного питомника по воспроизводству морского ушка, либо лабораторно-производственного комплекса по передержке и адаптации молоди галиотиса, закупаемого на уже существующих фермах в Японии или Китае.

В обоих случаях необходимо проведение определенных мелиоративных мероприятий по созданию в море специальных нагульных участков с управляемым воспроизводством кормовых водорослей.

## Заключение

Таким образом, на основании анализа полученных данных можно сделать основной вывод о том, что в настоящий момент популяция галиотиса на о. Монерон находится в стабильно депрессивном состоянии. Промысловые скопления не отмечены. При условии сохранения на о. Монерон охранного режима Природного парка, значительной опасности для существования данного объекта как вида нет. Оценить степень изолированности популяции галиотиса о. Монерон возможно после проведения сравнительных генетических исследований особей, обитающих на сопредельных акваториях. По всей видимости, воспроизводство данной популяции галиотиса происходит как за счет заноса личинок со стороны о. Хоккайдо, так и за счет оседания собственных личинок, развивающихся в водах о. Монерон в годы с благоприятными гидрологическими условиями.

## Литература

1. Демешкина Ж.В., 1985. Макрофитобентос шельфа острова Монерон в сб. «Бентос шельфа острова Монерон», Владивосток, 41–47
2. Жирмунский А.В., Касьянов В.Л., Лукин В.И., Моллюск халиотис, или морское ушко. Природа, 1980, 8, 44–47.
3. Кусакин О.Г., 1985 Литораль острова Монерон в сб. «Бентос шельфа острова Монерон», Владивосток, 5–17
4. Сиренко Б. И., Касьянов В.Л., 1985 Морское ушко с острова Монерон (Японское море) Биология моря, 6, 20–25.
5. Скалкин В.А., 1970 Распределение промыслового брюхоногого моллюска *Sulcus discus* у острова Монерон Зоологический журнал, т.49, н. 7, 1084–1085.
6. Фадеев В.И., 1985 Сообщества макробентоса верхней сублиторали острова Монерон в сб. «Бентос шельфа острова Монерон», Владивосток, 18–40.
7. Arai K., Naito F., Fujino K., 1986 Triploidization of the Pacific Abalone with Temperature and Pressure Treatments Bull. of Japanese Soc. Sci. Fish., 52 (3), p. 417–422
8. Ault J., DeMartini J., 1987 Movement and dispersion of red abalone, *Haliotis rufescens* in Northern California California Fish and Game, vol.73, n.4, 1987, pp.194–214
9. Baloun A., Morse D., 1984 Ionic control of settlement and metamorphosis in larval *Haliotis rufescens* (Gastropoda) Biol Bull., 167, p. 124–138
10. Barlow Linda, 1990 Electrophysiological and behavioral responses of larvae of the red abalone (*Haliotis rufescens*) to settlement-inducing substances Bulletin of Marine Science, 46(2): 537–554
11. Cox K.W., 1962 California abalones, family Haliotidae. the resources agency of California. Dep. of Fish and Game, Fish Bull., no. 118, 133 p.
12. Clavier J., Chardy P., 1989 Investigation into the ecology of the ormer (*Haliotis tuberculata* L.), factors influencing spatial distribution Aquatic Living Resources, 2, 191–197
13. Crofts D. R., 1929 *Haliotis* Liverpool Mar. Biol. Comm., Mem. 29, 174 p

14. Ebert T., Ebert E., 1988 An Innovative Technique for Seeding Abalone and Preliminary Results of laboratory and Field Trials California Fish and Game, Vol. 74, no. 2 p. 68–82.
15. Genade A., Hirst A., Smit C., 1988 Observation on the spawning, development and rearing of the South African Abalone *Haliotis midae* Linn, South African Journal of Marine Science, 6: 3–12
16. Hamano T., Hayashi M., Matsura S., Amio M., 1987 Experimental selection of Attachment Substrate by an abalone *Nordotis discus* (Reeve), Contr. Dep. Fisher. Fishery Res. Lab., Kyushu University, no. 33, n. (1).
17. Hara M., Kikuchi S., 1992 Genetic Variability and Population structure in the Abalone, *Haliotis discus hannai*, Bull. Tokoku Natl. Fish. Res. Inst., no. 54, 107–114
18. Harada K., Kawasaki O., 1982 The attractive effect of seaweeds based on the behavioral responses of young herbivorous abalone *Haliotis discus*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 48,(5), 617–621
19. Hayashi I., 1980 Structure and growth of a shore population of the ormer, *Haliotis tuberculata*, J. mar. biol. Ass. U.K., 60, 431–437
20. Henderson K., Parker D., Haaker P., 1988, The Survival and Growth of Transplanted Adult Pink Abalone, *Haliotis corrugata*, at Santa Catalina Island. California Fish and Game, Vol. 74, no. 2, p. 82–87
21. Ino T., 1952, Biological studies on the propagation of the Japanese abalone (genus *Haliotis*), Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Bull., no. 5, 102 p
22. Isenberg, Shells of the world. 1981
23. Mugiya Y., Kobayashi J., Nishikawa N., Motoya S., Gonadal Maturation in the Abalone, *Haliotis discus hannae* at Taisei, Hokkaido, Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 1980, 31(4), 306–313
24. Okuno M., Takashima F., Yamakawa H., Reproductive cycle of *Haliotis diversicolor aquatilis* Reeve, Journal of the Tokyo University of Fisheries, 1978, Vol. 65, no. 1, p. 9–13
25. Oliver, 1984, The Field guide to the seashell world
26. Pawlik J., 1990, Natural and artificial induction of metamorphosis of *Phragmatopoma lapidosa californica* (Polychaeta: Sabellariidae), with a critical look at the effects of bioactive compounds on marine invertebrate larvae, Bulletin of Marine Science, 46(2): 512–536
27. Shepherd S. A., 1986, Studies on Southern Australian abalone (genus *Haliotis*) VII. Aggregative behaviour of *H. laevigata* in relation to spawning, Marine Biology, 90, 231–236
28. Shiraishi K., Taniguchi K., Kurata K., Suzuki M., 1991, Effects of the methanol extracts from the brown alga *Dictyopteris divaricata* on feeding by the sea urchin *Strongilocentrotus nudus* and the abalone *Haliotis discus hannai*, Bull., Jap., Soc., Sci., Fish., Vol. 57, no. 10, p. 1945–1948
29. Takashima F., Okuno M., Nishimura K., Nomura M., 1978, Gametogenesis and reproductive cycle in *Haliotis diversicolor diversicolor* Reeve, Journal of the Tokyo University of Fisheries, Vol. 65, no. 1, p. 1–8
30. Yearbook of fishery statistics, 1992 FAO, NY
31. Zongqing N., Jingping Y., 1985, Studies on food habit of adult abalone *Haliotis discus hannai* Ino, Journal of Fisheries of China, vol. 9, no.1, 19–27

## КРУПНЫЕ ОКЕАНИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОСТРОВА МЕДНЫЙ (Командорские острова): НОВАЯ ТРОФИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Солохина Е.В., Буяновский А.И., Шадрин Н.В.

На песчаной литорали бухт берингоморского побережья о-ва Медный в течение ряда лет в июле – августе наблюдали появление значительных скоплений океанических копепод *Calanus cristatus*, *C. plumchrus* и *Eucalanus bungii*. В литературе, доступной нам, подобное явление не отмечено.

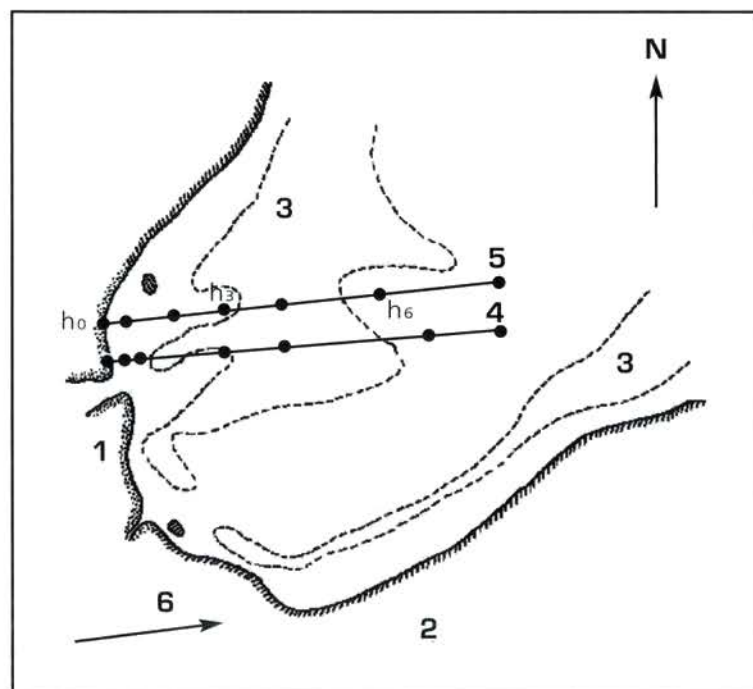
В данной работе мы попытались количественно описать это явление, понять возможные причины, его вызывающие, и оценить экологическую роль этого феномена.

### Материал и методика

Исследования проводили на берингоморском побережье о-ва Медный (Командорские о-ва, северо-западная часть Тихого океана). Сбор материала осуществляли в бухте Гладковская, расположенной в центральной части острова, в июне – июле 1990 г.

Для оценки численности зоопланктона на берегу визуально оценивали наличие и расположение полосы выбросов пелагических беспозвоночных, ширина которой составляла от нескольких сантиметров до нескольких дециметров. В пределах этой полосы собирали грунт с находящимися на нем животными с трех случайно выбранных участков длиной по 10 см. Беспозвоночных вымывали из грунта, определяли и подсчитывали. Для учета плотности зоопланктона в бухте у уреза воды пробы отбирали 3-литровыми емкостями, а на глубине более 1 м – сетью Джеди (БСД) с диаметром входного отверстия 37 см, ситом № 36. В двух случаях (11.06.90 и 26.06.90) в период действия сгонного ветра провели учет размерно-возрастного состава копепод в выбросах на берегу и в тотальных ловах сетью Джеди (БСД) в центральной части бухты. Массу ракообразных рассчитывали по номограммам Л.Л. Численко (1968).

**Рис. 1.** Карта-схема бухты Гладковская: 1 - песчаные грунты, 2 - каменистые грунты, 3 - поля бурых водорослей, 4 - водолазный разрез 3.07.90, 5 - водолазный разрез 4.07.90, 6 - направление ветра,  $h$  - станции сбора зоопланктона 11.06.90 и 26.06.90 в выбросах на берегу ( $h_0$ ), в тотальных ловах в бухте на глубине 3 м ( $h_3$ ) и 6 м ( $h_6$ )



С целью изучения пространственного распределения копепод *C. cristatus* использовали также и прямые визуальные наблюдения в естественных условиях. В начале июля (3.07 и 4.07) на 6-ти точках разрезов, проходивших перпендикулярно береговой линии бухты (рис. 1), водолаз, погружаясь последовательно от поверхности ко дну, через каждые 0,5 м делал остановки и, при обнаружении копепод, визуально оценивал расстояние между ними (Виноградов, Парин, 1983). При расчете плотности ракообразных в соответствующих слоях воды допускали, что их распределение было равномерным.

Ежедневно регистрировали силу ветра по четырем градациям (отсутствует, слабый, средний, сильный) и его направление. В связи с особенностями топографии района в бухту проникают ветра только двух направлений: с берега и с моря.

При появлении на побережье бухты скоплений морских птиц производили подсчет их численности. Для косвенной количественной оценки потребления копепод птицами учитывали число хватательных движений (клеваний) и глотательных движений за 1 минуту, последовательно наблюдая за 10 – 30 питающимися птицами.

## Результаты

В период исследований неоднократно отмечали массовое появление пелагических беспозвоночных в среднем горизонте песчаной литорали бухты. Существенную долю (до 99,9%) биомассы выбросов составляли живые пелагические копеподы, представленные, главным образом, крупными океаническими каляноидами *E. bungii*, *C. plumchrus* и *C. cristatus*. В незначительном числе отмечены *Pseudocalanus newmani* и *Oithona similis* (табл. 1).

**Таблица 1.** Список групп и видов зоопланктеров в выбросах на литорали бухты Гладковская в июне - июле 1990 г

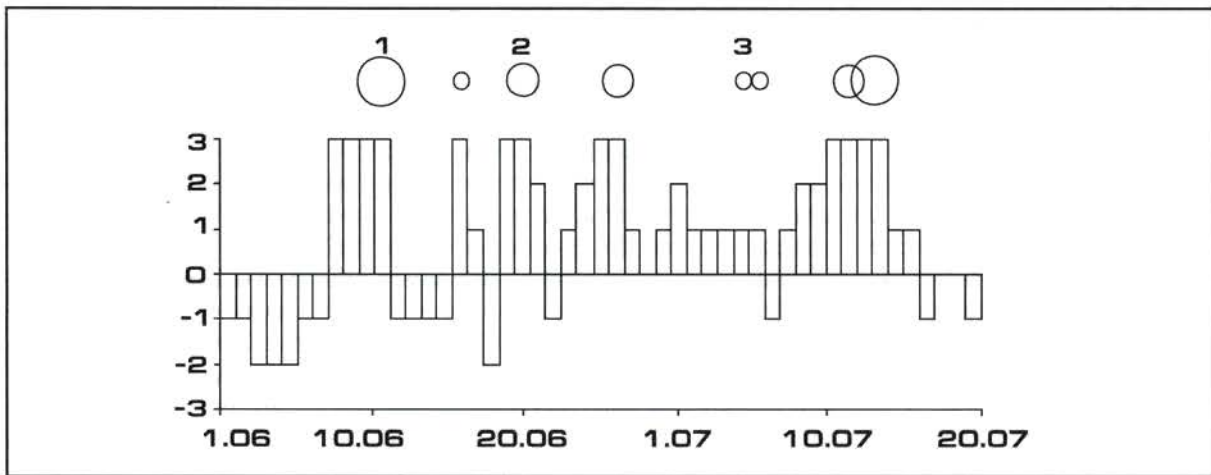
Гидромедузы	<i>Aglanta digitale</i> ** <i>Corine</i> sp. * <i>Tiaropsis multicirrata</i> *
Гребневики	<i>Beroe cucumis</i> *
Многощетинковые черви	<i>Autolitus</i> sp., эпителиальная форма *
Моллюски	<i>Limacina helicina</i> *
Веслоногие ракообразные	<i>Calanus cristatus</i> *** <i>C. plumchrus</i> *** <i>Eucalanus bungii</i> *** <i>Pseudocalanus newmani</i> * <i>Oithona similis</i> *
Десятиногие ракообразные	<i>Paralithodes brevipes</i> , зоэа *
Щетинкочелюстные	<i>Parasagitta elegans</i> *
Оболочники	<i>Oikopleura</i> sp. *

\* – редко встречающиеся единичные особи; \*\* – единичные особи, встречающиеся в 25–80% проб;

\*\*\* – массовые скопления, встречающиеся в 81–100% проб

Появление пелагических копепод в выбросах было сопряжено с определенными направлением, силой и длительностью ветрового воздействия (рис. 2). Массовые выбросы ракообразных были отмечены только при сильном и среднем ветре с берега. Численность копепод на литорали значительно варьировала в зависимости от длительности ветрового воздействия и достигала нескольких десятков тысяч экземпляров при биомассе до 1,05 кг на погонный метр побережья бухты Гладковская.

Ниже уреза воды в узкой (до 0,5 м) зоне прибрежья плотность копепод в один из дней (11.06.90) достигла 5 млн. экз/м<sup>3</sup> при биомассе 65,1 кг/м<sup>3</sup>. В эту дату узкая прибрежная полоса воды представляла собой «живую кашу» из зрелых самок *E. bungii*, численность которых составляла 99,2% числа всех копепод у уреза воды. В это же время плотность самок *E. bungii* в центральной части бухты была на 5 порядков ниже (табл. 2).



**Рис. 2.** Направление и сила ветра в районе бухты Гладковская: по оси X - даты (число, месяц), по оси Y - сила ветра (пояснения в тексте), положительные значения - ветер с берега, отрицательные значения - ветер с моря. Кружками показано наличие и количество океанических копепоид в выбросах: 1 - десятки тысяч экземпляров на 1 погонный метр побережья бухты, 2 - тысячи экз/пог.м, 3 - сотни экз/пог.м (более низкая численность копепоид при визуальной оценке в качестве выбросов не регистрировалась)

**Таблица 2.** Численность копепоид в выбросах на берегу (тыс.экз. на 1 погонный метр) и в центральной части бухты Гладковская (тыс.экз./м<sup>3</sup>) (по сборам на станциях h<sub>0</sub>, h<sub>3</sub>, h<sub>6</sub>). N - науплиусы, С - копеподиты.

Дата	11.06.90		26.06.90		Длина тела, мм
	Выбросы	Бухта	Выбросы	Бухта	
<i>E.bungii</i> N	0	2,56	0	0,51	0,7 - 0,8
I-III С	0	0,61	0	0,32	1,6 - 3,4
IV-V С	9,5	0,03	0,04	0,01	4,5 - 6,1
самки	65,5	0,06	0	0	7,7 - 7,8
<i>C.plumchrus</i> I-III С	0	0,08	0	0,03	1,0 - 2,6
IV-V С	0,65	0,03	0,09	0,06	3,7 - 4,8
<i>C.cristatus</i> V С	0	0	0,44	0,01	9,1 - 9,2
<i>Ps.newmani</i> N+С	0,01	0,43	0,01	0,15	0,2 - 1,2
<i>O.similis</i> N+С	0,01	3,21	0	0,61	0,2 - 0,8
Доля крупной фракции (длина тела более 3,5 мм)	99,7%	1,71%	98,3%	4,71%	

Значительная неоднородность пространственного распределения при сгонном ветре показана также и для *C. plumchrus* и *C. Cristatus* (рис. 3.). Плотность *C. cristatus*, представленного исключительно копеподитами на V стадии развития, по данным двух водолазных разрезов имела сходную картину распределения и различалась на 4 – 5 порядков у уреза воды и в центральной части бухты.

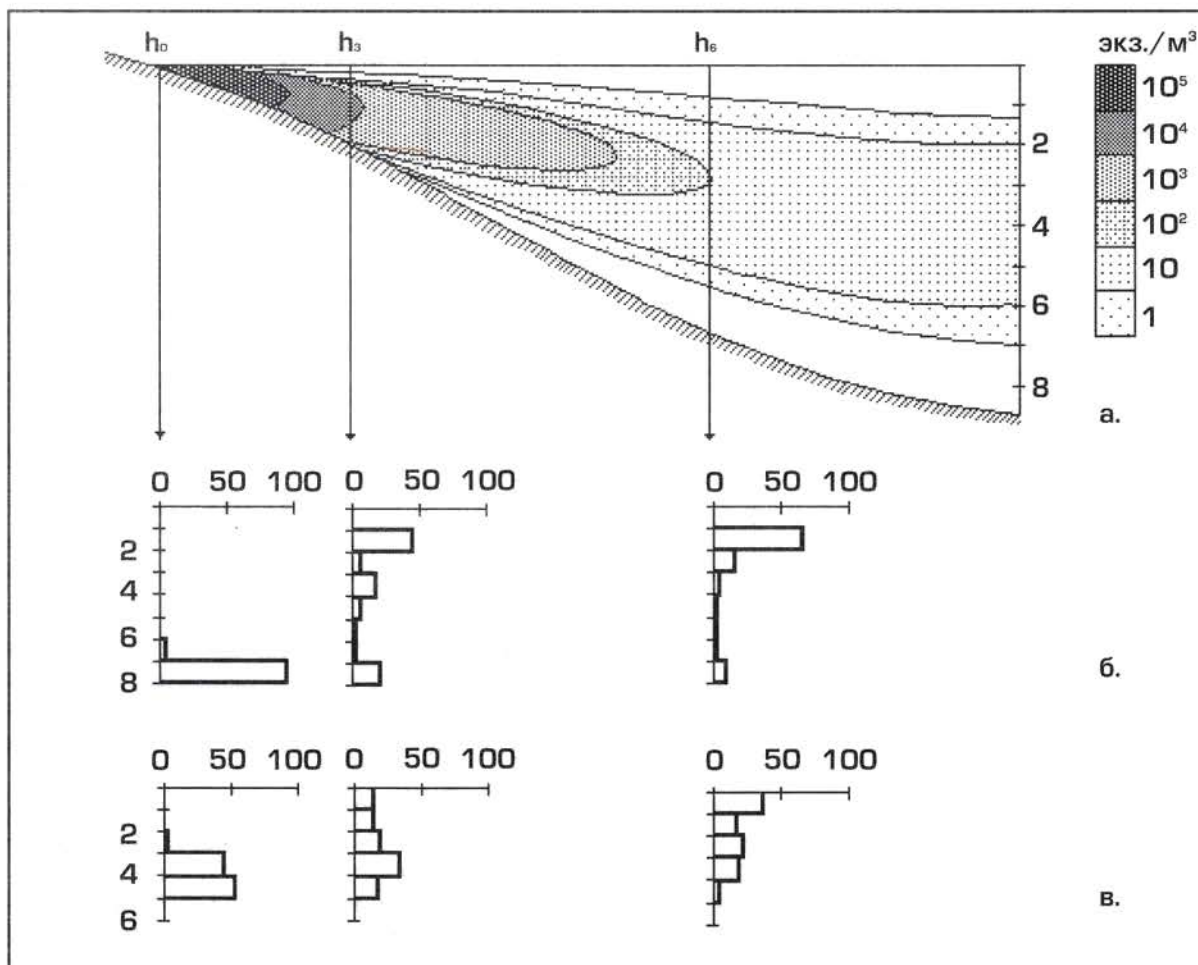
При концентрировании на литорали крупных океанических копепоид на побережье бухты образовывались кормовые скопления морских птиц: моевок (*Rissa tridactyla*) и серокрылых чаек (*Larus glaucescens*). Количество одновременно кормящихся моевок в дневное время составляло 250 – 450 экземпляров в бухте, иногда (4.07.90) возрастая до 1600. Моевки кормились только на плаву у уреза воды. Частота хватательных движений составляла в среднем 28, глотательных – 13 за 1 минуту. Кроме того, в бухте регулярно кормились 60 – 80 особей серокрылой чайки. Они собирали копепоид преимущественно в выбросах на берегу. Каждое хватательное движение при этом сопровождалось глотательным с интенсивностью в среднем 27/мин. Изредка чайки кормились на воде. В этом случае частота хватательных и глотательных движений составляла в среднем 21 и 9 за 1 минуту соответственно.

## Обсуждение

Анализируя возможные причины образования массовых скоплений океанических копепоид в прибрежье, считаем, что одним из основных условий их возникновения являются сгонные явления, вызванные ветровым воздействием с берега. При этом формируется придонное компенсаторное течение, выносящее к берегу воду из глубоких слоев с находящимися в ней организмами, качественный и/или количественный состав которых обычно не характерен для данного местообитания (Консулов, 1988).

Для развития сгонных явлений большое значение имеют продолжительность и сила ветрового воздействия. Для района Командорских островов характерны сильные затяжные ветры. Определенную роль играет и локальная топография района наших исследований, которая способствует формированию ветровой «трубы», обеспечивающей переориентировку ветров всех направлений в районе бухты Гладковская по нормали к береговой линии. В связи с этим повторяемость и интенсивность ветровых течений, направленных перпендикулярно изобатам, возрастают.

Проникновению океанических копепоид в неритическую зону, где они могут быть захвачены компенсаторным придонным течением во время сгона, способствует сравнительно небольшая протяженность шельфа Командорских островов. В противном случае могла бы наблюдаться такая ситуация, как в районе юго-восточной части Берингова моря, где протяженность шельфа (до 200-метровой изобаты) в 40 раз больше по сравнению с Командорскими островами (National geographic Atlas..., 1981), и серия из трех фронтов обуславливает очень низкую адвекцию поперек шельфа и сдерживает распространение океанических копепоид в прибрежную зону (Iverson et al, 1979).



**Рис. 3.** Распределение копепоид в бухте на разном расстоянии от берега. **а.** Плотность копепоид *S. cristatus* 4.07.90 по данным водолазного разреза. На вертикальной оси - шкала глубин (м). **б-в.** Размерная структура I-VI копепоидов *S. plumchrus* (**б**) и *E. bungii* (**в**): по оси X - частота встречаемости (%); по оси Y - длина тела (мм)

Необходимо отметить, что вынос большого количества крупных океанических копепод к берегу – сезонное явление, поскольку в верхних слоях водной толщи они становятся массовыми в определенный период года в связи с нерестовыми (*E. bungii*) или трофическими (*S. plumchrus*, *S. cristatus*) миграциями (Богоров, Виноградов, 1960; Miller et al, 1984).

Механизм концентрирования крупных океанических копепод у берега можно представить следующим образом. Очевидно, основную роль играют поведенческие реакции животных, стереотипное поведение которых в условиях мелководья приводит к неадекватным последствиям. У океанических копепод отрицательный фототаксис выражен в большей степени по сравнению с представителями неритического планктона (Парсонс и др., 1982). Уходя от света на поверхности, который для них слишком ярок, они остаются в придонном течении и, перемещаясь с ним к берегу, аккумулируются у уреза воды. Высокие сила и мощность локомоции крупных копепод (Светличный, 1990) позволяют им активно уходить из верхнего сгоняемого слоя воды, тем самым содействуя процессу концентрирования. Низкие скорости движения мелких копепод, науплиусов и младших копеподитов крупных копепод не препятствуют их оттоку от берега. Кроме того, их отрицательный фототаксис менее выражен или отсутствует.

Вероятно, могут существовать и причины гидродинамической природы, способствующие концентрированию ракообразных у берега. В частности, копеподы, являясь организмами с отрицательной плавучестью (Петипа, 1957), могут аккумулироваться в зонах подъема вод (Stommel, 1949). Это касается в первую очередь животных, чья двигательная активность значительно снижается в связи со сверхвысокой плотностью в скоплениях у берега.

Таким образом, в зависимости от скорости поступления придонных вод и продолжительности сгона, происходит образование более или менее плотных скоплений крупных океанических копепод у берега со значительным градиентом концентраций от уреза воды к внешней части бухты. При этом массовые количества океанических копепод, появляясь в выбросах на берегу, включаются в трофические цепи.

Как известно, береговая полоса моря является областью, где пересекаются трофические цепи суши и моря. Большую роль в трофических взаимоотношениях организмов на побережье играют выбросы морских организмов на берег. Наиболее известный феномен в этой области – выбросы водорослей и морской травы. Выбрасываются и различные морские животные. Однако, обобщение обширных материалов по этому явлению не является целью нашего сообщения. Отметим лишь, что данных о массовых выбросах на берег планктонных организмов известно мало. Неоднократно отмечались массовые выбросы медуз в различных морях (собственные наблюдения). Данные о выбросах значительных биомасс океанических копепод в научной литературе авторами не обнаружены. Однако, при обсуждении результатов наших наблюдений профессор Я. МакЛарен (J. McLaren) отметил, что эпизодически такие выбросы бывают и на севере Канады, и местные жители собирают эту биомассу и используют в парфюмерных целях.

Значительные количества крупных океанических копепод на литорали могут представлять легко доступный, калорийный кормовой объект для наземных животных – морских птиц. На литорали о-ва Медный нами отмечены крупные кормовые скопления *R. tridactyla*: до 1,6 тыс. особей в бухте. Очевидно, что при высокой интенсивности потребления ими копепод, биомасса добытых птицами ракообразных может быть значительна. Если допустить, что каждое глотательное движение у *R. tridactyla* соответствует потреблению одного рачка (в действительности – нескольких, по устному сообщению Ю.Б. Артюхина (КИЭП, Камчатка)), то только в одной бухте Гладковская несколько сотен моевок изымают до 8 кг копепод в час, а при максимальной численности птиц – более 25 кг/час. Очевидно, потребление моевками таких мелких объектов, периодически в массе появляющихся в прибрежной зоне, энергетически более выгодно, чем поиск основных кормов, которыми являются мелкая рыба, амфиподы и звфаузииды (Iverson et al, 1979).

Завершая обсуждение результатов, необходимо отметить, что в сложных трофических взаимоотношениях на морском побережье нами отмечена новая эпизодически возникающая трофическая цепь «океанические копеподы – морские птицы».

Заметим также, что устное сообщение профессора Я. МакЛарена позволяет считать, что отмеченные нами скопления крупных океанических копепод на о-ве Медный не являются уникальным феноменом и его необходимо учитывать в экологических построениях, связанных как с взаимодействием «суша – море», так и с другими общими проблемами. Однако для более полной количественной оценки этого явления необходимы новые исследования.

## Литература

1. Богоров В.Г., Виноградов М.Е., 1960. Распределение зоопланктона в Курило-Камчатском районе Тихого океана // Тр.ИОАН, т.34, с.60-85.
2. Виноградов М.Е., Парин Н.В., 1983. Визуальная оценка концентрации планктона: обитаемые аппараты, ТВ-камеры, фотоустановки // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М: Наука. 279с.
3. Консулов А.С., 1988. Влияние сгонно-нагонных явлений на распределение зоопланктона вдоль болгарского побережья Черноморья // Океанология., № 17, с. 18-28.
4. Парсонс Т.Р., Такахашаи М., Харгрейв Б., 1982. Биологическая океанография. М.: Легкая и пищевая промышленность. С. 1-432.
5. Петипа Т.С., 1957. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Труды Севастопольской биол. станции, т. IX, М., с. 39-57.
6. Светличный Л.С., 1990. Биомеханика локомоций и уровни активного обмена копепод // Биоэнергетика гидробионтов. Киев: Наукова Думка. С.119-148.
7. Численко Л.Л., 1968. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела. Л.
8. Iverson R.L., Coachman L.K., Cooney R.T., English T.S., Goering J.J., Hunt G.L., Macaulay M.C., McRoy C.R., Roeburg W.S., Whitledge T.E., 1979. Ecological significance of front in the southeastern Bering Sea // Ecological Processes in Coastal & Marine Systems. v.1, p.II, N.-Y. Academy Press. P. 437-466.
9. Miller C.D., Frost B.W., Batchelder H.P., Clemons M.J., Conway R.E., 1984. Life histories of Large Grazing Copepods in a Subarctic Ocean Gyre: *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus* and *Eucalanus bungii* in the Northeast Pacific // Prog.Oceanog. v.13. P.201-243.
10. National geographic Atlas of the World., 1981. Nat.Geogr.Soc. Wash., D.C., P.383.
11. Stommel H., 1949. Trajectories of small bodies sinking slowly through convection cells // J.Mar.Res. V.8. P.24-29.

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА САХАЛИНСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ СЕЛЬДИ

Пушникова Г. М., Ившина Э. Р.

Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii pallasii* Val.) – широко распространенный в северной Пацифике вид пелагических, стайных рыб. Является в этом регионе одним из основных объектов прибрежного рыболовства, в том числе и у Сахалина, где в процессе эволюции сформировалось несколько, имеющих значительные различия в экологии, биологии, а также – характеризующиеся отличным промысловым потенциалом популяций (Световидов, 1952; Фролов, 1950, 1968; Румянцев, 1967; Pushnikova, 1996). И в настоящее время, когда запас сахалино-хоккайдской сельди (в прошлом самой многочисленной из всех дальневосточных популяций этого вида) находится в состоянии глубокой депрессии, ведущая роль при эксплуатации по-прежнему принадлежит ей. Кроме того, в водах, прилежащих к Сахалину, в летне-осенний период облавливают сельдь еще двух группировок – декастринскую и заливов северо-восточного побережья Сахалина. Самый низкий вылов отличал сельдь заливов северо-восточного побережья Сахалина (рис. 1).

В связи с тем, что сельдевые подвержены значительным флуктуациям численности, для ориентирования промышленности на определенную величину годовых уловов необходимо знание уровня запаса эксплуатируемых популяций как текущего, так и ожидаемого в ближайшие годы. Исследованию этого вопроса и посвящена данная работа.

Использован массив данных по сахалино-хоккайдской сельди за период 1921 – 1997 гг., по декастринской – за 1947 – 1997 гг., по сельди заливов северо-восточного побережья Сахалина за 1931 – 1997 гг. Анализировались материалы по вылову, возрастному составу уловов, плодовитости, то есть биостатистические данные, получаемые при мониторинговых исследованиях в период промысла, а также – результаты икорных съемок. Применяли метод когортного анализа (Pore, 1972), особенности использования которого относительно сельди подробно описаны в наших предыдущих работах (Пушникова, 1994). Метод обследования нерестилищ заключается в выполнении прибрежных разрезов по стандартной схеме, в определенные сроки с использованием водолазов. В случае обнаружения участков с икрой сельди – определение их размеров и площади, а так-

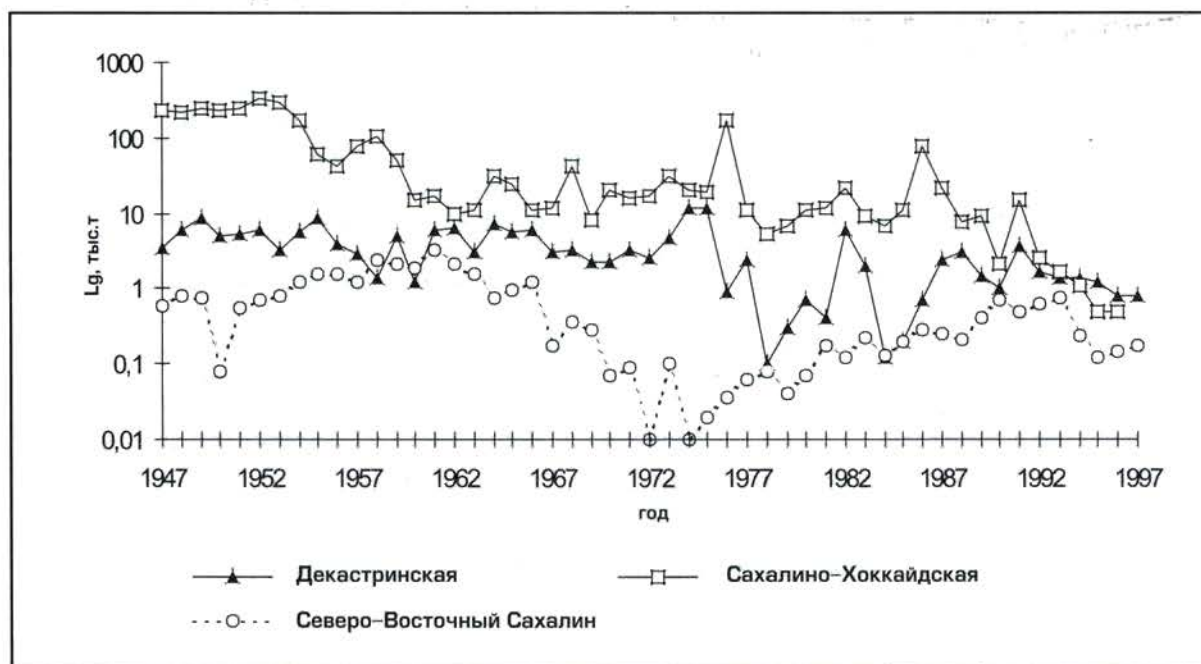


Рис. 1. Вылов сахалино - хоккайдской, декастринской и сельди северо-восточного побережья Сахалина

же – отбору проб с целью выявления численности икры (количественно-весовым методом). Располагая данными по численности икры, средневзвешенной плодовитости и соотношению полов, используя известную концепцию (Hensen, Arstein, 1897), рассчитывали величину нерестового запаса.

Далее рассмотрим состояние запасов и перспективы вылова на ближайшие годы каждой из упомянутых выше популяций.

Наиболее многочисленной из всех и уникальной своим промысловым потенциалом (годовой вылов за всю историю ее промышленного освоения достигал 1 млн. т) является сахалино-хоккайдская сельдь. Ни от одной из дальневосточных сельдевых популяций не получено столь высоких годовых уловов, но и ни одна не оказалась в такой глубокой депрессии как сахалино-хоккайдская. Имеющиеся в нашем распоряжении материалы и результаты расчетов свидетельствуют о том, что в течение текущего столетия популяция пережила, как минимум, три периода, которые характеризовались разными уровнями численности (Пушникова, 1994).

Первый – до 1950 г. – Высокий уровень.

Второй – 1951 – 1960 гг. – Значительное снижение численности.

Третий – 1961 г. и до настоящего времени. – Депрессия.

При этом была выявлена устойчивая тенденция к снижению величины запаса, численности генераций и вылова (табл. 1).

**Таблица 1.** Численность (млрд. особей) запаса и генераций и годовые уловы (тыс.т) сахалино-хоккайдской сельди по периодам

		ПЕРИОДЫ		
		До 1950 г	1951-1960 г	После 1960 г
ЗАПАС	мин.	15.2	1.7	0.4
	макс.	228.2	13.4	5.6
	средний	67.2	5.8	1.6
ГЕНЕРАЦИИ	мин.	1.8	0.3	0.14
	макс.	201.5	5.4	4.7
	средний	28.3	1.9	0.81
УЛОВЫ	мин.	80.0	15.0	0.9
	макс.	1000.0	338.5	179.1
	средний	512.3	139.0	21.1

Причины таких изменений в популяции обсуждались во многих работах (Световидов, 1952; Крыжановский, 1955; Пробатов, 1958; Бирман, 1973; Пушникова, 1981; Соколовский, Глебова, 1985). Некоторые авторы, используя разнообразные ряды абиотических факторов и данные по вылову сахалино-хоккайдской сельди, спрогнозировали периоды наиболее вероятного выхода популяции из депрессии. (По мнению И.Б. Бирмана рост ее численности можно было ожидать в 70-е годы, а А.С. Соколовского – в конце 80-х годов). Фактически, вопреки прогнозам, в 70-е и 80-е годы запас сахалино-хоккайдской сельди не увеличивался, а снижался. Необходимо отметить, правда, что в 1973, 1983 и в 1988 гг. сформировались поколения относительно повышенной (для периода депрессии) урожайности (Пушникова, 1994). При этом был отмечен тренд снижения их численности. В 1976, 1986 и 1991 гг. наблюдалось увеличение годовых уловов и также – со снижающимся трендом (см. рис. 1). Имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что депрессия сахалино-хоккайдской сельди не просто продолжается, но усугубляется. Вполне возможно, что в популяции прогрессируют необратимые структурные перестройки, которые и препятствовали росту ее численности в благоприятные по прогнозам периоды. Так, например, в течение около 30 лет не замечены нерестовые подходы и нерест сельди в марте – апреле на участках побережья к югу от м. Слениковского. В годы высокой численности популяции – к этому периоду был приурочен массовый нерест и здесь находились основные нерестилища. По результатам учетных работ в последние 30 лет на нерестилищах отмечается хронический дефицит производителей. Значительные площади водорослевых зарослей и морских трав являются потенциальными участками для

нереста. Функционирующие же нерестилища обнаруживали очень маленькими площадками у юго-западного Сахалина к северу от м. Слепиковского (Томари – Ильинский) и на участке от м. Ламанон до пос. Надеждино, то есть далеко не в традиционных для периода высокой численности районах. За последние два года мы выявили лишь один небольшой участок с икрой сельди у пос. Надеждино. Задавшись целью выяснить причину столь угнетенного состояния самой многочисленной в прошлом сельдевой группировки, мы рассмотрели степень влияния на нее одного из антропогенных факторов – промысла, то есть такого, которым можно управлять. Рассчитали численность промыслового запаса и величину промысловой убыли для периода 1930 – 1994 гг. Оказалось, что в годы, когда запас сахалино-хоккайдской сельди был высоким (до 1950 г.), промысловая убыль характеризовалась в основном низкими значениями (рис. 2).

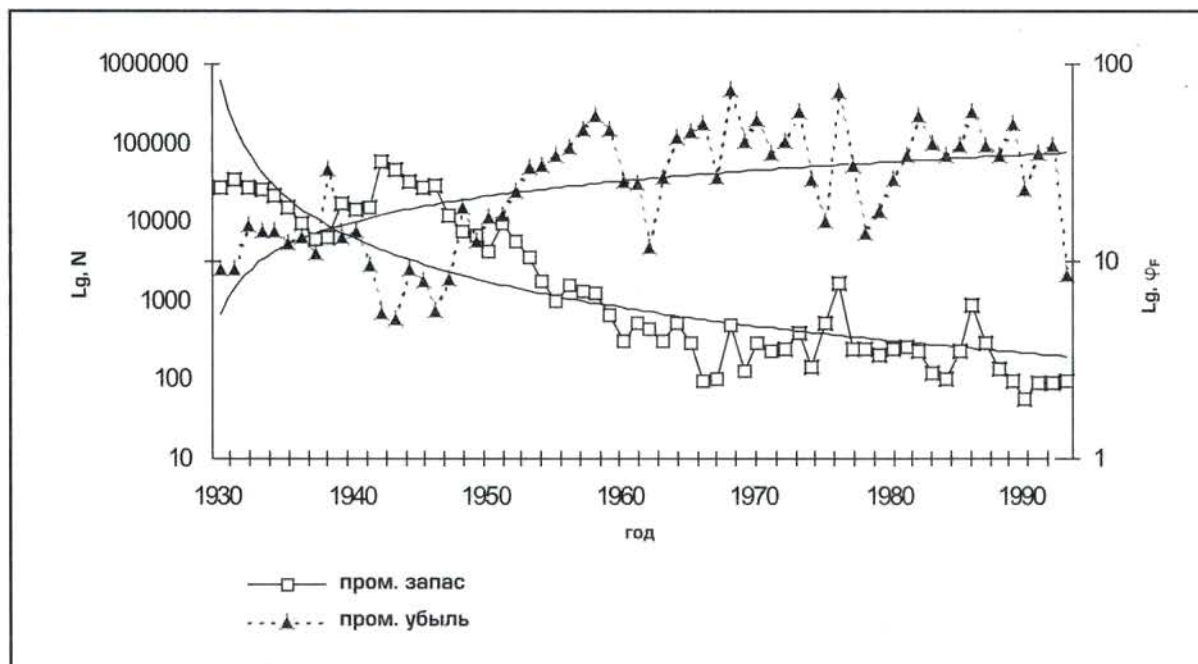


Рис. 2. Динамика запаса ( $N$ ) и промысловой убыли ( $\phi_F$ ) сахалино-хоккайдской сельди

В 50-е годы запас резко уменьшился, а промысловая убыль, напротив – возросла. Трендовые линии также свидетельствуют о противофазности динамики этих показателей. Помимо общих величин, характеризующих уровень запаса и промысловых нагрузок, необходимо знать и качественную структуру облавливаемых скоплений. Анализ возрастного состава уловов позволил установить, что существующая стратегия промыслового использования сахалино-хоккайдской сельди направлена на практически полное изъятие потенциальных производителей до времени вхождения их в нерестовую часть популяции (Пушников, 1994). Поскольку эксплуатацию запаса этой сельди осуществляют две страны (Россия и Япония), рассмотрели «вклад» каждой при промысловом использовании. Имеющиеся материалы статистики промысла свидетельствуют о том, что в течение последних 20 лет отечественный вылов изменялся в пределах 0.4 – 4.3, а японский – от 0.9 до 72.4 тыс. т. Ведущая роль японского промысла особенно ярко проявляется при эксплуатации поколений повышенной численности. В своих публикациях мы проиллюстрировали как от общего вылова поколения 1983 г. рождения (урожайного для периода депрессии) в возрасте 3 года лишь 5% пришлось на отечественный вылов, в возрасте 4 года – 13%. Суммарное промысловое изъятие этого поколения составило 614 млн. рыб, из которых 559.8 млн. (92.2%) добыто японским флотом. Что касается возрастного распределения уловов этой генерации, то 408.7 млн. рыб изъято в возрасте 3-х лет, 83.7 – в возрасте 4-х лет, а в целом около 90% от его общего вылова добыто японским флотом в период полового созревания рыб, что естественно, негативно сказалось на возможности увеличения численности родительского стада. Установлено, что оптимальный уровень численности производителей для сахалино-хоккайдской сельди составляет 3.3 млрд. рыб (Пушников, 1994). В период депрессии нерестовый запас изменялся от 41.1 (1968) до 352.3 (1976) млн. особей и в среднем был

в 15 раз меньше оптимального для популяции уровня. Таким образом, очевидно, что существующая депрессия численности сельди в значительной мере определяется и усугубляется воздействием нерационального (в основном японского) промысла, который препятствует нормальному пополнению нерестового стада производителями. Если стратегия использования запаса сахалино-хоккайдской сельди позитивно не изменится, популяция полностью потеряет промысловое значение. Чтобы не допустить этого, но добиться стабилизации численности популяции, а затем, при благоприятных условиях обитания, и ее роста, необходимо незамедлительно вводить полный запрет промысла как Россией, так и Японией.

Что касается декастринской сельди (эксплуатируется промыслом в северной части Татарского пролива), то ее максимальный вылов за всю историю промышленного освоения достиг уровня 12.0 тыс. т. До 1964 г. эту сельдь добывали только отечественные предприятия, среднегодовой вылов составлял 4.8 тыс. т. С 1964 г. и до введения 200-мильной экономической зоны лов сельди осуществлялся японским и российским флотом, среднегодовой вылов увеличился до 5.3 тыс. т. Японский промысел базировался на зимних и весенних скоплениях, изымая в основном впервые созревающих и половозрелых преднерестовых особей и тем самым негативно воздействуя на воспроизводительную способность популяции. Российский флот добывал сельдь в нагульный период, облавливая отнерестовавших особей и частично пополнение. К середине 70-х годов численность декастринской сельди уменьшилась до чрезвычайно низкого уровня, такого, что ее отечественный промысел в нагульный период стал нерентабелен и был прекращен. Со времени установления 200-мильной экономической зоны и до 1982 г. эту популяцию практически не эксплуатировали по причине незаинтересованности рыбодобывающих организаций. За счет сформировавшихся в этот период урожайных поколений численность ее возросла. В начале 80-х годов возобновился промысел и расширились исследования. Были выявлены районы зимовки половозрелых рыб (юго-западная часть Татарского пролива) и молоди (северные участки Татарского пролива), места формирования преднерестовых скоплений (центральные участки пролива, к северу от параллели 49° 50' с.ш.). Нерестится декастринская сельдь у сахалинского (от 50° до 51°30' с. ш.) и материкового (от 49° до 51°50' с. ш.) побережий. За период исследований общая площадь нерестилищ изменялась от 1374.9 (1986 г.) до 20.0 (1997 г.) тыс. м<sup>2</sup> (табл. 2). Выявлено, что до 1988 года площадь нерестилищ в зал. Чихачева (по архивным материалам – это центр воспроизводства декастринской сельди) была либо значительно больше по сравнению с побережьем Сахалина, либо практически равной.

**Таблица 2.** Площадь (тыс. м<sup>2</sup>) нерестилищ декастринской сельди в разные годы по районам

Годы	Западное побережье Сахалина	Залив Чихачева	Материковое побережье	Общая площадь нерестилищ в Татарском пр-ве
1985	217.2	982.5	139.6	1339.3
1986	218.5	856.4	300.0	1374.9
1987	309.9	251.7	598.4	1160.0
1988	400.0	7.5	270.0	677.5
1989	898.0	103.0	122.0	1123.0
1990	400.0	100.0	350.0	850.0
1991	270.2	17.3	346.7	634.2
1992	435.0	45.0	444.9	924.9
1994	415.0	85.0	430.0	930.0
1995	не обн.	20.0	175.0	195.0
1996	не обн.	20.0	50.0	70.0
1997	не обн.	не обн.	20.0	20.0

В 1988 г. залив Чихачева практически потерял статус района воспроизводства декастринской сельди. Вполне возможно, что основной причиной тому явился постоянный сильнейший пресс антропогенного воздействия (загрязнение, браконьерский лов в нерестовый период). Что касается загрязнения, то в июне 1988 г. мы стали очевидцами наличия во всех бухтах залива, где в предыдущие годы нерестовала сельдь, пленки нефтепродуктов максимальной балльности. Площадь тех нерестилищ, которые удалось обнаружить, была незначительной (см. табл. 2), а икра – в массе погибшей. (По стадии развития икры было сделано предположение о том, что рыба отнерестовала до аварии.) В 1988 году, по сравнению с предыдущими, увеличилась общая площадь нерестилищ у Сахалина. Кроме того, при снижении общей площади нерестилищ в 1988 г. отметили увеличение показателя плотности засева икрой (табл. 3). Полученные данные подтверждают сложившееся мнение о том, рыба в поисках благоприятных районов обитания покидает традиционные, но загрязненные и мигрирует на другие участки, где антропогенный фактор оказывает меньшее воздействие.

Таблица 3. Плотность, общее количество икры и нерестовый запас декастринской сельди в 1985 - 1997 гг

Годы	Плотность, млн. икринок на 1 м <sup>2</sup>	Общее количество икры, млрд. шт.	Численность производителей, млн. шт.	Биомасса нерестового запаса, тыс. т.
1985	1.3	1341.6	99.9	18.7
1986	0.7	997.6	53.6	14.5
1987	0.7	1086.9	63.0	13.5
1988	1.9	1481.5	71.6	14.0
1989	0.5	740.7	42.2	8.2
1990	1.0	870.4	38.7	7.1
1991	0.4	457.0	32.6	4.7
1992	1.9	1767.7	78.0	15.3
1993	н е т   д а н н ы х			
1994	0.8	706.5	27.3	8.0
1995	1.6	304.1	11.4	4.4
1996	0.5	33.1	1.2	0.35
1997	0.06	1.23	0.05	0.14

Как видно, имеющиеся материалы свидетельствуют о значительном снижении нерестового запаса декастринской сельди в последние годы, что, по нашему мнению, может быть обусловлено несколькими причинами. Одна из них – это высокий уровень эмбриональной элиминации, особенно в зал. Чихачева (Пушникова, 1996).

Кроме того, по неопубликованным данным специалиста-планктолога СахНИРО Саматова А.Д., с середины 80-х годов на акватории Татарского пролива в составе планктонного сообщества наблюдалось заметное увеличение численности щетинкочелюстных – хищника и, одновременно, конкурента в питании личинок сельди. Несомненно, – это один из группы абиотических факторов, оказывающих существенное негативное воздействие на формирование численности генераций. Вместе с тем есть еще одна причина, негативное воздействие которой на состояние численности декастринской сельди явно и не вызывает сомнений. Так, при обследовании нерестилищ в прибрежных районах материкового побережья Татарского пролива ежегодно мы встречаем не только браконьеров, занимающихся ловом нерестовой сельди, но и различные бригады, обслуживающие стационарные орудия лова и имеющие официальные разрешение на проведение контрольного лова нерестовой сельди. С наблюдателями, которые должны при этом находиться на стане, мы ни разу не встретились. Очень интересны опросные данные и то, как они согласуются с результатами наших наблюдений на нерестилищах. Так, рыбаки отметили следующее. Через два – три года они вынуждены менять места постановки неводов по причине снижения, а затем и отсутствия уловов нерестовой сельди в эксплуатируемых бухтах. Имея достаточно продолжи-

тельный ряд данных, который был получен при обследовании нерестилищ, мы также установили, что во многих бухтах, где прежде функционировали ставные невода, к 1997 г. нерестовые подходы сельди либо не отмечались вообще, либо выявлялись в очень незначительных количествах. В качестве примера можно привести бухты Сущева, Новая, Табу, Мосолова. Общепринятой нормой промышленного использования популяций гидробионтов в периоды неблагоприятного воздействия абиотических факторов является щадящий режим эксплуатации. Что касается декастринской сельди, то при решении вопроса квотирования необходимо исходить из того, что ее численность в настоящее время находится в чрезвычайно угнетенном состоянии, требующем прекращения промысла. На первом этапе срок запрета необходимо установить на период не менее пяти лет. С целью контроля за состоянием численности запаса и существующей при этом необходимостью сбора биостатистического материала возможна организация контрольного лова исключительно в нагульный период. Величину изъятия при этом необходимо определять ежегодно по результатам учетных работ на нерестилищах и данным о структуре уловов нагульных скоплений.

Промысел сельди в заливах северо-восточного побережья Сахалина в 40-е – 60-е годы продолжался с мая по октябрь: в июне – июле ловили нерестовую сельдь, с середины июля – нагульную. К периодам 1936 – 1944 гг. и 1955 – 1963 гг. были приурочены самые высокие уловы (см. рис. 1). Среднегодовое изъятие в 1931 – 1967 гг. находилось на уровне 1150.3 т, в 1968 – 1986 гг. – 126.8 т и в 1987 – 1995 гг. – 418.8 т. Наибольшее годовое изъятие (3295 т) было получено в 1961 г., а начиная с 1967 г. – годовая вылов намного снизился. В течение последних девяти лет (1987 – 1995 гг.) в этом районе организовывался контрольный лов (в основном в зал. Ныйский), где и осуществлялись мониторинговые исследования в нерестовый период. Полученные к настоящему времени материалы позволяют подтвердить существовавшее мнение (Веденский, 1950; Фролов, 1950, 1968) о неоднородности скоплений нерестовой сельди у Северо-Восточного Сахалина. Результаты мечения (Андреев, 1968), популяционно-генетических исследований (Рыбникова, Пушникова, 1991), а также имеющийся массив данных девятилетнего ряда позволили сделать вывод о том, что в заливах северо-восточного побережья Сахалина нерестится как местная сельдь, так и мигранты – рыбы, принадлежащие к другим популяциям (вероятнее всего – к сахалино-хоккайдской, охотской, гижигинской, зал. Терпения и зал. П. Великого). Соотношение численности местной сельди и мигрантов изменялось в отдельные годы и в значительных пределах. Наиболее низкой доля мигрантов была в 1988 г. (3.4%), а самой высокой – в 1987 г. (81.1%). В 1987 г. основу скоплений этой группы сформировали особи урожайной генерации 1983 г. рождения, которая отличалась повышенной численностью в популяциях сахалино-хоккайдской и охотской сельди. Эти рыбы и составили основу вылова в заливах северо-восточного побережья в 1987 г. В результате расчетов, выполненных с использованием метода когортного анализа, установили, что в течение последних 10 лет промысловый запас местной сельди был наибольшим в 80-е годы. В 90-е годы отметили его уменьшение (табл. 4). Выше мы показали тренд снижения промыслового запаса сахалино-хоккайдской сельди. Нам представилось небезынтересным сравнить тенденцию изменения данного параметра этой популяции и местной сельди заливов северо-восточного побережья Сахалина (рис. 3).

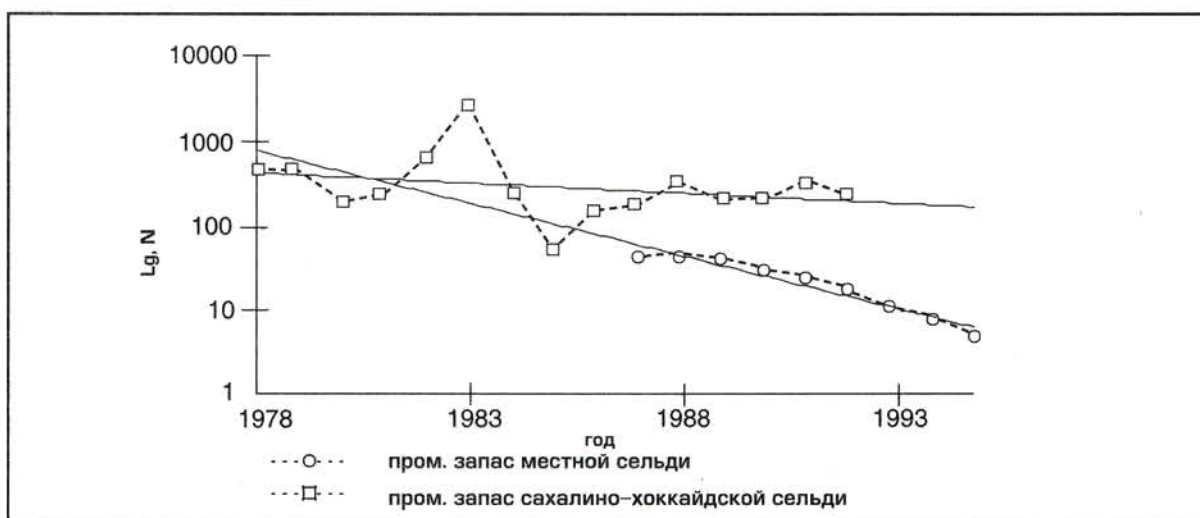


Рис.3. Динамика промыслового запаса местной сельди северо-восточного побережья Сахалина и сахалино-хоккайдской сельди

Как оказалось, несколько отличаясь углом наклона, трендовые линии промыслового запаса той и другой сельди направлены вниз. То есть, наши выводы о неблагоприятном состоянии численности популяций сахалинских сельдей небеспочвенны.

**Таблица 4.** Запас и вылов местной сельди в заливах Северо-Восточного Сахалина

Годы	Запас, тыс. т	Вылов	
		тонн	%
1987	3.5	49.8	1.4
1988	4.0	186.1	4.6
1989	4.3	222.2	5.2
1990	3.6	455.7	12.7
1991	3.1	378.5	12.2
1992	2.3	480.7	20.9
1993	1.6	371.4	23.2
1994	1.2	197.4	16.5
1995	0.8	63.6	8.0
1996	0.5	92.8	17.8

Показанные в таблице данные свидетельствуют о том, что промысловое изъятие местной сельди (исходя из биомассы запаса и вылова) изменялось в значительных пределах, но не превысило возможный для популяции уровень – 29%. То есть, существовавший в 1987 – 1995 гг. контрольный лов не мог оказать негативного воздействия на состояние численности сельди северо-восточного побережья Сахалина. Исходя из имеющихся данных (Пушников, 1996) в ближайшие годы запас местной сельди будет находиться на низком уровне, а, значит, и величина изъятия при организации контрольного лова будет скорректирована в сторону уменьшения.

Как показали результаты выполненных исследований, численность трех сельдевых популяций, формирующих запас у берегов Сахалина, находится в депрессивном состоянии, когда промысел не может быть рекомендован. Но, если для решения вопроса прекращения промысла сахалино-хоккайдской сельди необходим международный уровень (односторонний запрет Россией проблему с численностью не решит), то регламентация лова двух других – исключительно наше, внутреннее дело. В целях сохранения запаса декастринской сельди необходимо незамедлительно установить запрет на ее промысел и так называемый «контрольный» лов в нерестовый период. Квоту для контрольного лова в нагульный период следует определять ежегодно, используя для этого материалы икорных съемок и биостатистические данные. Исследования по сельди Северо-Восточного Сахалина возможно проводить в рамках контрольного лова с ежегодным определением его величины на основании анализа материалов, характеризующих численность запаса.

## Литература

1. Андреев В.Л. 1968. Результаты мечения сельди в заливе Ныйво (северо – восточный Сахалин) в 1963 г.// Изв. ТИНРО. Т. 65. С. 257 – 258.
2. Бирман И.Б. 1973. Гелиогидробиологические связи как основа для долгосрочного прогнозирования запасов промысловых рыб (на примере лососей и сельди).// Вопросы ихтиологии. Т. 13. Вып. 1. С. 23 – 27.
3. Веденский А.П. 1950. Некоторые данные о сельди восточного Сахалина.// Изв. ТИНРО. Т. 32. С. 55 – 63.
4. Крыжановский С.Г. 1955. О мероприятиях по воспроизводству сахалинской сельди.// Рыбное хозяйство. No 1. С. 49 – 52.
5. Пробатов А.Н. 1954. Распределение и численность нерестовой сельди у восточных берегов Японского моря.// Изв. ТИНРО. Т. 39. С. 21 – 28.

6. Пробатов А. Н. 1958. Колебания численности сахалино-хоккайдской сельди в связи с океанологическими условиями.// Тр. океанологической комиссии. Т. 3. С. 124 – 125.
7. Пушникова Г.М. 1981. О состоянии запасов и возрасте оптимальной эксплуатации сахалино-хоккайдской сельди.// Изв. ТИНРО. Т. 105. С. 79 – 84.
8. Пушникова Г. М. 1994. Состояние запасов сахалино-хоккайдской сельди и пути стабилизации ее численности.// Сб. «Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях». Южно-Сахалинск. Сахалинское книжное издательство. С. 47 – 56.
9. Пушникова Г.М. 1996. Промысел и состояние запасов сельди присахалинских вод.// Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. Сб. "Научные труды". Вып. 8. Владивосток. С. 34 – 43.
10. Румянцев А. И. 1967. Методы, применяемые для оценки запасов и прогнозирования возможных уловов промысловых рыб в сахалинских водах.// Тр. ВНИРО. Т. 62. С. 107 – 121.
11. Рыбникова И.Г. и Пушникова Г.М. 1991. Популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди Северо-Восточного Сахалина и Сахалинского залива.// Сб. «Рациональное использование биоресурсов Тихого океана». Владивосток. С. 170 – 171.
12. Световидов А.Н. 1952. Колебания уловов южно-сахалинской сельди и их причины.// Зоологический журнал. Т. 31. Вып. 6. С. 831 – 842.
13. Соколовский А.С. и Глебова С.Ю. 1985. Долгопериодные флюктуации численности сахалино-хоккайдской сельди.// Сб. «Сельдевые северной части Тихого океана». Владивосток. ТИНРО. С. 3 – 12.
14. Фролов А.И. 1950. Локальные формы сахалинской сельди.// Изв. ТИНРО. Т. 32. С. 65 – 71.
15. Фролов А.И. 1968. Распределение и условия обитания озерных сельдей в водах Сахалина.// Изв. ТИНРО. Т. 65. С. 20 – 34.
16. Hensen V. und Apstein C. 1897. Uber Eimenge der im Winter laichenden Fische.// Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel. 11 (12). P. 3 – 13.
17. Pope J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis.// Int. Coun. Northwest Atl. Fish. Res. Bull. 9. pp. 65 – 74.
18. Galina M. Pushnikova. 1996. Features of the Southwest Okhotsk Sea Herring.// North Pacific Marine Science Organization (PICES). Proceedings of the Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas. PICES SCIENTIFIC REPORT. No. 6. P. 378 – 383.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Сидоров Л.К., Буяновский А.И.

Западно-Камчатская зона является одним из главных промысловых регионов дальневосточных морей России. Основными промысловыми ресурсами ее северной части, территории, которая примыкает к Корякскому автономному округу, являются ракообразные (камчатский и синий крабы) и донные рыбы. Среди последних заметную роль играют виды, жизненный цикл которых тесно связан с прибрежной зоной. К этой группе относятся представители семейства тресковых и камбаловых: тихоокеанская навага (*Eleginus gracilis*), тихоокеанская треска (*Gadus macrocephalus*), желтоперая (*Limanda aspera*) и четырёхбугорчатая (*Pleuronectes quadrituberculatus*) камбалы и некоторые другие.

Поскольку все эти виды имеют большое промысловое значение, то их исследование началось достаточно давно (Моисеев, 1953; Фадеев, 1989; Гордеева, 1952, 1955; Шунтов, 1985). Хорошо очерчены границы их распространения, изучен жизненный цикл, общие закономерности сезонных и возрастных миграций. По данным ежегодных траловых съемок ТИНРО-центр имеются данные о запасах этих видов и их распределении в пределах всего западнокамчатского региона, за исключением акватории залива Шелихова, где работы затруднены вследствие сильных течений, плохих грунтов, а также отсутствия портов и защищенных от шторма мест.

Для эффективного управления имеющимися ресурсами и научно обоснованного прогнозирования вылова требуется информация об особенностях распределения и биологии каждого вида в конкретном районе. Получение таких данных возможно, во-первых, только в условиях длительных наблюдений, и, во-вторых, оценки желательнее выполнять в режиме контрольного лова, то есть на тех судах и теми орудиями лова, которые должны вести промысел.

Таким образом, целью исследований, которые были выполнены в 1994–96 гг. в рамках Программы «Комплексные исследования биоресурсов Западной Камчатки, Карагинской и Западноберингоморской подзоны в прибрежной ее части», явилось, во-первых, изучение особенностей биологии и распределения промысловых видов донных рыб в прибрежной зоне северной части западнокамчатского шельфа, и, во-вторых, разведка ресурсов на ранее неисследованной акватории залива Шелихова.

### Материал и методики

Материалом для выполнения этой работы послужили данные двух траловых и трех снюрреводных съемок 1994 – 1996 гг. (табл. 1, рис. 1). Траления в 1994 г. были проведены с судна МРС150–354, оснащенного локатором типа «Лиман», эхолотом марки «Пескарь». Исследования в 1995–96 гг. проводились с судов, оснащенных спутниковой навигационной аппаратурой и японским цветным эхолотом. В качестве орудия количественного учета использовали донные тралы №21, №42 с мелкочаеистой (диаметр 20 мм) вставкой и снюрреводы двух типов: «наважник» с размером ячеи крыла 60 мм, кутца – 20 мм и – «камбальник»: 100 и 60 мм соответственно.

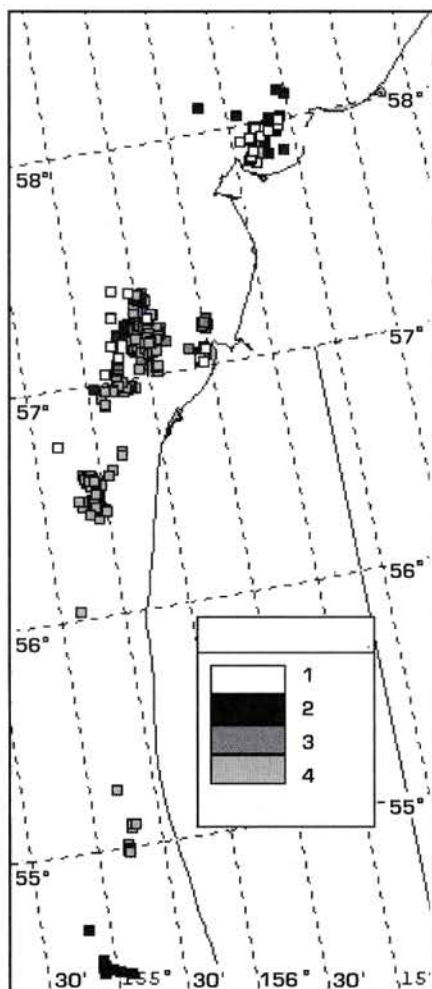
Практически все траления выполняли вдоль изобат. Продолжительность стандартного траления составляла 30 минут. Скорость траления варьировала от 1,5 до 2,5 узлов в зависимости от течения.

Исследование, связанные с изучением распределения рыб, производили по следующей схеме. При проведении траления были взяты следующие параметры: число, месяц, год, время, координаты, глубина, масса улова. Из каждого улова производился отбор особей каждого интересующего нас вида на размерный состав.

Обработка выловленного материала проходила в следующем порядке. Улов из трала высыпали в специально отведенное место на палубе корабля. В первую очередь производили отбор видов, попавшихся в трал в единичном экземпляре, затем материал подвергался

**Таблица 1.** Краткая характеристика съемок в районе северо-западного побережья Камчатки

Вид съемки	Сроки	Число станций	Глубины, м	Орудие лова	Судно
Траловая, лето 1994г	18.09-13.10	32	6-70	Донный трал N21	МРС-150-354
Снюрреводная, лето 1995г	05.07-28.07	107	11-80	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Траловая, 1995г	02.08-28.08	61	25-115	Донный трал N 42	РК МРТ "Капитан Селюк"
Снюрреводная, осень 1995г	15.09-29.09	23	62-94	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Снюрреводная, 1996г	22.07-25.09	127	33-100	Снюрревод промысловый	МРС-150-123

**Рис.1.** Карта-схема станций: 1 - траловая съемка 1994г., 2 - траловая съемка 1995 г, 3 - снюрреводная съемка 1995г., 4 - снюрреводная съемка 1996г

визуальному делению на равные части. В дальнейшем работу проводили с одной из отобранных частей. После обработки отобранного материала производили пересчет на общую массу вылова рыб умножением на количество первоначально выделенных частей.

Пойманных рыб сортировали по видам, используя определитель (Андряшев, 1954). При определении размерно-возрастной структуры вылова измерение длины (l) осуществляли линейкой от начала рыла до конца чешуйного покрова. Питание исследовали у отдельных видов по содержимому желудков сразу после поимки рыб.

Для получения общего количества особей в стандартном тралении использовали формулу:  $N = (M \cdot h) / 30m$ , где N – общее количество особей в стандартном тралении, M – масса улова, m – масса среднего размера рыбы в выборке, h – время траления в минутах, 30 мин. – стандартное время траления. После расчета численности особей на каждой станции составлялись карты и диаграммы распределения трески по глубинам для каждого района.

Карты распределения уловов и средних размеров составляли, используя метод сплайн-аппроксимации (Иванов, Столяренко, 1988; Столяренко, Иванов, 1988) с помощью компьютерной программы MAPDESIGNER (ВНИРО, 1994).

**Таблица 2.** Объем исследуемого материала

Вид	кол-во обработанных, экз.
дальневосточная навага	2327
тихоокеанская треска	1616
желтоперая камбала	2435
4-х бугорчатая камбала	2139
белокорый палтус	379

## Характеристика района исследований

Акваторию, где были выполнены исследования можно условно разделить на три района: южная часть залива Шелихова (севернее 57(40), Хайрюзовский (вместе с Северным Запретным) (56°20 – 57°20), Ичинско–Колпаковский районы западнокамчатского шельфа (южнее 56(20). За исключением залива названия и границы районов взяты из схем траловых съемок ТИНРО–центра.

В заливе Шелихова исследования проводили только в районе бухты Квачина, так как севернее траления были затруднены задевиственностью грунта. В связи со спецификой течений в этом районе температура поверхностных и глубинных слоев воды здесь выше, чем в более южных исследованных нами районах. По данным В.И. Чернявского (1981) среднемноголетнее значение поверхностной температуры воды в этом районе в августе месяце составляет +9°С, а придонных слоев – от +1° до +3°С (Морошкин, 1966). Циркуляция вод в бухте Квачина обеспечивается проникновением Северной ветви Западно–Камчатского течения. В течение суток происходит изменение уровня воды вследствие приливно–отливных течений. Дно представлено валунно–гравийно–галечными грунтами (Удинцев, 1957). Район исследований находится на стыке трех тектонических разломов, которые способствуют выделению эндогенного тепла и магматических газов. В этой зоне отмечено большое количество органики в донных отложениях (Виноградова, 1969).

Другим исследуемым районом Западного побережья Камчатки являлась зона, расположенная южнее поселка Усть–Хайрюзово (56°20 – 57°20 с.ш.), с минимальной глубиной траления 20 метров, максимальной 110 метров. Среднемноголетнее распределение поверхностной температуры в этом районе воды составляет +8°С, а температура придонных слоев – от +1° до +2° С (Чернявский, 1981; Морошкин, 1966).

Самая южная исследуемая зона, Ичинско–Колпаковский районы западнокамчатского шельфа, простирается до 54°55', включая запретную зону. Дно представлено, в основном, валунно–гравийно–галечными грунтами с отдельными заиленными участками вблизи устьев рек западного побережья Камчатки. Среднемноголетнее распределение поверхностной температуры в этом районе воды составляет +9°С, а температура придонных слоев от +1° до +2°С (Чернявский, 1981; Морошкин, 1966). По данным отчетов ТИНРО–центр (Борец и др., 1986; Кобликов и др., 1989), в данной акватории в отдельные годы наблюдались небольшие придонные холодные пятна.

## Результаты

Отмечено 18 видов, принадлежащих к 10 семействам.

### Видовой состав

*Theragra chalcogramma* (Pallas)  
*Eleginus gracilis* (Tilesius)  
*Clupea pallasii pallasii Valenciennes*  
*Osmerus mordax* (Mitchill)  
*Pleuronectus quadrituberculatus* (Pallas)  
*Limanda aspera* (Pallas)  
*Platichthys stellatus* Pallas  
*Hippoglossoides elassodon* Jordan et Gilbert  
*Gadus macrocephalus* Tilesius  
*Hippoglossus stenolepis* Schmidt, 1904  
*Lycodes raridens* Taranetz et Andriashe  
*Trichodon trichodon* (Tilesius)  
*Gymnocanthus pistilliger* (Pallas)  
*Melletes papilio* Bean  
*Myoxocephalus jaok* (Cuvier et Valenciennes)  
*Pallasina barbata* (Steindacner)  
*Hexagrammos stelleri* Tilesius  
*Podothecus acipenserinus* (Pallas)

Минтай  
 Дальневосточная навага  
 Тихоокеанская сельдь  
 Азиатская корюшка  
 4–х бугорчатая камбала  
 Желтоперая камбала  
 Звездчатая камбала  
 Палтусовидная камбала  
 Тихоокеанская треска  
 Белокорый палтус,  
 Редкозубый ликод  
 Обокновенный волосозуб  
 Шлемоносный бычок  
 Бычок–бабочка  
 Керчак яок  
 Игольчатая лисичка  
 Терпуг Стеллера  
 Осетровидная лисичка

Среди указанных видов промысловое значение в настоящее время имеют только представители тресковых и камбаловых. Из этих групп в прибрежной зоне наибольший интерес представляет 5 видов: навага, треска, желтоперая и желтобрюхая камбалы, бе–

локорый палтус. Другие виды или не образуют промысловых скоплений и (звездчатая, хоботная камбала), или образуют их за пределами прибрежной зоны (минтай, палтусовидная камбала)

## Результаты исследований

### Навага

В районе бухты Квачина навага встречалась штучно: средний улов составлял  $14 \pm 3$  кг за 30 минут траления. Пойманные особи были представлены, в основном, молодью длиной до 25 см.

Южнее залива Шелихова карта распределения, составленная по данным станций, выполненных в 1996 г. с использованием наважника, позволяет выделить как минимум два пятна с уловами свыше 2 т/замет.: в Хайрюзовском и Ичинско-Колпаковском районах (рис. 2а). В пределах обоих скоплений наиболее высокие уловы были отмечены в диапазоне глубин 30 – 49 м. Глубже 70 м уловы резко снижались и не превышали 200 кг/замет.

В широтном направлении отмечена тенденция к увеличению с глубиной средних размеров, а в меридиональном – к сужению полосы, занимаемой молодью, в южном направлении (рис. 2б). Кроме того, севернее Хайрюзовского района практически полностью исчезали крупные особи длиной свыше 35 см.

Описанный характер распределения отражает тенденцию к постепенному замещению молоди старшими возрастными классами по мере увеличению глубины, отмеченную как в северном (рис. 3а), так и в южном (рис. 3б) скоплениях. Следует также подчеркнуть хорошее совпадение модальных пиков для выборок, собранных в разные годы.

Таким образом, в обоих скоплениях оптимальным диапазоном для промысла следует считать глубины 40 – 49 м, где, с одной стороны отмечены наиболее высокие уловы (рис. 2), а с другой – значительную часть составляют крупные особи.

На мелководье, где температура придонных слоев воды выше, обнаружены только неполовозрелые особи этого вида, размер которых составлял от 19 до 25 мм.

Из литературы известно (Семененко, 1973), что навага является обитателем холодных придонных слоев воды. Считается, что наибольшие скопления этого вида приурочены к участкам, где в придонных слоях воды сохранились холодные пятна. Такое пятно расположено вблизи п. Усть-Хайрюзово, что объясняет наличие там высокой численности половозрелых особей. В Ичинско-Колпаковском районе экспедициями ТИНРО-центр

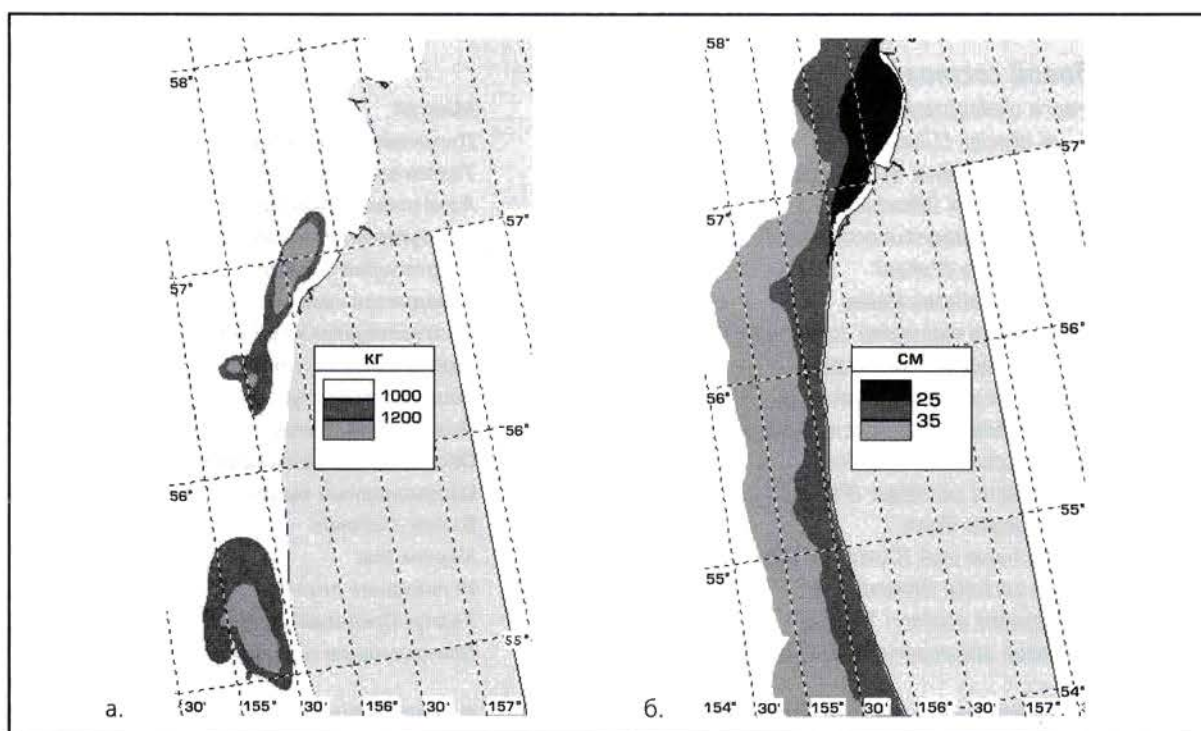
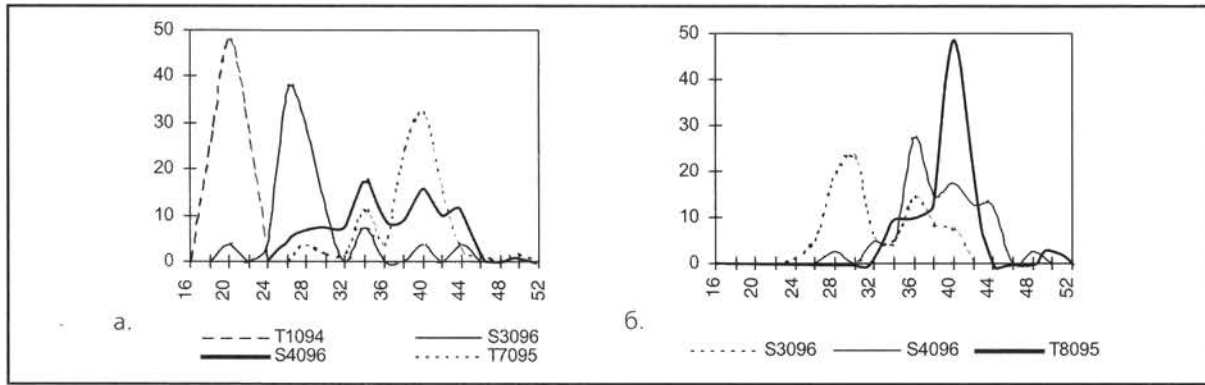


Рис.2. Распределение уловов (а, кг/замет) и средних размеров наваги (б, см) в 1996г



**Рис.3.** Размерная структура уловов наваги в северном (а) и южном (б) скоплениях на разных глубинах. Т1094 - траловая съемка 1994г., глубины 10-19м; Т7095 и Т8095 - траловые съемки 1995г., глубины 70-79 и 80-89м соответственно, S3096 и S4096 - снюрреводные (наважник) съемки 1996г., глубины 30-39 и 40-49м соответственно. По оси X - длина (см), по Y - частота встречаемости (%)

(Борец и др., 1986; Кобликов и др., 1989) были отмечены холодовые пятна в придонных слоях, где и было оконтурено нами скопление наваги.

**Треска**

Уловы трески характеризовались крайней неравномерностью и на соседних станциях могли варьировать от 0,5 до 7 т. В районе Усть-Хайрюзово полоса встречаемости плотных скоплений занимала диапазон 40 – 69 м с наиболее высокими уловами на 40–49 м. В Запретном районе и на юге характер распределения был сходным: повышенные уловы были отмечены в диапазоне 30 – 49 м. Карта распределения, построенная по результатам съемки, позволяет выделить 3 пятна со средними уловами свыше 1 т, наиболее крупное из которых расположено у северной границы Запретного района (рис. 4).

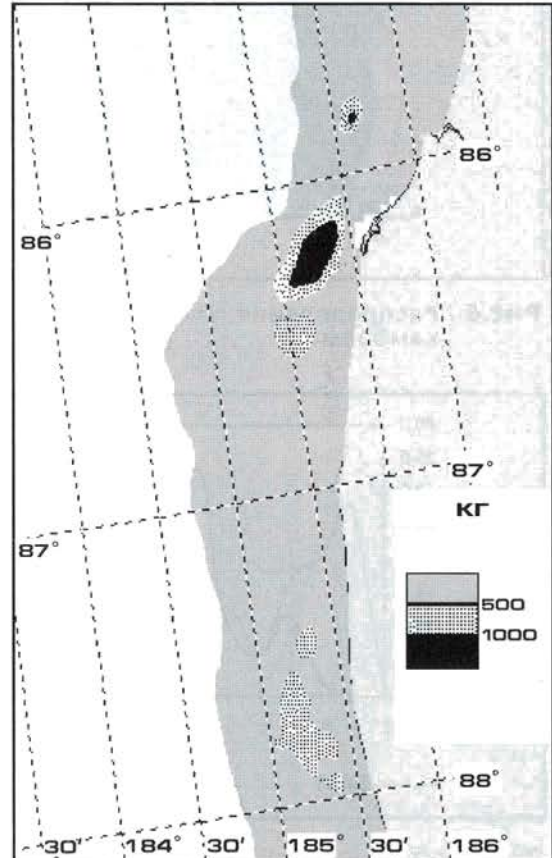
Для трески было установлено незначительная корреляция между размером тела рыбы и глубиной обитания (рис. 5). Длина особей с глубиной возрастает.

На мелководье преимущественно обитают неполовозрелые особи, которые не образуют массовых скоплений.

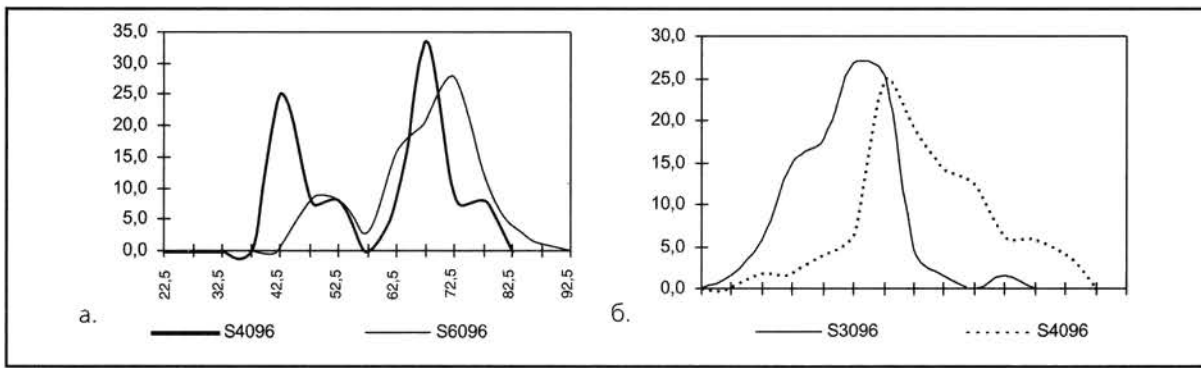
Таким образом, можно утверждать, что летом треска не образует единого стада вдоль западного побережья Камчатки, а подразделяется на множество локальных скоплений, которые разобщены по глубинам (Моисеев, 1953; Фадеев, 1989). На такое распределение трески оказывает воздействие сложная система прибрежных течений и участки моря с пониженной температурой придонных слоев воды, воздействие которых скорее косвенно, т.е. они влияют не на треску непосредственно, а на распределение кормовой базы, которая и определяет специфику распространения этого вида. Например, наличие крупного скопления трески (рис. 4) коррелирует со скоплением камчатского краба, остатки которого были обнаружены в желудках трески.

**Желтоперая камбала**

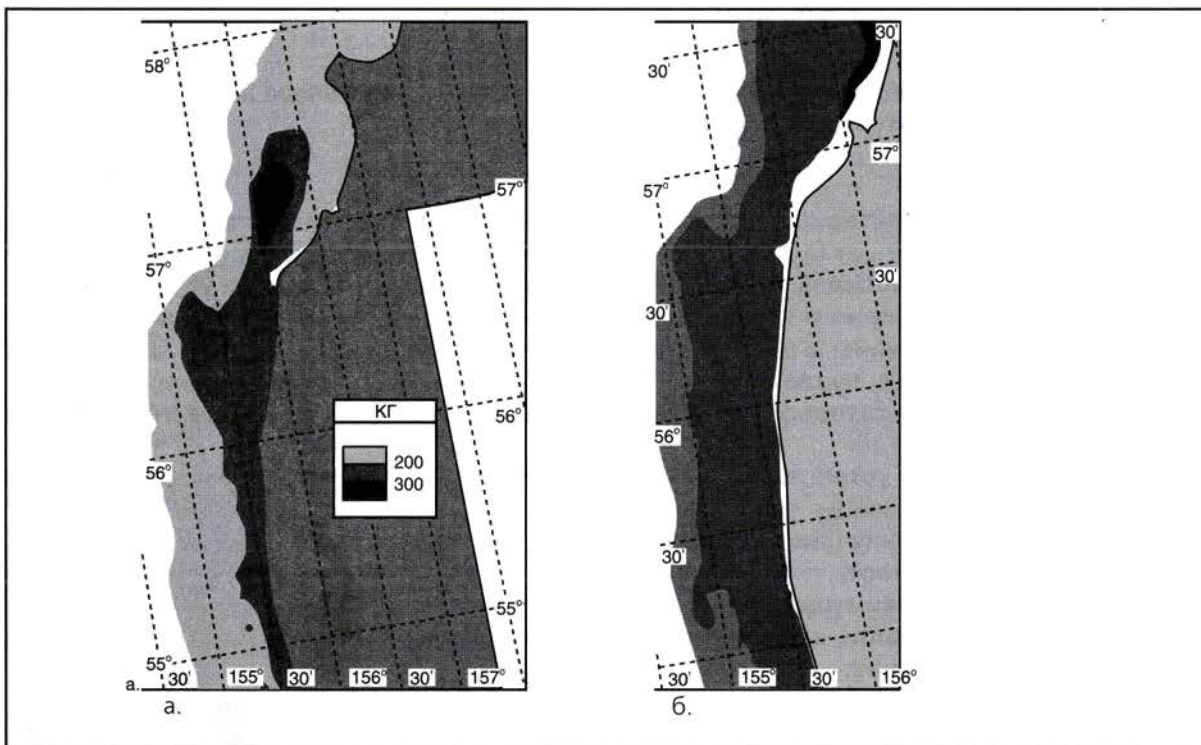
В районе бухты Квачина практически отсутствовала: средний улов составлял менее 1 кг за 30 минут траления.



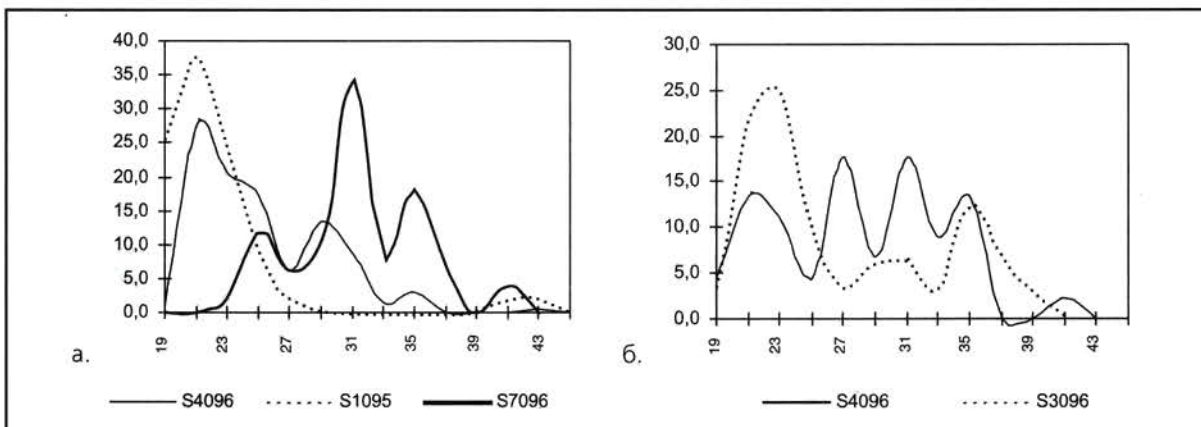
**Рис.4.** Распределение уловов (кг/за-мет) трески в 1996 г



**Рис.5.** Размерная структура уловов трески в северной (а) и южной (б) частях района исследований на разных глубинах по данным снурреводных съемок: S3096, S4096 и S6096 - 1996 г., глубины 30-39, 40-49 и 60-69 м соответственно. По оси X - длина (см), по Y - частота встречаемости (%)



**Рис.6.** Распределение уловов (а, кг/замет) и средних размеров (б, см) желтоперой камбалы



**Рис.7.** Размерная структура уловов желтоперой камбалы в северной (а) и южной (б) частях района исследований на разных глубинах по данным снурреводных съемок: S1095 - 1995 г., глубины 10-19 м; S3096, S4096 и S7096 - 1996 г., глубины 30-39, 40-49 и 70-79 м соответственно. По оси X - длина (см), по Y - частота встречаемости (%)

Южнее залива Шелихова карта распределения, составленная по данным станций, выполненных в 1996 г., позволяет выделить одно скопление со средними уловами свыше 300 кг/замет, которое расположено в Хайрюзовском районе севернее 57°00' (рис. 6а). В пределах данного скопления наиболее высокие уловы были отмечены в диапазоне глубин 40 – 59 м. Глубже 70 м уловы снижались и не превышали 60 кг/замет.

Вместе с тем, исследования, выполненные в конце сентября 1995 г., показали, что на границе Хайрюзовского и Северного Запретного района (57°00') на глубинах 85 – 95 м существовало достаточно плотное скопление со средним уловом 730 кг/замет и максимальным 1250 кг/замет. Оно не было обнаружено ни летом данного года, ни летом 1996 г. Поскольку для желтоперой камбалы характерны сезонные миграции (Моисеев, 1953; Фадеев, 1989), то, возможно, что обнаруженное скопление было образовано косяками, которые начали отход от берега, и конец сентября, таким образом, следует считать началом осенней миграции данного вида.

В широтном направлении средние размеры увеличивались с глубиной. В меридиональном направлении происходило сужение полосы, занимаемой молодью, к югу (рис. 6б). Вместе с тем, в отличие от наваги, различия между северным и южным районами обитания желтоперой камбалы были выражены в меньшей степени.

Как и для наваги, для желтоперой камбалы было характерно постепенное увеличение доли старших возрастных классов по мере возрастания глубины, однако даже на глубинах 40 – 49 м молодые особи все еще присутствовали, а в северном скоплении составляли большинство (рис. 7).

Таким образом, для желтоперой камбалы в летний период нельзя однозначно выделить диапазона глубин, который был бы оптимален для промысла, так как в области наибольших уловов значительную часть составляют представители младших возрастных классов. Поэтому представляется, что для данного вида ежегодные наблюдения с целью отслеживания динамики численности отдельных поколений представляются особенно актуальными.

В желудках желтоперой камбалы преобладают не переваренные остатки двусторчатых моллюсков спизул (*Macromeris polyplima*).

Желтоперая камбала в Охотском море образует несколько популяций вдоль Западного побережья Камчатки. Максимальные скопления обычно формируются вблизи холодных пятен (Моисеев, 1953), одно из которых находится в Хайрюзовском районе.

### *Четырехбугорчатая (желтобрюхая) камбала*

В районе бухты Квачина практически отсутствовала: средний улов составлял менее 1 кг за 30 минут траления.

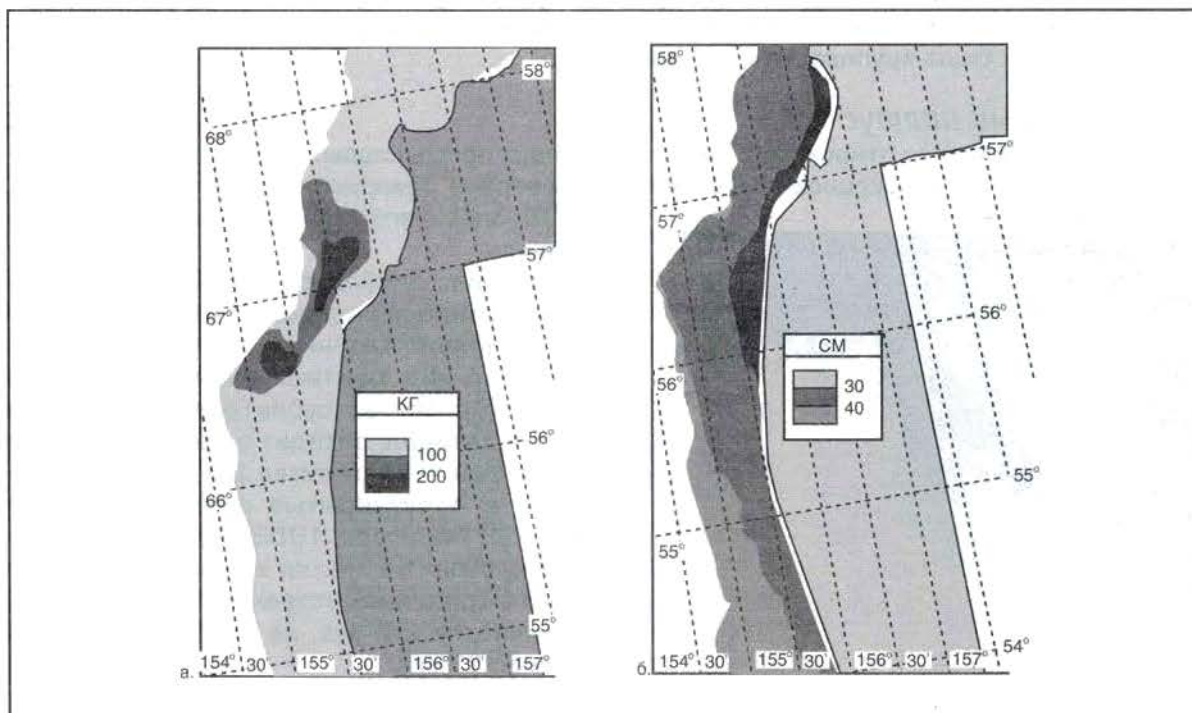
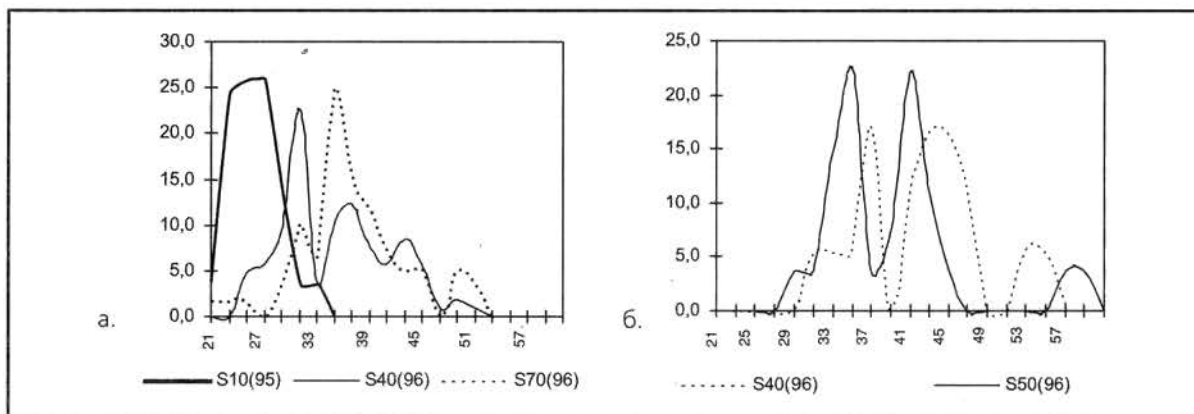


Рис.8. Распределение уловов (кг/замет) и средних размеров желтобрюхой камбалы



**Рис.9.** Размерная структура уловов четырехбугорчатой камбалы в северной (а) и южной (б) частях района исследований на разных глубинах по данным снорреводных съемок: S10(95) - 1995 г., глубины 10-19 м; S40(96), S50(96) и S70(96) - 1996 г., глубины 40-49, 50-59 и 70-79 м соответственно. По оси X - длина (см), по Y - частота встречаемости (%)

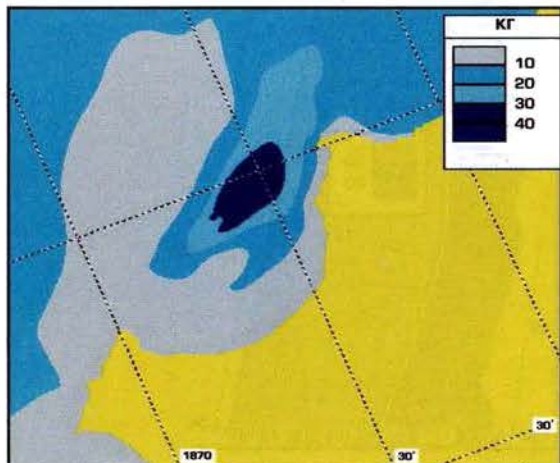
Южнее залива Шелихова карта распределения, составленная по данным станций, выполненных в 1996 г., позволяет выделить одно скопление со средними уловами выше 200 кг/замет, которое расположено в Хайрюзовском районе севернее  $56^{\circ}30'$  (рис. 8а). В пределах данного скопления наиболее высокие уловы были отмечены в диапазоне глубин 50 – 59 м. Глубже 70 м уловы снижались и не превышали 30 кг/замет.

Вместе с тем, исследования, выполненные в конце сентября 1995 г., показали, что на границе Хайрюзовского и Северного Запретного района ( $57^{\circ}00'$ ) на глубинах 85 – 95 м существовало достаточно плотное скопление со средним уловом 400 кг/замет и максимальным 600 кг/замет. Оно не было обнаружено ни летом данного года, ни летом 1996 г. Поскольку для 4-х бугорчатой камбалы, как и для желтоперой камбалы, характерны сезонные миграции (Моисеев, 1953; Фадеев, 1989), то, возможно, что обнаруженное скопление было образовано косяками, которые начали отход от берега, и конец сентября, таким образом, следует считать началом осенней миграции данного вида.

Как и для желтоперой камбалы, отмечена тенденция к увеличению средних размеров с глубиной, однако закономерности в изменениях вдоль изобат не являлись такими отчетливыми (рис. 8б): в районе Усть-Хайрюзово средние размеры возрастают в северном направлении, однако южнее, в Запретном и у Ичинском районах камбала на соответствующих глубинах была крупнее, чем на севере.

### Белокорый палтус

Белокорый палтус относится к числу ценнейших промысловых рыб. Наиболее многочислен палтус у тихоокеанского побережья Северной Америки. (Forrester, Alderdice, 1973). Здесь его промысел имеет давнюю историю.



**Рис.10.** Распределение уловов белогокорого палтуса (кг/замет)

Согласно опубликованным данным, северной границей распространения этого вида у западной Камчатки является м. Южный. Этот вид обитает преимущественно нижних горизонтах сублиторали и верхних отделах батииали, заходит однако на мелководные участки, достигая 20 – 30 м и проникает в полузакрытые заливы (Авачинская губа) (Моисеев, 1953). Вдоль западного побережья Камчатки в июле белокорый палтус в тралениях встречается, в среднем, в количестве 0,7 экз. на часовое траление (Фадеев, 1989).

В б. Квачина на глубине от 35 до 50 метров было найдено локальное скопление этого вида (рис. 10). На одно стандартное

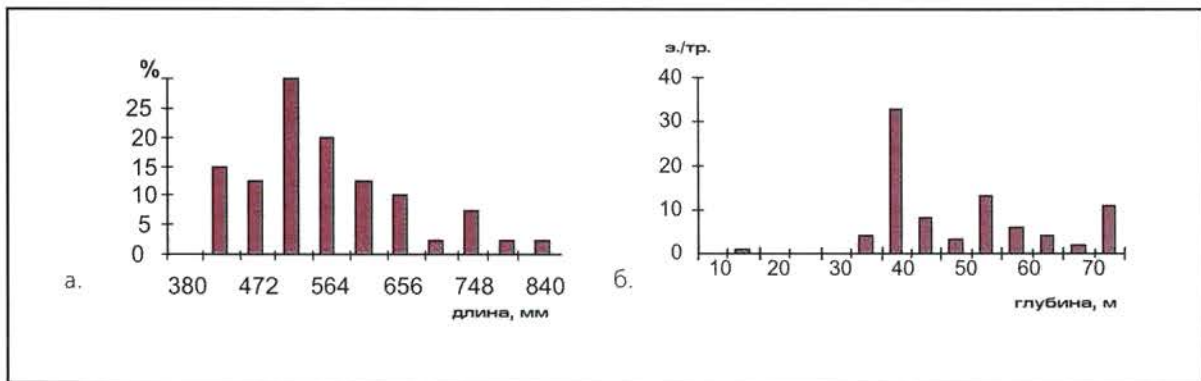


Рис 11. Размерный состав выборки белокорого палтуса (А) и частота встречаемости (экз./траление) на различных глубинах (Б)

траление приходилось от 14 до 33 экземпляров (рис. 11б.). Интересно, что уловы белокорого палтуса коррелировали с уловами углохвостой креветки, которая, судя по содержимому желудков, является одним из основных кормовых объектов. Максимальный улов палтуса (33 экз. при общей массе 100 кг) был отмечен в местах с максимальным уловом креветки (800 кг.).

Максимальная длина особи белокорого палтуса составляла 830 мм, минимальная – 395 мм, при средней в 545 мм. Наибольшей частотой встречаемости обладают особи, размеры которых лежали в диапазоне от 50 см до 60 см (рис. 11а.).

В бухте Квачина придонные водные массы теплее, чем в более южных районах Охотского моря. Это является результатом с одной стороны воздействия теплого течения из Тихого океана, а с другой стороны выделением эндогенного тепла земной коры, выделяемого из разломов. В результате устанавливается температурный режим наиболее благоприятный для белокорого палтуса (2° – 8°C).

Дно в бухте Квачина представлено валунно-галечным грунтом с расщелинами и разломами, которые заполнены илистыми осадками. Алевритово-глинистые диатомовые илы приносятся теплыми течениями из центральной части Охотского моря и частично выносятся пресными водами речки Квачина с материка. В результате этого в различных впадинах формируются песчано-илистые линзы. Здесь отмечено большое содержание органики в донных отложениях (Виноградова, 1969). При проведении тралений мы получали подтверждения наличия илистого субстрата по тому, что нижняя подбора у трала часто была в илу. В тоже время в крыльях трала было отмечено большое количество гидридов, которые обитают на галечнике или скалистом поднятии грунта. Именно на таких линзах, богатых органикой, обитает углохвостая креветка (*Pandalus goniurus*). Наибольшая численность особей белокорого палтуса в бухте Квачина хорошо коррелирует с максимальным скоплением углохвостой креветки, которой питается белокорый палтус. Можно предположить, что в северной прибрежной части Охотского моря белокорый палтус образует скопления на песчано-илистых линзах.

## Заключение

Подводя итоги по трем исследуемым районам в северной части западного побережья Камчатки, можно отметить следующие, что наиболее часто встречающиеся в прибрежной зоне северо-восточной части Охотского моря промысловые рыбы относятся к семействам: камбаловых, тресковых, бычковые.

По данным Н.С. Фадеева (1989) севернее м. Южного из камбаловых рыб распространены только палтусовидная камбала и камбала Надежного (*Acanthopsetta nadeshnyi* Schmidt). По результатам наших исследований следует, что помимо этих видов севернее этого участка встречаются такие: желтоперая, 4-х бугорчатая и звездчатая камбалы, но больших скоплений эти виды не образуют и в основном представлены неполовозрелыми особями. По-видимому, здесь обитают неполовозрелые особи, занос которых происходит с южных районов течением, идущим вдоль западного побережья Камчатки.

В бухте Квачина обнаружены ранее неизвестные значительные скопления белокорого палтуса.

## Литература

1. Андрияшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. Ленинград.
2. Борец Л.А., 1986. Отчет о научно поисковых работах, выполненных в июне–августе 1986 г. в Охотском море // Отчеты ТИНРО
3. Виноградова Т.Л., 1969. Органическое вещество в поверхностном слое осадков западного шельфа Камчатки и залива Щелихова // Труды ВНИРО т.65 с. 267–282
4. Гордеева К.Т., 1952 – О питании трески северной части Берингова моря. // Известия ТИНРО, т.37. с. 145–162.
5. Гордеева К.Т., 1955 – Питание трески в северо–восточной части Охотского моря весной 1952 года. // Известия ТИНРО, т. 43, с. 198–202.
6. Кобликов В.Н. и др., 1989. Отчет о научно поисковых работах, выполненных в апреле–сентябре 1989 г. в Охотском море // Отчеты ТИНРО
7. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей. –Изв. ТИНРО, 1953а, т.40, с.288.
8. Морошкин К.В. Водные массы Охотского моря. Наука, 1966. с.67.
9. Семенов Л.И. Некоторые вопросы динамики численности и естественного воспроизводства ямской популяции наваги *Eleginus gracilis* (Tilesius) Охотского моря. Вопросы ихтиологии, 1973, т.13, вып 6, с.1046–1055.
10. Удинцев Г.Б. Рельеф дна Охотского моря. –Труды ИО АН СССР. 1957, т.22.с.3–76.
11. Фадеев Н.С. Северо–тихоокеанские камбалы, Агропромиздат, 1989, с21–78.
12. Шунтов.Н.С. Биологические ресурсы Охотского моря. Агропромиздат, 1985. с.3–127.
13. Чернявский В.И. Циркуляция системы Охотского моря. Известия ТИНРО, 1981, т.105, с.13–19.
14. Forrester C.R., Alderdice D.E. Laboratory observations on Ealy Development of the Pacific Halibut. 1973.

## Краткие сообщения

### ПОЛЕВАЯ ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА МОРСКИХ ЕЖЕЙ

Переладов М.В.

При проведении работ по оценке запасов и расчётах допустимых объёмов изъятия морских гидробионтов одним из наиболее важных показателей состояния популяции изучаемого объекта является возраст отдельных особей.

Существует множество методик определения возраста гидробинтов, основным принципом которых является выявление и подсчёт колец различной плотности, образующихся в структуре организма в течение жизненного цикла под действием годовых колебаний температуры, стадий репродуктивного цикла, воздействия резких колебаний абиотических условий и прочих факторов, так или иначе меняющих скорость роста соматических тканей.

Для беспозвоночных с кальциевым скелетом и, в частности для морских ежей, также существует методика оценки возраста особей, основанная на подсчёте колец различной плотности, которые образуются на отдельных пластинках панциря в течение жизни.

Различия в размерах и плотности микрокристаллов кальцита, из которых сложен панцирь морских ежей происходит в основном под воздействием изменений температуры окружающей воды, что даёт основание рассматривать данные кольца как годовые, не принимая во внимание некоторые замедления в скорости роста пластин панциря в период активного роста генеративных органов (гонад).

Для подсчёта годовых колец и оценки возраста морских ежей существует классическая методика, основанная на предварительном прокрашивании специально обработанных пластин панциря ксилолом с последующим выжиганием на газовой горелке органического вещества, входящего в состав пластин панциря (Kawamura, 1973; Брыков, 1975). Данный метод даёт результаты с высокой степенью достоверности, однако связан с некоторыми практическими сложностями, которые заключаются в необходимости проводить исследование в оборудованной химической лаборатории. При проведении экспедиционных работ зачастую нет возможности организовать подобные работы, особенно при необходимости проведения массовых анализов разнообразных выборок.

При проведении работ по изучению запасов морских ежей, обитающих на прибрежных акваториях Юго-Западного Сахалина (ЮЗС), проводимых в рамках «Плана экспедиционных исследований малоизученных и недоиспользуемых объектов и районов промысла Дальневосточных морей» была разработана и проведена апробация упрощённой методики определения возраста морских ежей, основное отличие которой от классической заключается в том, что различия в кристаллической структуре пластин морских ежей оцениваются не по интенсивности окраски сожжённого органического вещества, а по различиях в оптической плотности колец микрокристаллического кальцита по мере высыхания пришлифованной пластины. В качестве регистрируемого параметра, определяющего различия в оптической плотности в данном случае взята разная степень насыщения водой участков с различной микроструктурой. Оптическая плотность фрагментов пластины тем выше, чем мельче кристаллы кальцита и, соответственно, чем больше воды они сохраняют в себе в процессе подсушивания пластины.

Сущность предлагаемой методики заключается в следующем:

- В качестве исходного материала для анализа могут быть взяты как живые морские ежи, так и панцири мёртвых морских ежей из штормовых выбросов.
- Для определения возраста берутся фрагменты, расположенные в верхней части панциря, т.е. в зоне, где кривизна поверхности панциря минимальна. Фрагмент для анализа должен включать в себя по меньшей мере 2 – 3 цельные пластины.
- Фрагмент панциря очищается от грязи, иголок и органических плёнок, промывается в пресной воде и шлифуется на точильном камне до образования ровной пло-

щадки, захватывающей по крайней мере часть пластины от центра до края. Для шлифовки лучше использовать мелкие бритвенные бруски класса «микрорунд». Шлифовка ведётся тонкими круговыми движениями в слое абразива с эмульгатором (мыло, шампунь, слюна) до полного выравнивания рабочей площадки.

- После шлифовки фрагмент панциря тщательно промывается от следов абразива, обсушивается на фильтровальной бумаге и помещается под бинокулярную лупу типа МБС-9.

- Анализ кристаллической структуры пластины проводится при увеличении 2x8 в узком косом потоке света от стандартного осветителя с максимально задиафрагмированным выходным отверстием на максимальной яркости.

- По мере высыхания пластины на её поверхности проявляются концентрические структуры, соответствующие зонам с различной плотностью кристаллов кальцита, подсчёт которых позволяет получить предварительные данные о возрасте изучаемой особи.

- Следует отметить, что период, когда на поверхности пластины можно увидеть кольца с неоднородным насыщением водой, достаточно короткий и зависит от температуры воздуха в лаборатории, влажности, мощности источника света и определённого навыка в постановке света, однако при достаточной практике этого вполне достаточно, чтобы просчитать годовые кольца.

Данный метод был успешно апробирован при проведении полевых работ на акватории ЮЗС при массовом анализе выборок морских ежей, взятых из разных районов.

Проведённые в течение 1993 – 1996 гг. работы по оценке размерно-возрастных характеристик популяции морских ежей *Strongylocentrotus intermedius*, обитающих на акватории Юго-Западного Сахалина показали, что время достижения морскими ежами промыслового размера (45 мм) варьирует в зависимости от гидрологических условий конкретного промыслового участка от 3 до 9 лет (табл. 1).

Таблица 1

акватория	водная масса	температура воды в летний период размера	возраст ежей товарного	макс. возр.
Шебунино	пята Макарова	4°C	9 лет	16
Невельск	Западно-Сахалинская	11°C	6 лет	12
Монерон	Цусимская	19°C	3 года	6

Предлагаемый метод обладает рядом преимуществ, по сравнению с традиционным:

- Экспрессность. При выборке 10 – 15 экз. время подготовки материала занимает 2 – 3 часа.

- Минимум необходимого оборудования.

- Возможность анализа материала штормовых выбросов при проведении рекогносцировочных работ, когда нет возможности водолазного отбора проб.

- Возможность последующего уточнения данных в лабораторных условиях, используя те же самые пластины.

### Список литературы

1. Брыков В.А. Об индивидуальном возрасте и продолжительности жизни некоторых видов морских ежей Японского моря, Биология моря, 1975, 2: стр. 39–44

2. Kawamura K. Fishery biological studies on a sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A.Agassiz), Scientific reports of Hokkaido fisheries experimental station, 1973, no. 16, pp. 1–54

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ АГРЕГАЦИЯХ КОЛЮЧЕГО КРАБА

Переладов М.В., Войдаков Е.В.

Известна способность десятиногих ракообразных в определённые фазы своего жизненного цикла образовывать агрегации с высокой плотностью. Имеются данные о скоплениях крабов стригунов, камчатских крабов, лангустов, плотность которых зачастую достигает таких высоких величин, что ракообразные располагаются на субстрате в несколько слоёв друг на друге.

Аналогичные скопления колючего краба (*Paralithodes brevipes*) были отмечены в прибрежной зоне юго-западного побережья о-ва Сахалин в 1994 – 1996 гг. в ходе проведения подводного ландшафтного картирования биоценозов сублиторали п-ва Крильонский.

### Материал и методика

Обследование сублиторали проводилось с использованием легководолазного снаряжения в диапазоне глубин от уреза воды до 10 – 15 м. Контрольный лов крабов производился в светлое время суток при волнении моря до 2 баллов, также с использованием водолазов. Облавливалась полоса прибрежных водорослей, прилегающая непосредственно к литоральной плите скального бенча, отдельные скальные поднятия обросшие водорослями и отстоящие от берега на расстоянии до 200 – 300 м, а также песчаные участки дна, покрытые растительным детритом.

На участках дна, сложенных чистым песком, предварительный учёт крабов вёлся непосредственно с борта моторной лодки. При отсутствии волнения это позволяло достоверно определять наличие и вид краба на глубинах до 7 – 8 м. При плохой видимости производился отлов всех встреченных крабов с последующим определением их видовой принадлежности на борту моторной лодки.

Скопления колючего краба отмечались ежегодно в период с апреля по июнь в двух биотопах: в зарослях бурых водорослей у уреза воды и на песчаных грунтах на глубине 3 – 5 м.

В зарослях бурых водорослей (*Laminaria*, *Alaria*, *Arthrotamnus*) средняя плотность колючего краба достигала 3 – 4 особей на м<sup>2</sup>. Отдельные скопления состояли из мелких агрегаций крабов, включающих 7 – 8 особей, расположенных непосредственно друг на друге. Расстояние между агрегациями составляло до 1 метра. Общая ширина скопления определялась наличием водорослей и не превышала 1 – 2,5 м при протяжённости до 12 – 15 м.

Соотношение самцов и самок в агрегациях составляло 1:1, 30% всех особей находилось на 1 стадии линьки, 50% – на второй и 20% – на четвертой. Отмечено обильное обрастание карапакса нелинявших крабов проростками бурых и красных водорослей и гидроидами.

Температура воды на поверхности в период регистрации скоплений колючего краба была 3 – 7°C. Размерный ряд особей в прибрежных скоплениях равномерный, от 32 до 128 мм с модальным размером ширины карапакса самцов – 82 мм и самок – 58 мм. 45% всех самок находилось на 1-й стадии линьки и несли на себе свежесформированную икру ярко-оранжевого цвета. Остальные самки находились на 2 и 4 стадии нереста в соотношении 30 : 25%, соответственно. Ширина карапакса самок варьировала от 30 до 85 мм.

Аналогичные скопления колючего краба в весенний период отмечались практически на всех участках литорали со скальными выходами южнее пос. Шебунино и до мыса Крильон, то есть в зоне проникновения холодных вод пятна Макарова.

Параллельно с проведением облова зарослей бурых водорослей проводилось визуальное обследование дна на глубинах 3 – 5 м в районе мыса Виндис. Отмечено, что 95%

обследованной акватории дна сложено чистым песком, 5% занимают выходы скал, заросшие ценозом бурых водорослей с доминированием *Alaria* sp. Плотность особей колючего краба на чистом песке значительно варьирует. Так на акватории одного из полигонов площадью порядка 4000 м<sup>2</sup> отмечено 2 особи самцов колючего краба с шириной карапакса 95 и 110 мм, соответственно, находящиеся на 4-й стадии линьки. При обследовании другого полигона на площади в 5000 м<sup>2</sup> отмечено 25 самцов промыслового размера. Соотношение самцов к самкам – 30:70%. Самцов, находящихся на 1 стадии линьки – 16%.

Кроме прибрежных скоплений агрегации колючего краба обнаружены на глубине 3.5 – 4 м в понижениях песчанного дна на расстоянии 100 – 150 м от уреза воды. Понижения дна были заполнены растительным детритом, имевшим толщину 20 – 30 см. Непосредственно в детрите обнаружены агрегации крабов, по 5 – 7 особей, сидящих друг на друге и с расстоянием между агрегациями 0,5 – 0,7 м. Диаметр скопления составлял 15 – 20 м. Соотношение самцов к самкам в скоплении 60:40, соответственно. Количество самцов, находящихся на 1-й стадии линьки – 12%. Размерный ряд и соотношение стадий линьки самцов и самок в целом повторяет значения, отмеченные для выборок с мелководья.

В отличие от малочисленных скоплений на мелководье, 11 июня 1995 г. при обследовании полигона близ мыса Виндис на общей площади в 3500 м<sup>2</sup> обнаружено пятно колючего краба, расположенное на глубине 3 – 3.5 м на ровном песчанном дне. На площади порядка 10 м<sup>2</sup> отмечено около 120-ти разноразмерных особей. Соотношение самцов и самок в скоплении – 60:40 %. Крабов с шириной карапакса менее 80 мм не отмечено. Температура воды у дна в районе обнаружения скопления краба – 7°C, горизонтальная видимость – 3 – 4 м. Количество самцов на 1-й стадии линьки – 6%. Общий вес самцов промыслового размера (с шириной карапакса более 100 мм) в скоплении составил 85 кг. Двигательная активность крабов в скоплении была незначительная. Брачное поведение не отмечено.

## Обсуждение

Колючий краб (*Paralithodes brevipes*) в общем балансе промысловых объектов прибрежного рыболовства занимает в настоящее время не очень значительный вес. Этот вид обитает на небольших глубинах в непосредственной близости от берега и в весенне-летний период концентрируется на сублиторали, где облавливаются местными жителями. В весенний период на акватории ЮЗС ежедневно вылавливалось ориентировочно от 150 до 300 экз. колючего краба, в основном мелкие непромысловые особи и икранные самки. Основной способ добычи крабов – применение разнообразных колющих предметов, которыми протыкается карапакс краба. При этом ловец не может определить среди зарослей водорослей пол и размер краба до того, как не извлечёт его на поверхность. Таким образом травмируется большое количество непромысловых особей, которые в массе отмечаются водолазами в местах активного лова. Специализированный промышленный лов колючего краба на акватории ЮЗС практически не ведётся и, соответственно, подробное изучение структуры популяции этого вида проводилось в очень ограниченном масштабе. Отдельные данные по структуре популяции колючего краба имеются лишь в материалах контрольных ловов волосатого и камчатского краба, проводившихся на сопредельных акваториях Татарского пролива и залива Анива. Один из выводов этих работ заключается в том, что распределение особей в популяции колючего краба имеет рассеянный характер и не образует промысловых скоплений.

Отмеченная в настоящем исследовании способность колючего краба образовывать плотные скопления на сублиторали позволяет несколько с другой точки зрения взглянуть на промысловое значение данного вида. Наличие скоплений крабов с промысловой биомассой в несколько сот килограмм делает этот вид привлекательным не только для любительского лова, но и для промышленного облова бригадами прибрежного рыболовства, использующих маломерный флот и лёгководолазную технику. В период образования скоплений колючий краб может добываться как самостоятельный объект параллельно с промыслом морского ежа и добычей морской капусты.

## ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОСЪЕМКИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

Ванюшин Г.П.

На основе данных космической съемки, являющихся документальными материалами, могут решаться следующие народнохозяйственные и научно-прикладные задачи:

- определение геологических структур, глубинных разломов и других геобразований, позволяющих более целенаправленно проводить разведку полезных ископаемых;
- выявление газонефтеносных структур, позволяющих проводить уточнение площадей месторождений нефти, газа-конденсата;
- геолого-поисковые работы на шельфе и в прибрежной зоне;
- определение ущерба от лесных и тундровых пожаров, количественное определение площадей гарей;
- определение состояния лесных массивов, в т. ч. площадей вырубок леса и лесных насаждений;
- помощь в оценке площадей и биомассы подводной растительности в зоне мелководий шельфа (до глубин около 10 м);
- оценка эрозионного состояния почвы в агрорегионах, ее засоленности;
- проведение мониторинга и инвентаризации земельных угодий по основным регионам хозяйственной деятельности;
- определение запаса зеленой массы пастбищной и полупустынной растительности;
- картирование географических ландшафтов, контроль их динамики;
- построение цифровых карт суши, мелководий шельфа и водной поверхности по материалам многоспектральной съемки для получения синтезированных цветных изображений.

В настоящее время для потенциальных потребителей материалов космифотосъемки используются следующие космические аппараты: «Ресурс-Ф1», «Ресурс-Ф2», 17Ф116, а также модуль орбитальной пилотируемой станции «Мир».

### Основные технические характеристики используемых космических аппаратов

1. Космический аппарат «Ресурс-Ф1» оснащен блоком из 3-х ориентированных веером (поперек маршрута съемок) фотоаппаратов СА-20М для проведения спектрально-зонных съемок (масштаб 1:240 000):

фокусное расстояние объектива	1000 мм
размер кадра	300x300 мм
продольное перекрытие снимков	60 %
ширина полосы захвата 3-мя аппаратами	0,9Н
высота съемки (Н)	240 км
ресурс пленки	580 пог. м
разрешение на местности	7 – 8 м
спектральный диапазон	570 – 800 нм
наклонение орбиты (i)	62°

Кроме того, спутник оснащен одним одноканальным фотоаппаратом СА-34 для координатной привязки спектрально-зонных снимков.

2. Космический аппарат «Ресурс – Ф2» оснащен одним четырехканальным фотоаппаратом СА-М (каналы ориентированы параллельно) для проведения тремя каналами (1,

2, 3) многозональной съемки и одним каналом (5) – спектрозональной съемки (масштаб 1:800 000):

фокусное расстояние объектива	300 мм
размер кадра	180x180 мм
продольное перекрытие снимков	60 %
ширина полосы захвата 3-мя аппаратами	0,6Н
высота съемки (Н)	240 км
ресурс пленки	500 пог. м
разрешение на местности	8 – 12 м
спектральные диапазоны по каналам (нм):	1 к-л 640 ± 15 – 690 ± 15
	2 к-л 810 ± 15 – 860 ± 15
	3 к-л 515 ± 20 – 565 ± 20
	5 к-л 610 ± 15 – 750 ± 15
наклонение орбиты (i)	82°

3. Космический аппарат 17Ф116 оснащен блоком из 2-х ориентированных веером (поперек маршрута съемок) фотоаппаратов для проведения маршрутной черно-белой интегральной, крупномасштабной съемки (масштаб 1:90 000), разрешение на местности 2 – 3 м.

4. Орбитальная пилотируемая станция «Мир» оснащена двумя фотоаппаратами КФА-1000, используемая фотопленка спектрозональная и черно-белая, пространственное разрешение 10 – 12 м и 6 – 8 м соответственно, захват кадра 120x120 км, суммарная полоса захвата 240 км; многозональной камерой МКФ-6МА, снимающей в видимой и инфракрасной зонах спектра шириной до 6 нм, с пространственным разрешением около 30 м, захват кадра 260 км; широтный пояс (53° при съемке в надир и (55° для панорамных съемок).

Потенциальный заказчик космической информации рыбной отрасли должен составить заявку на съемку (передав ее во ВНИРО) с указанием времени съемки, разрешения, типа аппарата, вида съемки (черно-белая или спектрозональная), координат региона, масштаба и вида выходных фотоматериалов (снимки, фотосхемы, фотокарты) и других необходимых требований. Заявки рассматриваются в подсекции «Формирование и выполнение штатных программ съемок поверхности Земли по заявкам потребителей на основе рационального сочетания пилотируемых и автоматических космических комплексов» в составе Координационного научно-технического Совета Российского космического агентства, которая занимается утверждением сформированной программы съемок. Производится расчет стоимости и определение сроков выполнения съемок, заказчику высылается договор на съемку. С получением от заказчика утвержденного договора обеспечивается его своевременное выполнение.

За время более двух десятилетий космофотосъемок с отечественных ИСЗ создан обширный архив фотоматериалов на все регионы Российской Федерации. Потребитель может подобрать для себя в центральном архиве (Госцентр «Природа» г. Москва) любой интересующей его фотоматериал в автоматизированном режиме поиска, просмотреть, оценить и заказать производную фотопroduкцию.

