



---

1998

ТОМ 44

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО  
В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ  
И МИРОВОМ ОКЕАНЕ**

КЕРЧЬ  
1998

# ТРУДЫ

ЮЖНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА МОРСКОГО РЫБНОГО  
ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ЮГНИРО)



1998

ТОМ 44

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ И МИРОВОМ ОКЕАНЕ

КЕРЧЬ  
1998

**Главный редактор**  
доктор биологических наук  
**Е.П. Губанов**

**Редакционная коллегия:**

кандидат биологических наук И.И. Серобаба,  
доктор географических наук В.А. Брянцев,  
доктор биологических наук В.Е. Заика,  
доктор географических наук А.А. Елизаров,  
доктор технических наук В.П. Карпенко,  
кандидат биологических наук В.А. Будниченко,  
кандидат биологических наук В.А. Шляхов,  
Е.В. Романов, Н.А. Лебедева

**Editor-in-chief**  
Fellow (Biology)  
**E.P. Gubanov**

**Editor Board:**

Ph. D. (Biology) I.I. Serobaba  
Fellow (Geography) V.A. Bryantsev,  
Fellow (Biology) V.E. Zaika,  
Fellow (Geography) A.A. Elizarov,  
Fellow (Technics) V.P. Karpenko,  
Ph. D. (Biology) V.A. Budnichenko,  
Ph. D. (Biology) V.A. Shlyakhov,  
E.V. Romanov, N.A. Lebedeva

**© АВТОРСКОЕ ПРАВО**

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо её части любым способом принадлежит ЮгНИРО.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу: 334500 Украина, Автономная Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2, ЮгНИРО.

Телефоны: (06561) 2-92-32, 2-10-65

Факс: (06561) 2-15-72

Телекс: 187125 KRTV SU TETIS

E-mail: POSTMASTER@UGNIRO.CRIMEA.UA

---

Подписано к печати 16.10.98. Объём 19,9 усл.-печ. л. Тираж 300 экз. Заказ № 26.

---

® 1998 Издательский Центр Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

УДК 001.89(262.5)(26)

**Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане.** — Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 1998, 236 с.

Представлены результаты комплексных исследований ЮгНИРО состояния морских экосистем, сырьевой базы, уровня промысловой продуктивности водоемов и перспективы использования живых ресурсов Азово-Черноморского бассейна и некоторых районов Индийского океана, перспективных для рыболовного флота Украины.

Дана оценка антропогенного влияния на биоценозы и популяции основных промысловых объектов.

Рассмотрены особенности применения искусственных рифов-биофильтраторов в Азовском море и проблемы развития осетроводства.

**The main results of YugNIRO complex researches in the Azov-Black Sea Region and the World Ocean.** — 1998. YugNIRO Publishers', Kerch: 236 p.

The results of YugNIRO complex studies concerning the state of marine ecosystems, resources, the level of fish productivity of water bodies and prospects in utilization of living resources in the Azov and Black Seas and in some areas of the Indian Ocean promising for the Ukrainian fisheries were represented.

The assessment of anthropogenic impact on biocenoses and populations of dominant target species was given.

The specific features in application of artificial reefs-biofilters in the Sea of Azov and problems in sturgeon farming development were reviewed.

Е.П. ГУБАНОВ, И.И. СЕРОБАБА, Т.И. ФУРСА  
**ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ЮГНИРО В 1997 ГОДУ**

В данной работе приведены итоги научной деятельности ЮгНИРО в 1997 году. Рассмотрены результаты решения фундаментальных и прикладных вопросов научного обеспечения функционирования и развития морского рыболовного комплекса Украины.

Приведены сведения об экологическом состоянии морских экосистем, сырьевой базе рыболовства, уровнях промысловой продуктивности водоемов и перспективах использования живых ресурсов Азовского и Черного морей и других районов Мирового океана, представляющих интерес для рыболовного флота Украины. Рассмотрены вопросы развития марикультуры и перспективы использования гидробионтов для получения продукции различного назначения. Проанализированы организационные проблемы отраслевых исследований и научного обеспечения работы промышленности.

В 1997 г. деятельность ЮгНИРО и его отделений была направлена на научное обеспечение развития морского рыболовного комплекса Украины. Коллективом института решались как фундаментальные, так и научно-прикладные вопросы, которые согласуются с задачами, определенными Программой действий Правительства Украины на 1997-2001 гг., где главными приоритетами определены вопросы продовольствия и здоровья людей.

Основная часть сырьевых и природоохранных исследований осуществлялась в рамках Отраслевой программы научно-технического обеспечения предприятий Госкомрыбхоза Украины на 1997 г. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по марикультуре и технологическим направлениям выполнялись в основном по заказу Миннауки Украины в рамках программы "Рыбное хозяйство", входящей в состав Национальной программы исследований и использования ресурсов Азо-во-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана на период до 2000 г.

В 1997 г. исследования ЮгНИРО велись по следующим основным научным направлениям:

- комплексное изучение морских живых ресурсов и разработка научных основ рационального рыболовства — сырьевые исследования;
- экологический контроль за состоянием морских экосистем, разработка научных основ охраны водоемов от загрязнения и оценка антропогенного влияния — природоохранные исследования;
- разработка и совершенствование методов повышения промысловой продуктивности водоемов путем развития марикультуры — исследования в области марикультуры;
- разработка технологии производства пищевых и кормовых продуктов, лечебно-профилактических и лекарственных препаратов — технологические исследования.

Ниже приводятся наиболее важные научно-практические результаты по итогам работы ЮгНИРО в 1997 г.

### **СЫРЬЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В рамках этого главного направления своей деятельности ЮгНИРО ежегодно разрабатывает и передает промышленности для внедрения прогнозы возможного вылова промысловых объектов в Черном и Азовском морях и Мировом океане (в районах работы флота Украины) с двухгодичной, годичной, квартальной и месячной заблаговременностью, а также прогнозы промобстановки по хамсе и тюльке на предстоящую пущину.

С применением комплексного подхода к анализу развития физических и биологических процессов разработан долгосрочный прогноз возможного вылова промысловых рыб, беспозвоночных и водорослей в Азово-Черноморском бассейне на 1999 г. в объеме 133,3 тыс. т. Определен доступный для флота Украины резерв рыболовства в Мировом океане на 1999 г. на уровне 1279-1340 тыс. т, в том числе в экономзонах — 984-1045 и открытых водах — 295 тыс. т. Даны рекомендации по возможному вылову рыб, промысловых беспозвоночных и водорослей в наиболее перспективных районах промысла.

Одним из важных моментов в деятельности ЮгНИРО в 1997 г. является участие института в разработке и реализации программы Первой Украинской морской антарктической экспедиции, в составе которой были пять ведущих специалистов ЮгНИРО, в том числе и руководитель экспедиции В.А. Бибик.

Для Азово-Черноморского бассейна подготовлены биологические обоснования лимитов вылова промысловых объектов и режима промысла на 1998 г. Кроме того, институт осуществлял оперативное управление реализацией прогнозов вылова рыб в 1997 г.

В Черном море на 1999 г. прогнозируются следующие объемы вылова: рыбы — 88,4, моллюсков — 4,4, филлофоры — 10, прочих нерыбных объектов — 1 тыс. т; в Азовском море: рыбы — 29,2, нерыбных объектов — 0,3 тыс. т.

В 1997 г. запас азовской хамсы оценен в 120 тыс. т, что почти в 3 раза выше, чем в 1996 г., запас азовской тюльки составил 260 тыс. т и превзошел уровень 1996 г. более чем в 2 раза. Отмечена тенденция увеличения численности пиленгаса и судака в Азовском море, а также азово-черноморских кефалей.

В то же время в 1997 г. уменьшилась численность черноморских и азовских популяций осетровых, в депрессивном состоянии находятся популяции черноморской ставриды, азовских бычков и некоторых других рыб.

В Азовском море по-прежнему отмечается существенное воздействие гребневика мнемиописса на кормовую базу промысловых планктоядных рыб. Так, в результате пищевой конкуренции азовской хамсы с гребневиком в 1997 г. ярко проявились изменения в ее миграционном поведении во время хода через Керченский пролив, выразившиеся в отсутствии промысловых скоплений, пригодных для результативного облова.

По данным учетных съемок Азовского отделения ЮгНИРО популяции азовского калкана и азовских бычков продолжают находиться в депрессивном состоянии. В то же время тенденция увеличения численности судака в Азовском море сохраняется, и в 1998-1999 гг. ожидается дальнейший рост его запасов, что позволяет довести ОДУ в 1999 г. до 5,8 тыс. т.

Одесским отделением ЮгНИРО определен ВДУ Украины по основным промысловым объектам северо-западного Причерноморья на 1999 г. в следующих объемах: в реке Дунай и придунайских озерах — 3,7, оз. Сасык — 0,5, лиманах — 1,2, в низовьях Днестра и Днестровском лимане — 0,9 тыс. т.

Материалы бентосных съемок, выполненных в летне-осенний период 1997 г. в районе Керченского предпроливья и у западных берегов Крыма, подтвердили данные предшествующих лет о высоком уровне запасов рапаны, которые оцениваются примерно в 12 тыс. т. Допустимый объем промыслового изъятия рапаны в 1998-1999 гг. может составлять 4,2 тыс. т ежегодно.

Промысловый запас мидий на банке "Межводное" в 1997 г. составлял 20 тыс. т, а допустимый объем изъятия в 1998-1999 гг. рекомендуется на уровне 2 тыс. т.

Запас филлофоры на северо-западном шельфе Черного моря (на поле Зернова) определен в 230 тыс. т, в Каркинитском заливе — 180 тыс. т. С учетом плотности поселений филлофоры на промысловых участках ОДУ на 1998-1999 гг. прогнозируется в количестве 22 тыс. т, в т.ч. на поле Зернова — 10 и в Каркинитском заливе — 12 тыс. т, а ВДУ — 10 тыс. т, поскольку реально добычу филлофоры Украина ведет только на поле Зернова.

За пределами Азово-Черноморского бассейна наибольший интерес для рыбной промышленности Украины представляют биоресурсы экономзон центральной и южной частей Атлантического океана, возможный вылов в которых оценивается на уровне 766-827 тыс. т. В экономзонах Индийского океана возможный вылов составляет 143, Тихом океане (Новая Зеландия) — 40 тыс. т.

В открытых водах наиболее перспективен промысел в Южной Атлантике, где может быть добыто 82-115 тыс. т рыбы и промбеспозвоночных. В открытых водах Индийского океана вылов Украины ожидается на уровне 93-96, а в открытых водах Тихого океана (южная часть) — 120 тыс. т.

В Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА) основными районами, перспективными для работы украинского флота в 1999 г., остаются экономзоны Марокко (Южное Марокко), Мавритании и Сенегала. В водах Южного Марокко возможный вылов оценивается в объеме 235, Мавритании — 150-200, Сенегала — 20 тыс. т. В этих зонах высокоэффективен как траловый, так и кошельковый лов. Объекты промысла — европейская сардина, ставрида, восточная скумбрия, круглая и плоская сардинеллы.

В экономзонах Гвинеи-Бисау возможный вылов планируется в объеме 30-40 тыс. т, Гвинеи-(Конакри) — 50, Сьерра-Леоне — 145 тыс. т. В этих экономзонах наиболее эффективным будет использование средне- и малотоннажного тралового и сейнерного (кошелькового) флота, т.к. основные промысловые объекты (сардинеллы, ставриды, каранксы) распределяются на малых глубинах.

В Юго-Восточной Атлантике (ЮВА) наибольший интерес представляют биоресурсы экономзон Анголы и Намибии, где годовая добыча рыбы прогнозируется в объемах 75 и 90 тыс. т соответственно. В зоне Анголы при траловом промысле основу уловов составит ставрида, при кошельковом — сардинеллы. В зоне Намибии промысел будет базироваться на добыче капской ставриды за пределами 200-метровой изобаты, на банках Китового хребта (открытые воды ЮВА), а промысел берикса и кабан-рыбы с использованием крупно- и среднетоннажного флота возможен в течение всего года с планируемым объемом добычи 3-5 тыс. т.

В Юго-Западной Атлантике (ЮЗА) промысел кальмара иллекса возможен в экономзонах Аргентины и Великобритании (Фолклендские острова) и в открытых водах, прилегающих к южной части экономзоны — Аргентинском подрайоне. Вылов этого объекта в зоне Аргентины планируется в объеме 5 тыс. т, районе Фолклендских островов — 1,5-2, Аргентинском подрайоне — 4-5 тыс. т. В водах Аргентины и Фолклендских островов можно вести только ярусный лов, в Аргентинском подрайоне — как траловый, так и ярусный. Промысел наиболее эффективен в зоне Аргентины с февраля по май, у Фолклендских островов — в январе-июне, в Аргентинском подрайоне — с декабря по апрель.

На акватории Индийского океана возможна организация украинского тралового промысла в экономзонах Йеменской Республики (в Аденском заливе), Сомали, Пакистана и Мозамбика, а в открытых водах — в Аравийском море и на банках Западно-Индийского хребта.

В водах экономзоны Йеменской Республики возможный вылов оценивается на уровне 65 тыс. т, основу которого составят восточная скумбрия, сардинелла и донные рыбы. Возможна организация специализированного промысла глубоководных креветок и лангустов, а также каракатицы. Траловый промысел восточной скумбрии, донных рыб и глубоководных ракообразных в экономзоне Сомали должен обеспечить годовой вылов не менее 20 тыс. т. В пределах экономзоны Мозамбика планируемый объем добычи рыбы (ставрида и донные рыбы) составляет 10 тыс. т и около 1 тыс. т глубоководной креветки, для облова которых рекомендуется использовать средне- и малотоннажный флот. Промысел в водах Пакистана возможен только на нижней кромке шельфа и материковом склоне, т.к. правительство страны ввело запрет на лов иностранными судами основных объектов промысла — демерсальных рыб. В целом вылов Украины в водах Пакистана мог бы достичь 45 тыс. т.

В открытых водах западной части Индийского океана реальным районом промысла являются банки Западно-Индийского хребта, где возможный годовой вылов оценивается в 4,0 тыс. т берикса, красноглазки и масляной рыбы и 0,1 тыс. т скальных лангустов. На акватории Аравийского моря возможна организация добычи пурпурного кальмара в объеме 20 тыс. т и тунцов в объеме 12 тыс. т при условии оборудования среднетоннажных судов электромеханическими удами и постройки специализированных тунцеловных сейнеров.

В экономзоне Новой Зеландии возможный вылов Украины оценивается в объеме 40 тыс. т, в т.ч. рыбы (в основном макруронуса, ставриды, южной путассу и снэка) — 30 и кальмара 10 тыс. т. В экономзоне Новой Зеландии запасы некоторых объектов (новозеландский макруронус, снэк, сериолелла, берикс, солнечник) недоиспользуются, и в случае решения вопроса их реализации они могли бы значительно стабилизировать ход промысла.

Имеются хорошие перспективы для работы рыбодобывающего флота Украины в открытых водах ЮВТО и ЮЗТО на промысле перуанской ставриды, запасы которой из-за отсутствия промысла в последние пять лет находятся в хорошем состоянии. Общий объем добычи здесь может составить 120 тыс. т (100 — в ЮВТО и 20 — в ЮЗТО), в т.ч. ставриды — 110 тыс. т, сардины и скумбрии — по 5 тыс. т.

В антарктической части Атлантики выделены характерные для летнего периода 1997 г. особенности структуры и циркуляции вод, осуществлен расчет потенциальной первичной продукции этого региона. Впервые подготовлена детальная среднемноголетняя карта положения главных океанографических фронтов и их разделов в регионе индийского сектора Южного океана, в результате чего получены зависимости

поведения различных промысловых объектов, позволяющие уточнять промысловые прогнозы с заблаговременностью в 1-2 года.

Гидробиологические материалы, собранные в ходе выполнения Первой Украинской антарктической экспедиции, позволили установить уровень развития планктонного сообщества в промысловых районах и оценить негативные последствия трансформации пелагической экосистемы. Средние биомассы фитопланктона и зоопланктона (соответственно 195 и 52 мг/м<sup>3</sup>) оказались на уровне среднемноголетних для данного периода.

Величина возможного допустимого улова (ВДУ) патагонского клыкача в районе о-вов Кергелен определена для украинских судов в объеме 1,0-1,5 тыс. т. ВДУ щуковидной белокровки на банке "Скиф" оценен в 2,3 тыс. т. ВДУ криля в основных подрайонах его промысла в АЧА прогнозируется в объеме 550-700 тыс. т, в т.ч.: в подрайоне 48.1 — 200-250, в подрайоне 48.2 — 100-150 и в подрайоне 48.3 — 250-300 тыс. т. Возможный вылов криля Украиной при выставлении 5 крупнотоннажных судов (РКТС и БАТМ) составит 100-110 тыс. т. Суточные нагрузки вероятны в пределах 110-130 т для периода с февраля по август и 40-70 т — для периода с ноября по январь и в первой половине сентября.

### **ПРИРОДООХРАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Природоохранный комплекс работ ЮгНИРО включал в себя оценку воздействия на окружающую среду функционирующих и проектируемых народнохозяйственных объектов и других видов хозяйственной деятельности человека.

Установлен механизм негативного антропогенного воздействия на экосистему Черного и Азовского морей при отъеме и сезонном распределении речного стока в зависимости от погодных условий. Заморные явления на северо-западном шельфе Черного моря наблюдаются при пониженной водности и юго-западных атмосферных переносах. Заморные явления в этом районе приводят к постоянному омоложению донных сообществ, восстанавливющихся после нормализации кислородного режима, тогда как заиление обширных участков дна приводит к полной трансформации биоценозов.

В результате исследований также установлено, что загрязнение воды и грунта в районах разведки и эксплуатации нефтегазовых месторождений на северо-западном шельфе Черного моря ограничивается зонами работ на морских стационарных платформах и не проявляется на расстоянии более одной мили.

Специалистами ЮгНИРО проанализированы и обобщены многолетние данные по оценке состояния популяции гребневика мнемиописса и влиянию его на промысловую биоту Азово-Черноморского бассейна, а также приведены направления возможного биологического воздействия на численность популяций гребневика в этом регионе.

Институт в течение ряда лет осуществлял исследования влияния трапового лова пиленгаса в Азовском море на донные биоценозы, анализ результатов которых позволил установить степень его воздействия, сопоставимую в непосредственных районах промысла по масштабам с негативным влиянием природных факторов. Однако в связи с переосаждением илов отмечена трансформация донных биоценозов в других продуктивных районах, что указывает на общую отрицательную роль трапового промысла в Азовском море.

Данные о современном состоянии морских экосистем Азово-Черноморья и проблемах их сохранения и обеспечения устойчивого развития использованы ЮгНИРО при разработке предложений к Национальному

стратегическому плану защиты Черного моря (Минэкобезопасности Украины).

### **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МАРИКУЛЬТУРЫ**

В 1997 г. институтом проведены работы по внедрению разработанной ЮгНИРО биотехнологии искусственного воспроизведения кефали пиленгаса с использованием рециркуляционных систем для стабилизации термо-гидрохимических параметров среды на Палиевском рыбопитомнике Одесского облрыбкомбината и специализированном рыбопитомнике Хозрасчетного территориального межрайонного объединения (ХТМО), где было получено около 1 млн. экз. жизнестойкой молоди, выпущенной в Хаджибейский и Шаболатский лиманы.

В этом же году на питомнике ХТМО начаты работы по внедрению биотехнологии воспроизведения черноморской камбалы-калкана, в ходе которых получена опытная партия жизнестойкой молоди этого вида.

На научно-производственной базе ЮгНИРО выполнен комплекс исследований по индуцированию созревания, инкубации икры и выращиванию личинок кефали пиленгаса. Получено 11 партий икры от производителей, инъецированных гомопластическими гипофизами и синтетическим гормональным препаратом — сурфагоном. В опытах с последним препаратом получены обнадеживающие результаты — в ходе инъекции созрело 67% опытных рыб, от которых получена икра высокого рыбоводного качества (80% оплодотворения), что свидетельствует о перспективности применения сурфагона для практических целей. Выращивание личинок кефалей в замкнутой рециркуляционной установке позволило к осени получить свыше 1000 экз. сеголетков рыб.

Совместно с Азовским и Одесским отделениями института разработаны основные положения и первый вариант украинской целевой отраслевой программы “Осетр”.

Завершено опытно-промышленное выращивание мидий на гидробиотехнических сооружениях (ГБТС) — коллекторах-носителях непрерывного типа, установленных в 1995-1996 гг. в Керченском проливе. По состоянию на сентябрь 1997 г. основные показатели — численность и биомасса в среднем составляли соответственно 365 экз./м и 3,47 кг/м на ГБТС 1995 г. постановки, 5041 экз./м и 5,74 кг/м на коллекторах, установленных в 1996 г. Основу урожая составляли мидии модальной группы 50-55 мм, суммарная биомасса ориентировочно оценивается в 35 т. Проведен частичный сбор урожая в количестве 1 т. В отчетном году дополнительно установлено 89 ед. ГБТС. Численность мидий на коллекторах варьировала от 6 до 8,4 тыс. экз./м, биомасса — 1,8-3,3 кг/м. В 1998 г. можно ожидать урожай в объеме 65 т.

На основе исследований количественной взаимосвязи биомассы мидий стаковой организмов обрастателей выявлена высокая отрицательная корреляция между указанными параметрами, что свидетельствует о доминирующей роли мидий в формировании ценоза обрастания на коллекторах.

Заложена новая мидийная ферма мощностью 70 т.

В 1997 г. продолжались работы по опытно-промышленному культивированию микроводоросли спирулины. Однако из-за неблагоприятных гидрометеорологических условий (понижение температуры воздуха и инсоляция) биопродуктивность спирулины снизилась примерно в 5 раз и в среднем составила  $7 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ . В ходе работ было получено 3,0 кг сухо-воздушной массы.

В результате исследований динамики потребления спирулой основных элементов питания — солей азота и фосфора — в зависимости от

абиотических факторов среды обнаружена связь продуктивности и потребления биогенов с уровнем освещенности.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты исследований по разработке научных основ рационального использования сырья, получаемого из гидробионтов, позволили приступить к их практическому использованию.

Так, разработанная ранее технология производства лечебно-профилактической пищевой добавки БИПОЛАН из культивируемых мидий освоена технологическим экспериментальным участком ЮгНИРО. В 1997 г. переработано 5,1 т мидий и изготовлено 400 лечебных доз препарата, которые направлены на клиническую апробацию. С целью увеличения производительности участка был усовершенствован ряд узлов экспериментальной линии — моечная машина, конвейер подачи сырья, устройство для удаления межстворчатой жидкости и дробилка. В результате мощность линии возросла до 500 кг/час. Однако узким местом остается процесс тонкопленочного вакуумного упаривания гидролизата.

Результаты клинических испытаний БИПОЛАНа, проведенные в Институте микробиологии им. Мечникова (г. Харьков), в УкрНИИфтизиатрии и пульманологии, Харьковском НИИ медицинской радиологии, в детской клинической больнице г. Симферополя, позволяют рекомендовать его применение при лечении дифтерии, хронических бронхитов, лучевых патологий, различных заболеваний щитовидной железы и др.

Разработана технология получения нового препарата из гонад рапаны, представляющего собой комплекс фосфолипидов и обладающего сурфакантным, антиоксидантным и мембраностимулирующим действием.

Разработана технология и аппаратурная схема выделения биогликанов из вод термообработки мидий, рапаны и их экстрактов, обладающих антиоксидантными свойствами и способных модулировать процессы перекисного окисления липидов в клетках крови и живых организмов и обеспечивать мембранопротекторное, антианемическое и кроветворное действие.

По научно-технической документации на "Крекер из морепродуктов, крекер мясной", разработанной ЮгНИРО в предыдущие годы, Керченским консервным заводом освоен выпуск этой продукции, пользующейся спросом у населения. В 1996-1997 гг. реализовано более 2 т крекера сушеного и более 2 т крекера жареного.

Группой стандартизации института в отчетном году разработаны 6 ТУ на различные виды продукции и инструкция по упаковке пищевой продукции из гидробионтов в пакеты и вкладыши из полимерных материалов.

\* \* \* \* \*

Как видно из вышеизложенного, в соответствии с тематическим планом, научными программами, финансовыми и материально-техническими возможностями институт выполнял мониторинговые исследования состояния морских экосистем и сырьевых базы рыболовства Украины, вел работы в области повышения промысловой продуктивности водоемов, рационального использования морского сырья и охраны природных экосистем, принимал участие в разработке отраслевых стандартов и другой нормативно-законодательной документации, а также подготовке предложений по формированию основных принципов политики страны в области международного сотрудничества по рыбному хозяйству.

Результаты научно-технических разработок ЮгНИРО будут положены в основу рекомендаций по оптимизации деятельности промышленности. Однако приходится констатировать общую неадекватность информационной и материально-технической обеспеченности исследований решаемым отраслевой наукой задачам, из-за чего снижается качество многих традиционно выполняемых работ. В частности, исследований, связанных с контролем за динамикой процессов перестройки морских экосистем, происходящих под воздействием естественных и антропогенных факторов. В связи с чем недостаточно изучены роль и место в экосистемах Азовского и Черного морей новых вселенцев — гребневика мнемиописса и пиленгаса. Очевидно необходимо усилить экологические и биоценологические исследования, связанные с изучением влияния этих нетрадиционных для Азово-Черноморских биоценозов гидробионтов.

Финансовые трудности отчетного периода стали уже хроническими (ежегодное сокращение финансирования на морские исследования, ограниченность средств на технологические исследования и работы в области марикультуры, отсутствие соответствующей опытно-экспериментальной базы, капвложений и др.) и повторяются из года в год.

Без финансовой поддержки оказались инновационные проекты ЮгНИРО “Керчьтехнополис” и “Лекарственные препараты”, как и ряд других проектов государственной программы “Рыбное хозяйство”, являющейся главной стержневой структурой Национальной программы исследований и использования ресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана на период до 2000 года.

Не решен ряд и организационных вопросов, в т.ч. связанных с предоставлением институту статуса морского рыбохозяйственного научного центра Украины и определением правового механизма использования наблюдателей ЮгНИРО на промысловых судах организаций различных форм собственности.

Не углубляясь в детали нерешаемых вопросов, следует еще раз подчеркнуть, что современное положение дел с финансовой и материально-технической поддержкой рыболовных исследований ЮгНИРО ограничивает возможности отраслевой науки, что непосредственно отражается на качестве научного обеспечения деятельности и развития рыбного хозяйства Украины.

В связи с изложенным следует подчеркнуть важность государственной поддержки рыболовной науки Украины как морской рыболовной державы, выполняющей обязательства государства флага. Для обеспечения достаточной трудоспособности ЮгНИРО необходимы:

- активная финансовая поддержка из бюджетных источников основных направлений исследований (включая оплату экспедиций);
- использование других небюджетных форм финансирования;
- расширение и обновление материально-технической базы института;
- информационное обеспечение НИОКР;
- приздание институту статуса Морского рыболовного научного центра.

Решение вышеперечисленных вопросов несомненно позволит повысить качество и результативность научных работ, обеспечивающих деятельность морехозяйственного комплекса отрасли.

В.А. ШЛЯХОВ

**МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ  
ЗАПАСА И ОБЩЕГО ДОПУСТИМОГО УЛОВА  
ПИЛЕНГАСА (*Mugil soiuy Basilewsky*)  
В АЗОВСКОМ МОРЕ**

Изложена методика рыбопромыслового прогнозирования пиленгаса в Азовском море с заблаговременностью 1-2 года. Суть ее заключается в прямом расчете численности поколений по уравнению Барапова исходя из учтенного тралами в терминальном году запаса, ожидаемого пополнения, естественной и промысловой смертности, а затем, руководствуясь "правилом  $F_{0.1}$ ", — в нахождении общего допустимого улова.

В методике предлагается простая процедура восстановления численности впервые вступающих в промысел годовых классов на основе учета селективности орудий лова по отношению к 3-летним рыбам и урожайности (мощности) поколений.

В качестве примера практического применения методики приведены исходные данные и расчет запаса и ОДУ пиленгаса в Азовском море на 1998-1999 гг.

Акклиматизированный в Азово-Черноморском бассейне пиленгас (*Mugil soiuy Basilewsky*) в последние годы стал важным объектом промысла. Считается, что его самовоспроизводящаяся азовская популяция сформировалась к 1992 г. [Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей, 1995]. В результате интенсификации промысла Украина увеличила вылов пиленгаса в Азовском море за последние пять лет с 0,07 до 2,2 тыс. т, что в 1997 г. составило 37% от величины ее годового улова рыбы в этом водоеме. Хотя до настоящего времени запас пиленгаса полностью не осваивается, успешное развитие лова кольцевыми и закидными неводами открывает не только реальные возможности для его полного освоения уже в ближайшие годы, но и несет угрозу перелова в случае неэффективного регулирования промысла.

На Украине действует следующий порядок использования в хозяйственных целях водных живых ресурсов Азово-Черноморского бассейна: установление лимитов возможного изъятия (используя биологическое обоснование ЮгНИРО), последующее их распределение между пользователями (в виде промысловых квот) и затем — собственно промысел. Сроки представления биологического обоснования лимита вылова пиленгаса таковы, что при его разработке приходится исходить из прогнозируемых с заблаговременностью 1-1,5 года показателей величины запаса.

Статус Азовского моря в настоящее время можно определить как водоем общего с Российской Федерацией пользования, распределение рыбных ресурсов производится на сессиях Украинско-Российской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море. Украина, в водах которой происходит основной объем естественного воспроизводства

азовского запаса пиленгаса, имеет преимущество в определении величины общего допустимого улова (ОДУ). Но это налагает на украинскую рыбохозяйственную науку в лице ЮГНИРО и его Азовского отделения ответственность за обоснованность оценок ОДУ пиленгаса, как основы рационального промыслового использования его запаса.

Вот почему проблема долгосрочного рыбопромыслового прогнозирования величины запаса и допустимого вылова пиленгаса в Азовском море стоит очень остро. В настоящей работе изложена методика прогнозирования этих показателей, разработанная с учетом текущего уровня изученности данного промыслового вида.

Прогнозирование величины запаса и допустимого улова пиленгаса может быть осуществлено по схеме, принятой в рыбопромысловом прогнозировании для многих популяций морских рыб: исходя из численности поколений в терминальном году, пополнения, естественной и промысловой смертности по уравнению Баранова находится прогнозная величина запаса (прямой расчет на 1-2 года вперед), а от нее, используя один из критериев регулирования — допустимый годовой улов.

Запас пиленгаса в Азовском море начиная с 1996 г. определяется площадным методом по данным специализированных учетных траловых съемок. В ближайшие годы учет пиленгаса тралами останется главным способом оценки запаса, поскольку использовать другие достаточно надежные методы, такие как VPA и его модификации, пока не представляется возможным из-за коротких рядов биопромысловых данных. Учетные съемки пиленгаса проводятся дважды в году — весной и осенью. Ниже будет изложен один из вариантов методики, в котором отправной временной точкой терминального года выступает март.

Основные допущения методики следующие:

1. Промысловая популяция состоит из рыб в возрасте 3-х лет и старше.
2. Поколение вступает в промысел в возрасте 3-х лет частично, а с 4-летнего возраста — полностью.
3. Численность впервые вступающих в промысел поколений прямо пропорциональна их мощности (урожайности).
4. Естественная и промысловая смертность не дифференцируется по возрастам.
5. Предельный возраст промысловой части популяции — 10 лет.

Первые два и последнее допущения приняты на основании анализа возрастного состава траловых уловов и уловов кольцевых неводов, для которых в 1996-1997 гг. было характерно преобладание 4-летних рыб, весьма низкая встречаемость 2-летних рыб и предельно зарегистрированный возраст 9-10 лет (единичные особи). Корректность третьего допущения подтверждается исследованиями Азовского отделения ЮГНИРО, с 1992 г. осуществляющего регулярный учет сеголетков пиленгаса в Молочном лимане, на основании которого оценивается мощность его поколений.

Четвертое допущение в определенной степени может повлиять на результаты прогнозирования и принято только из-за отсутствия соответствующих оценок по дифференциации смертности. Однако такая работа уже проводится и по ее завершении методику можно будет соответствующим образом модифицировать.

Из допущений 1-2 следует, что оценки численности 3-летних рыб, полученные по данным учетных траловых съемок, являются заниженными в результате селективности орудия лова и не могут быть в неизменном

виде использованы для расчетов численности поколений в последующие годы. Нами предлагается процедуру восстановления численности не полностью представленных в уловах трехгодовиков для терминального ( $i+1$ ) и последующих годов ( $i+2$  и  $i+3$ ) промысла осуществлять по выражениям (1-3):

(1)

(2)

(3)

где  $N$  — численность рыб по данным траловой съемки в терминальном ( $i+1$ ) или предшествующем ему году ( $i$ ) в возрасте, обозначенном стоящей после запятой в нижнем индексе соответствующей цифрой;

$N^*$  — восстановленная численность рыб в возрасте 3 года в следующих после терминального промысловых годах  $i+2$  или  $i+3$ ;

$R$  — мощность (урожайность) поколения, рожденного в году, обозначенном нижним индексом;

$u_i$  — коэффициент эксплуатации, или отношение годового улова в году  $i$  к величине запаса в начале этого года (в марте);

$M$  — мгновенный коэффициент естественной смертности.

Сущность выражения (1) состоит в учете селективности 3-летних рыб путем сравнения фактической численности 4-летних рыб (этого же поколения) с их теоретической численностью, найденной как уменьшение численности учтенных в съемке 3-летних рыб в течение последующего года под воздействием естественной и промысловой смертности. Выражения (2-3) дают возможность простого расчета численности 3-летних рыб по соотношению урожайности (мощности) годовых классов.

Ожидаемая численность поколений в годах  $i+2$  и  $i+3$  и возрастах  $j$  вычисляется по уравнению Баранова, при расчете численности четырехгодовиков ( $j=4$ ) используются предварительно найденные значения  $N_{i+2,3}^*$  и  $N_{i+3,3}^*$ . Например, численность четырехгодовиков и более старших возрастных групп ( $j>4$ ) в году  $i+2$  будет:

Для перехода к показателям массы величину запаса в штучном исчислении умножают на среднюю массу одной особи, средняя масса рыбы для прогнозируемого периода берется в соответствии с расчетным средним возрастом промысловой части популяции в годах  $i+2$  и  $i+3$ . Важно отметить, что при определении среднего возраста, величины запаса и допустимого улова в прогнозируемый период используется не восстановленная численность поколений в возрасте 3-х лет (которая служит только для расчета численности 4-летних рыб), а численность с поправкой на селективность промысла, то есть промысловая часть популяции. Эту поправку можно взять как отношение  $N/N^*$  для терминального года. При накоплении данных об изменении темпа роста у поколений различной мощности (что, по-видимому, влияет на величину частичного пополнения в возрасте 3 года) возможен более точный расчет поправки на селективность.

Конечным итогом прогнозирования является определение величины общего допустимого улова (ОДУ). Если в качестве критерия регулирования использовать установление щадящего уровня промысловой

смертности исходя из "правила  $F_{0.1}$ " [Gulland, Boerema, 1972], то ОДУ, или  $Y_{TAC}$  можно подсчитать из (4):

$$, \quad (4)$$

где Р — величина промыслового запаса в прогнозируемом году в единицах массы,  $F_{0.1}$  — мгновенный коэффициент промысловой смертности, рассчитываемый на аналитической модели Бивертона-Холта [Бабаян, 1982] в соответствии с параметрами популяции пиленгаса — роста и естественной смертности, приведенными в годовом отчете ЮгНИРО за 1997 г. "Современное состояние промысловых ресурсов рыб, беспозвоночных и водорослей Азово-Черноморского бассейна и прогноз их изменений на 1998-1999 гг." и публикации автора [Шляхов, 1997].

В качестве примера практического применения методики приведем расчет запаса и ОДУ пиленгаса в Азовском море на 1998-1999 гг., в котором использованы следующие данные:

- запас в 1996-1997 гг. по результатам весенних учетных траловых съемок (оценки А.К. Любомудрова);
- мощность поколений 1994 ( $20,42 \cdot 10^6$  шт.), 1995 ( $16,60 \cdot 10^6$  шт.) и 1996 ( $6,59 \cdot 10^6$  шт.) годов рождения (оценки АзЮгНИРО);
- естественная смертность  $M=0,42$  как средняя арифметическая ее оценок, выполненных шестью разными методами, описанными в публикациях [Бабаян и др., 1984; Шляхов, 1997; Özdamar et al., 1996];
- $F_{0.1}=0,465$  рассчитан при  $M=0,42$  и популяционных параметрах роста пиленгаса, опубликованных автором [Шляхов, 1997];
- промысловая смертность в 1996 г. задана  $u=0,05$ , в 1997 г. —  $u=0,20$ , в 1998-1999 гг. —  $u_{0.1}=0,308$  (соответствует  $F_{0.1}$ ).

Для наглядности результаты прогнозирования сведены в таблицу.

#### Расчет численности, биомассы и ОДУ пиленгаса Азовского моря в 1998-1999 гг.

Возраст, лет, показатели	Год промысла						
	1996 (i)	1997 (i+1)	1998 (i+2)	1999 (i+3)	Численность поколений, млн. шт.		
2	0,5201	0,0422	...	...	...	...	...
3	2,2538	3,3602	9,7915*	7,9598*	2,7316	3,1599*	1,0844
4	4,1875	3,8195	3,8195	5,1468	5,1468	3,6191	3,6191
5	2,2938	3,2968	3,2968	2,0077	2,0077	2,3401	2,3401
6	2,6005	1,6949	1,6949	1,7329	1,7329	0,9129	0,9129
7	1,4803	1,0271	1,0271	0,8909	0,8909	0,7879	0,7879
8	—	0,8481	0,8481	0,5399	0,5399	0,4051	0,4051
9	—	—	—	0,4459	0,4459	0,2455	0,2455
10	—	—	—	—	—	0,2027	0,2027
Σ3-10	12,8159	14,0466	...	...	13,4957	...	9,5977
Средняя масса рыб в промысловом запасе и уловах, кг	2,2	2,0	...	...	2,1	...	2,8
Промысловый запас, тыс. т	29,5	27,5	...	...	28,9	...	26,9
Коэффициент естественной смертности	0,42	0,42			0,42		0,42
Коэффициент эксплуатации	0,05 (фактич.)	0,20 (фактич.)	...	...	0,308 (на уровне $F_{0.1}$ )	...	0,308 (на уровне $F_{0.1}$ )
Ср. возраст промысловой части популяции, лет	4,75	4,7	...	...	4,73	...	4,99
ОДУ, тыс. т	...	...	...	...	8,9	...	8,3

\* - численность поколений восстановлена.

Данная методика с несущественными изменениями была использована осенью 1997 г. при разработке прогноза ОДУ пиленгаса в Азовском море на 1998-1999 гг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян В.К. Метод расчета параметров щадящего режима рыболовства//Рыбное хозяйство, 1982. № 2. — С. 29-31.
2. Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н. Методические рекомендации/Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб. — Москва: Изд-во ВНИРО, 1984. — 154 с.
3. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей/Справочное пособие. — Керчь: Изд-во ЮГНИРО, 1995. — 64 с.
4. Шляхов В.А. Итоги многолетних рыбохозяйственных исследований ЮГНИРО по оценке запасов и параметров популяций рыб придонного комплекса в Черном и Азовском морях//Основные результаты комплексных исследований ЮГНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане в 1996 году. Т. 43. — Керчь: ЮГНИРО, 1997. — С. 48-59.
5. Gulland J.A., Boerema L.K. Scientific advice on catch levels//Ann. Meet. Intern. Comm. Northwest Atlant. Fish., 1972, Res. Doc. 72/26. — 8 p.
6. Özdamar E., Samsun O., Kihara K. and Sakuramoto K. Stock assessment of whiting, *MERLANGIUS MERLANGUS EUXINUS* along the Turkish coast of Black Sea// J. Tokyo Univ. Fish., 1996. V. 82, No 2. — Pp. 135-149.
7. Prodanov K., Mikhailov K., Maxim K., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov V., Özdamar E. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation. Preliminary version. — FAO Fish/Circ., 909. — Rome: FAO, 1996. — 198 p.

Э.Г. ЯНОВСКИЙ, Л.В. ИЗЕРГИН (АзЮГНИРО)

## О ФОРМИРОВАНИИ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПИЛЕНГАСА В БАССЕЙНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

В хронологическом аспекте приведены этапы акклиматизации пиленгаса в Азовском бассейне. Дан анализ результатов исследований по определению численности пиленгаса и изучению его биологии в новых экологических условиях, а также по эффективности естественного нереста в Молочном лимане. Определена возрастная и размерно-массовая структура нерестовой и промысловой части популяции пиленгаса в Азовском море.

Одним из путей повышения рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов является акклиматизация ценных видов рыб, которую принято считать завершенной, когда сформировавшаяся популяция способна поддерживать свою численность в новых условиях среды, то есть способна размножаться и давать плодовитое потомство [Черфас, 1956; Карпевич, 1975].

В конце 60-начале 70-х годов Б.Н. Казанским для акклиматизации в южных морях СССР была рекомендована дальневосточная кефаль пиленгас *Mugil soiuy* Basilewsky, 1855 [Казанский, 1966; 1968; 1971], характеризующаяся эврибионтностью и широкой экологической пластичностью.

Вселение в Азово-Черноморский бассейн началось с 1970 г., когда пиленгас был выпущен в солоноватоводные пруды Северного Присивашья [Финько, 1973; 1974; 1977]. В новых условиях среды у пиленгаса отмечался высокий темп роста, но созревания рыб не наблюдалось. В 1972-1977 гг. акклиматационные работы продолжались, но вселение осуществлялось уже в северо-западную часть Черного моря и лиманы [Казанский, Старушенко, 1980; 1986].

На Азовском бассейне акклиматационные работы по вторичному вселению пиленгаса возобновились в сентябре 1978 г. и продолжались по 1983 г.

В период с 1978 по 1983 г. с Дальнего Востока на Молочный лиман было перевезено 7 тыс. экз. сеголеток, годовиков, а также 50 пар условных производителей. Было сформировано ремонтно-маточное стадо и параллельно с рыбоводными исследованиями осуществлялись акклиматационные работы [Семененко, 1991].

Первые сведения о поимке пиленгаса в водоемах Приазовья были получены наукой в 1981 г. В том же году была поймана самка на III-IV стадии зрелости половых продуктов. Однако до 1986 г. достоверных данных о естественном нересте не поступало.

Впервые молодь пиленгаса была обнаружена в Молочном лимане осенью 1986 г., причем в большом количестве. Но определить ее происхождение оказалось невозможным, так как именно в этом году

рыбоводы искусственно получили жизнестойкую молодь пиленгаса в больших количествах и в июле выпустили в лиман.

В 1987 г. молодь пиленгаса наблюдалась уже не только в Молочном лимане, но и в южной части Азовского моря. И все-таки достоверных научных данных, подтверждающих его естественный нерест, не имелось до 1989 г.

1 июня 1989 г. в Молочном лимане впервые была поймана молодь пиленгаса на стадии закладки чешуи, что позволило определить сроки нереста — II-III пятидневки мая. Без сомнения пойманная молодь была от естественного нереста: рыбоводы получают молодь в июле, к тому же численность мальков в лимане значительно превосходила количество молоди, обычно получаемое в ходе рыболовных работ.

В 1989 г. численность естественного приплода пиленгаса в Молочном лимане была очень высокой. Молодь в массе мигрировала в море и встречалась практически по всей его акватории.

В последующие годы естественный нерест пиленгаса отмечался как в Молочном лимане, так и в водоемах Восточного Сиваша. В пробах ихтиопланктона были обнаружены живая икра и личинки на различных стадиях развития.

Высокая эффективность естественного нереста пиленгаса наблюдалась в 1992 г. в Молочном лимане. Улов личинок и мальков икорной сетью Расса (ИКС-80) достигал 12 тыс. шт. за 5 минут. Приплод 1992 г. в лимане оценивался в 9 млрд. штук.

В 1992-1993 гг. были выполнены широкие исследования по изучению биологии и численности акклиматизанта в новом ареале. В результате было установлено, что пиленгас в Азовском море сохранил ряд биологических и поведенческих свойств, присущих ему в маточном водоеме. Так, осенью, при понижении температуры воды в море до 6-8°C, пиленгас прекращает питаться, собирается в косяки и мигрирует на зимовку. Есть сведения о массовой миграции молоди и взрослых особей в Черное море.

Первой идет на зимовку молодь. Основными местами ее зимовки являются степные реки Северо-Западного Приазовья, сбросные и оросительные каналы, где на ямах она образует плотные скопления (до 5 тыс. шт. за один замет волокуши длиной 20 м). В отличие от родительского водоема половозрелый пиленгас в реках практически не зимует. Мы объясняем это отсутствием мест (глубоких ям) для зимовки взрослых рыб в мелководных степных реках Украины.

Зимует взрослый пиленгас в массе в прибрежной зоне моря, в районах, близких к нерестовым водоемам — Молочному лиману и Восточному Сивашу, но встречается практически по всему морю. Вместе со взрослыми особями на местах зимовки в море в небольших количествах держится незрелая рыба. Большая численность пиленгаса наблюдается в Обиточном заливе и по северу Арабатской стрелки, где на отдельных участках отмечаются плотные скопления. На востоке, по данным АзНИИРХ, высокие концентрации пиленгаса имели место в опресненном Бейсугском лимане.

После зимовки, с прогревом воды более 8°C, пиленгас мигрирует в прибрежье и мелководные водоемы, где интенсивно откармливается, в основном детритом.

Весной, в конце апреля-мае, половозрелые особи активно мигрируют на основные нерестилища — в Восточный Сиваш и Молочный лиман. Также, по данным ЮгНИРО, производители пиленгаса в массе уходят в Черное море. Обратного захода в Азовское море не отмечалось.

В 1992 г. нерестовую популяцию пополнило и в дальнейшем в массе представило многочисленное поколение 1989 года рождения (табл. 1).

Таблица 1

**Возрастная структура нерестового стада  
пиленгаса в Молочном лимане**

Год	Возраст, годы, %				Средний возраст, годы
	3	4	5	6	
1992	35,2	60,1	2,7	2,0	3,7
1993	13,5	70,9	13,5	2,1	4,0

Возрастная структура нерестовой популяции пиленгаса в Азовском бассейне отличается от возрастного состава производителей в маточном водоеме, в котором преобладают 5- и 6-годовики. Это объясняется тем, что в новом ареале он созревает на год раньше, что обусловлено более высоким темпом роста (табл. 2) [Мизюркина, 1981].

Таблица 2

**Средняя длина пиленгаса по возрастным группам  
в различных водоемах, см**

Водоем	Возраст, годы				
	2	3	4	5	6
Амурский залив	18,3	29,6	38,6	40,8	40,8
Азовское море	26,6	37,2	42	46,6	50,3

В Азовском море пиленгас (основная часть взрослой популяции) практически ежегодно зимует в Обиточном заливе, создавая на отдельных участках плотные скопления. На родине, как уже отмечалось, он зимует в низовьях рек на ямах с глубинами 6-10 м. Не найдя благоприятных условий зимовки в реках Украины, пиленгас вынужден зимовать в прибрежье, в районах с большим опреснением. Видимо, приверженность к Обиточному заливу обусловлена не только близким расположением к местам нереста, но и большим материковым стоком. В залив впадают четыре реки: Обиточная, Лозоватка, Корсак и Домузла, к тому же в этом районе действуют подземные родники, что в общем способствует опреснению залива. Пиленгас, ориентируясь на пресные стоки, зимует на взморье. Как правило, его плотные скопления тяготеют к ледовым полям или кромке льда, что также указывает на ориентацию к более пресной воде.

В морских уловах тралом размерный состав пиленгаса представлен рыбами длиной от 17 до 61 см, при средних величинах 36,9-44,6 см. Масса рыб находилась в диапазоне 0,2-3,5 кг, средние размеры составляли 0,8-1,5 кг (табл. 3).

Возрастной состав уловов представлен 2- и 6-годовиками, средний возраст колебался от 3,2 до 3,8 лет. Это объясняется тем, что основу уловов (а следовательно и зимующей популяции) составляло одно многочисленное поколение 1989 г. рождения. По мере его роста увеличивается средний возраст (см. табл. 3).

В период зимовки пиленгаса половые железы находились преимущественно на III-й стадии зрелости. Внутриполостной жир у зрелых рыб оценивался в 2,5 балла, а незрелых — 1 балл. Молодь — незрелая рыба — была представлена двухгодовиками, все трехгодовики были половозрелыми.

Таблица 3  
Структурная характеристика уловов пиленгаса в море

Годы	Распределение по возрасту, %					Средние данные		
	2	3	4	5	6	возраст, лет	длина, см	масса, кг
1992	16,4	48,2	32,8	2,6	-	3,2	36,9	0,8
1993	10,0	28,0	58,0	4,0	-	3,6	40,5	1,0
1994	27,4	14,1	16,3	34,0	8,1	3,8	44,6	1,5

Расчет численности рыб производился методом площадей, прямым количественным учетом [Лапицкий, 1967; Яновский, 1971 и др.]. Для большей точности оценки площадей близкие по величине уловы оконтуривались на карте по способу графической интерполяции. Для каждой оконтуренной площади находили средний взвешенный улов. Коэффициент уловистости трала условно принят за 1, что несколько уменьшает фактическую величину численности. Расчеты среднего взвешенного улова выполнены с надежностью 99%.

Численность акклиматизанта в Азовском море в период зимовки только в Северо-Западном Приазовье в 1994 году составила 7,36 млн. штук или в биомассе 11 тыс. т (табл. 4).

Таблица 4

**Численность и биомасса пиленгаса, зимующего  
в Северо-Западном Приазовье**

Годы	Численность, млн. шт.			Биомасса, тыс. т		
	мин.	средняя	макс.	мин.	средняя	макс.
1992	14,27	17,82	21,37	11,41	14,26	17,11
1993	8,17	9,41	10,65	8,17	9,41	10,65
1994	6,39	7,36	8,33	9,52	10,96	12,40

Таким образом, акклиматизация дальневосточной кефали пиленгаса в Азовском бассейне проходит успешно. Сформировалась самовоспроизводящаяся популяция. Ее численность высокая и может использоваться промыслом [Janovsky et al., 1993]. Биомасса взрослого пиленгаса позволила рекомендовать его включение в Правила рыболовства в качестве промыслового объекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Казанский Б.Н. Биологическое обоснование акклиматизации пиленгаса из залива Петра Великого (Южное Приморье) в Каспийское и Аравльское моря//Тез. докл. II научн. конф.: Естественные науки. — Владивосток, 1966. — С. 308-313.
- Казанский Б.Н., Королева В.Н., Жиленко Т.Н. Некоторые черты биологии угая и пиленгаса//Уч. зап. ДВГУ, 1968. — Т. XV. — В.П. — С. 71.
- Казанский Б.Н. Пиленгас как перспективный объект для акклиматизации и лиманного рыболовства в южных морях СССР//В кн.: Перспективы развития рыбного хозяйства в Черном море. — Одесса, 1971. — С. 62-63.
- Казанский Б.Н., Старушенко Л.И. Акклиматизация пиленгаса в бассейне Черного моря//Биология моря, 1980. № 6. — С. 46-50.

5. Казанский Б.Н., Старушенко Л.И. Результаты процесса акклиматизации кефали пиленгаса в бассейне Черного моря. — БНИИ, Заказ № 488, 16.06.1986. — С. 86-94.
6. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М., 1975.
7. Лапицкий И.И. Метод учета численности рыб в Цимлянском водохранилище//Тр. Волгогр. отд. ГосНИОРХа, 1967. — Т. 3.
8. Мизюркина А.В., Марковцев В.Г. Рост пиленгаса в Амурском заливе//Вопросы ихтиологии, 1981. Т. 21. Вып. 4. — С. 745-748.
9. Семененко Л.И. Акклиматизация и рыбохозяйственное освоение пиленгаса. — ВНИИЭКИНАС, 1991. В. 2. — С. 1-38.
10. Финько В.А., Сверба В.А. Первый опыт выращивания пиленгаса в солоноватоводных прудах юга Украины//Рыбное хозяйство, 1973. № 2. — С. 15-16.
11. Финько В.А., Сверба В.А. Выращивание кефали в карповых солоноватоводных прудах//Технология производства рыбы. — М.: Колос, 1974. — С. 138-145.
12. Финько В.А. Выращивание пиленгаса в прудах//Рыбн. хоз-во, 1977. № 6. — С. 20-22.
13. Черфас Б.И. Рыбоводство в естественных водоемах. — М.: Пищепромиздат, 1956. — С. 322.
14. Яновский Э.Г. К вопросу о прямом учете численности воблы в Северном Каспии//Тр. КаспНИРХ, 1971. Т. 26. — С. 149-156.
15. Janovsky E.G., Isergin L.V., Semenenko L.I. Spectacular Biology of Pacific Mullet, *Mugil soiuy* Basilewsky — After acclimatization in the Azov Sea//Second Estuary Symposium, October 18-22, 1993. — P. 17.

Э.В. БУДНИЧЕНКО, А.В. ФИРУЛИНА

## УСЛОВИЯ НАГУЛА ХАМСЫ И ТЮЛЬКИ В АЗОВСКОМ МОРЕ В 1993-1997 ГОДАХ

Рассмотрены результаты исследований зоопланктона и питания хамсы и тюльки в весенне-летний период 1993-1997 гг. Дан анализ качественного состава зоопланктона, особенности его пространственного распределения в различные сезоны, а также качественный и количественный состав пищи хамсы и тюльки в Азовском море. Рассчитана степень сходства (объем конкуренции) питания хамсы и тюльки.

### ВВЕДЕНИЕ

Состояние кормового зоопланктона Азовского моря, а также питание планктоноядных рыб традиционно являлись предметом изучения многих авторов и достаточно подробно освещались в литературе [Окул, 1940; Лонгинович, 1951; Бокова, 1955; Корнилова, 1955; Луц и др. 1981; Будниченко, 1994; Будниченко, Фирулина, 1996]. Ряд авторов отметили значительное изменение состава и сокращение биомассы кормового зоопланктона вследствие длительного воздействия ряда негативных антропогенных факторов (сокращение стока и зарегулирование рек, загрязнение, эвтрофикация и др.) [Костюченко, 1955; Михман, 1969; 1977; 1980].

Случайная интродукция гребневика *Mnemiopsis leidyi* в конце 80-х годов также внесла существенные негативные изменения в развитии кормовой базы и условия нагула рыб [Студеникина, Воловик и др., 1991]. Очевидно, что решение задач промыслового прогнозирования для рыб-плантофагов требует получения объективных оценок состояния их кормовой базы. В этих целях в течение ряда лет производился мониторинг состояния зоопланктона и нагула хамсы и тюльки, результаты которого, после соответствующего анализа, были положены в основу настоящей работы.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы собраны в комплексных съемках ЮгНИРО, проводившихся в весенне-летний период в 1993-1997 гг.

Зоопланктон облавливали в толще воды от дна до поверхности планктонной сетью с диаметром входного отверстия 25 см, с длиной сетного мешка 75 см, изготовленного из капронового сита № 49. Всего было собрано и обработано 700 проб зоопланктона.

Для выяснения интенсивности питания рыб было проанализировано 5000 экз. хамсы и 4900 — тюльки, в том числе и на 2-суточных станциях. При выборе района суточной станции ориентировались на уловы хамсы и тюльки в лампаре и выполняли обловы с интервалом в 3 часа в местах максимальной концентрации рыб. Из каждого улова фиксировали до 100 экз. рыб 10%-ным формалином. Зафиксированные рыбы подвергались биоанализу: измеряли стандартную длину, вес, пол. Всех рыб

распределяли по размерным группам с интервалом 0,5 см. При анализе желудков определяли индексы наполнения в продецимилях по А.А. Шорыгину [1952] (отношение массы содержимого желудка к массе рыбы, увеличенное в 10000 раз) с учетом рыб с пустыми желудками. Данные анализа желудков использовали при определении пищевого спектра хамсы и тюльки, суточной ритмики питания.

Для количественного выражения степени сходства состава пищи (объема конкуренции) вычисляли степени сходства (далее СП) как сумму меньших по величине долей компонентов пищевого комка, выраженных в процентах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

### Сезонные и межгодовые изменения зоопланктона

**Весна.** Для этого периода характерна качественная бедность зоопланктона. Наименьшей величины биомассы кормового зоопланктона была в 1997 г., наибольшей — в 1994 г. (табл. 1, рис. 1 а). Весной почти отсутствуют ветвистоусые раки, личинки червей, моллюски, усоногие раки. На долю веслоногих раков приходилось всего 1-3% биомассы (табл. 2). Представлены они были: *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae dulcis*, *Eurytemore affinis*. Ведущая роль принадлежала коловраткам, которые составляли 95-99% от общей биомассы зоопланктона. Наиболее интенсивно коловратки развивались в северо-восточной, юго-восточной и в центральной частях моря. Очень слабо — в западной части моря, где сборы зоопланктона производились раньше, чем на востоке, когда вода была еще мало прогрета, с чем возможно и связана более низкая продуктивность.

Таблица 1

Межгодовые изменения биомассы кормового зоопланктона  
в Азовском море (мг/м<sup>3</sup>)

Годы	Апрель	Июнь	Июль	Июль-август	Август	Сентябрь-октябрь
1985	7	261	215	—	103	88
1986	140	90	128	—	207	79
1987	93	395	247	—	108	62
1988	7	24	26	—	50	15
1989	162	77	17	—	9	71
1990	283	158	42	—	2	10
1991	188	1184	96	—	1	1
1992	69	844	89	—	0,8	10
1993	80	318	663	40	6	13
1994	244	774	—	84	22	5
1995	172	159	—	56	8	26
1996	—	—	26	4	5	3
1997	3	—	—	7	5	4
Средняя многолетняя за 1956-1987 гг.	144	507	323	—	294	119
Средняя многолетняя за 1988-1997 гг.	134	442	137	—	11	16

Примечание: до 1991 г. - данные АзНИИРХ, с 1992 г. - данные ЮгНИРО.

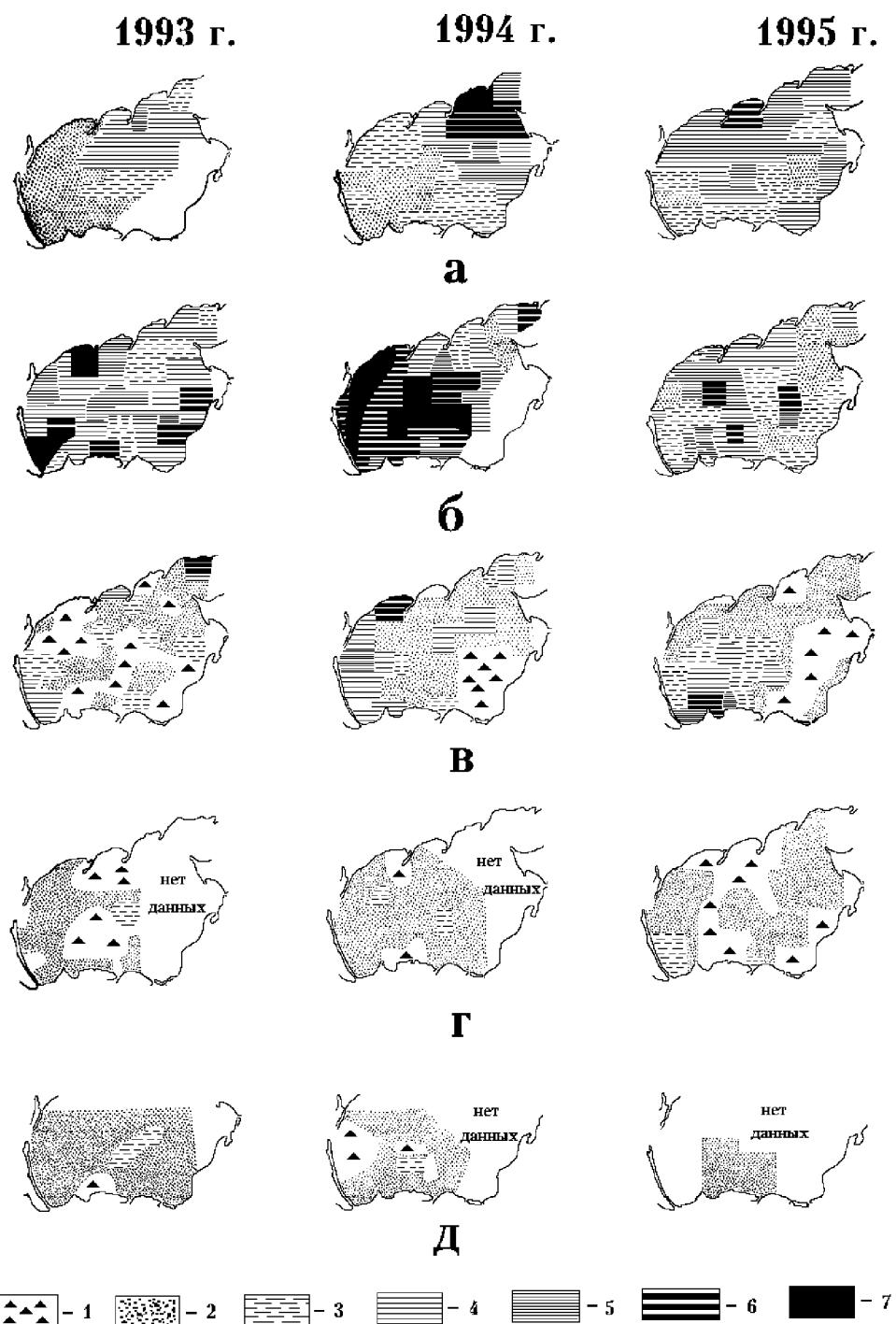


Рис. 1. Распределение общей биомассы кормового зоопланктона в Азовском море ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ): а — апрель; б — июнь; в — конец июля—начало августа; г — август; д — сентябрь–октябрь.

Условные обозначения: 1 — 0  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 2 — 1-30  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 3 — 31-100  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 4 — 101-300  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 5 — 301-500  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 6 — 501-1000  $\text{мг}/\text{м}^3$ ; 7 > 1000  $\text{мг}/\text{м}^3$

**Лето.** Самое высокое значение биомассы зоопланктона отмечалось в начале летнего периода — в июне (1993-1995 гг.). При этом максималь-

ный уровень был зарегистрирован в 1994 г., а минимальный в 1995 г. (рис. 1, б). Несмотря на интенсивное развитие в июне ценного рачкового планктона, анализ динамики биомассы корма по компонентам показал значительные межгодовые качественные различия. Наиболее ценные в кормовом отношении веслоногие раки в 1995 г. имели небольшой удельный вес, на них приходилось всего 16% от общей биомассы зоопланктона (табл. 2). В предшествующие два года они составляли гораздо большую долю планктона (53-63%). Доминировали в 1995 г. личинки моллюсков (36%). Значительное место продолжали занимать коловратки (15%). Веслоногие раки были представлены всего двумя формами — *Acartia clausi* и *Centropages ponticus*. Почти не встречались в июне 1995 г. *Calanipeda aquae dulcis* и *Eurytemore affinis*, которые в предшествующие годы составляли от 13 до 40% общей биомассы зоопланктона. Такая картина сохранялась даже на участках с относительно высокими показателями плотности корма (300-600 мг/м<sup>3</sup>) в центральной и северо-западной частях моря (рис. 1, б).

Таблица 2

## Состав компонентов кормового зоопланктона в Азовском море (%)

Годы Месяцы/ компоненты пищи	1993					1994					1995					1996					1997							
	IV	VI	VII-VIII	VIII	IX-X	IV	VI	VII-VIII	VIII	IX-X	IV	VI	VII-VIII	VIII	IX-X	VII-VIII	VIII	IX-X	IV	VII-VIII	VIII	IX-X	IV	VII-VIII	VIII	IX-X		
Копеподы	0,77	63	30,2	2,5	0,05	4	53	37,2	6,06	0,06	3	16	49	18	3,01	84	2	10	18	11	55	20	—	—	—	—		
Кладоцеры	0,03	8	—	—	—	0,53	2	3,09	—	—	0,01	12	4	6	0,06	—	—	—	—	0,03	—	—	—	—	—	—	—	
Коловратки	5	99	6	11	—	1	96	2	34,3	8,65	2,42	97	15	28	51	8	4	—	—	—	85	1	—	—	—	—	—	—
Личинки усоногих раков	>1	6	10	68	48	0,15	1,56	3,43	23,3	0,32	0,13	7	4	5	86	9	80	74	57	4	33	71	73	—	—	—	—	
Личинки моллюсков	—	6	41	8,48	3,04	0,00	39	19,4	7	0,21	—	42	14	9	—	5	11	—	—	—	6	1	5	—	—	—	—	
Личинки ракушковых раков	—	9	1	15	44	—	1,11	0,94	23,2	0,74	0,00	7	0,35	4	2	<1	1	1	—	0,26	1	—	—	—	—	—	—	
Полихеты	—	0,63	6,12	6	4	—	0,71	1,36	8,6	1,41	—	1	1	6	0,93	1	1	12	16	—	3	6	22	—	—	—	—	
Личинки крабов и креветок	—	0,31	0,19	—	0,01	6	—	0,14	0,07	0,11	0,01	0,01	—	0,08	1	—	1	5	3	9	0,35	1	2	—	—	—	—	—
Биомасса зоопланктона (мг/ м <sup>3</sup> )	80	318	40	6	13	244	776	84	22	5	172	159	56	8	26	26	4	5	3	3	7	5	4	—	—	—	—	

Начиная с июня в пространственном распределении кормового зоопланктона выявлялась определенная закономерность — показатели плотности организмов в восточной части моря становились ниже по сравнению с остальной акваторией моря. Однако эта разница была еще не столь велика, как во второй половине лета. По-видимому, таким образом на развитии планктона начинало сказываться появление гребневика *Mnemiopsis leidyi*, занос которого из Черного моря происходил в конце месяца в основном вдоль Кубанского побережья.

Ежегодно во второй половине июля-начале августа биомасса кормового зоопланктона снижалась по сравнению с предыдущими месяцами. Особенно низкие величины биомассы в этот период наблюдались в 1996-97 гг., когда биомасса составляла всего лишь 4-7 мг/м<sup>3</sup> (табл. 1, рис. 2, а). Средний показатель за пять лет был в 3 раза ниже среднемноголетней нормы предыдущего периода. Даже в 1994 г., который характеризовался относительно повышенным развитием кормовой базы, средняя плотность корма оставалась в 2 раза ниже среднемноголетнего уровня. Как правило, участки с повышенным содержанием корма сохранились в западной части моря, а минимальные значения плотности организмов или их отсутствие регистрировались у Кубанского побережья (рис. 1, в; 2, а).

Наибольшего развития в середине лета достигали копеподы и коловратки, что соответствовало данным прошлых лет [Окул, 1940; Новожилова, 1955]. В то же время в наших пробах было отмечено увеличение доли менее ценных в пищевом отношении организмов —

личинок моллюсков и усоногих раков (табл. 2). Во второй половине августа продолжалось резкое (в 4-7 раз) снижение биомассы зоопланктона, которое было обусловлено тем, что развитие гребневика *Mnemiopsis* достигало максимального уровня [Чащин и др., 1996]. Больших колебаний биомассы в наблюдаемые годы (1993-1997) в августе не зафиксировано. Однако средняя многолетняя величина за 1988-1997 гг. (со времени вселения гребневика) по сравнению с периодом до его вселения (1956-1987) уменьшилась в 27 раз (табл. 1).

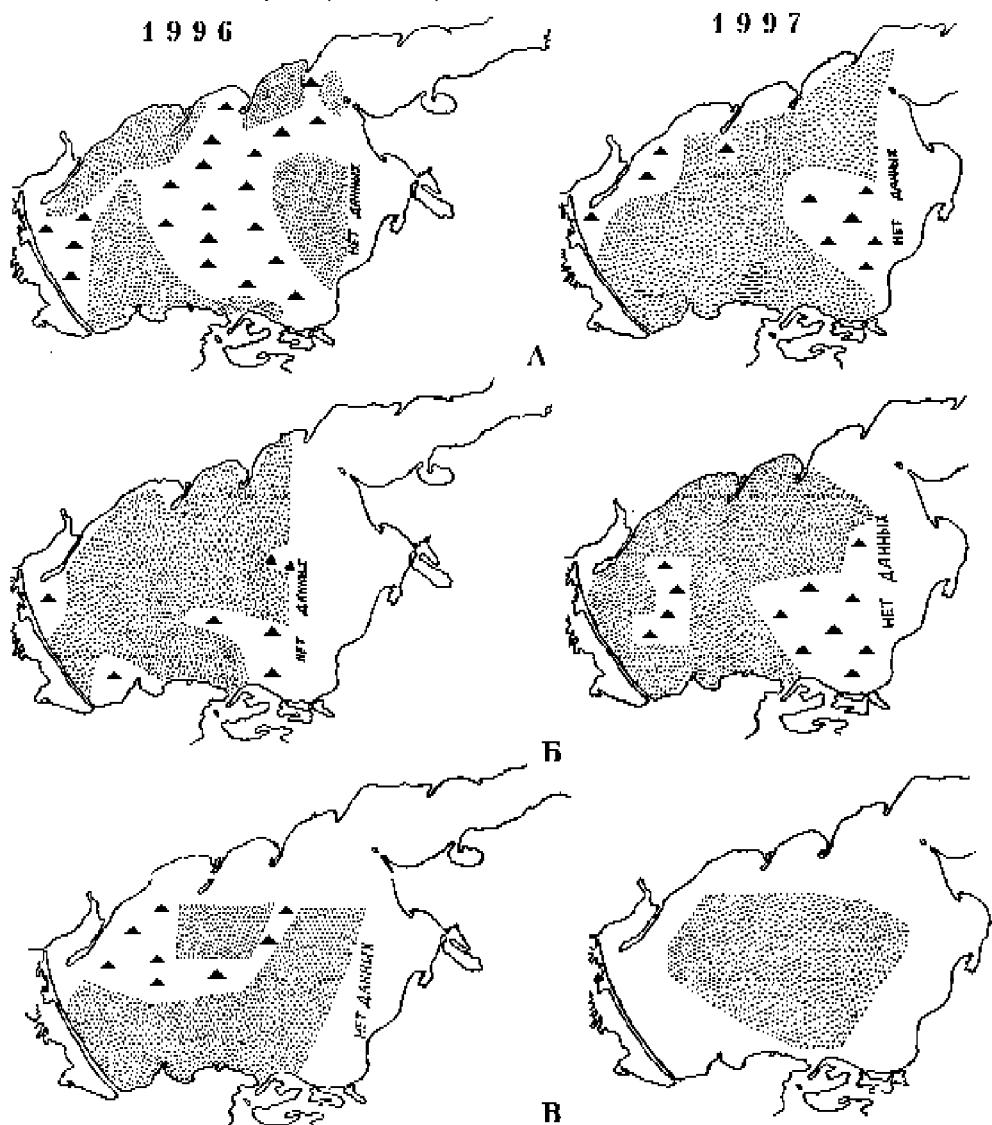


Рис. 2. Распределение общей биомассы кормового зоопланктона в Азовском море в 1996-1997 гг. ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ):  
а — конец июля-начало августа; б — август; в — сентябрь-октябрь.  
Условные обозначения те же, что и на рис. 1

В августе 1993-1994 гг. в зоопланктоне основную роль играли личинки моллюсков, усоногих раков и остракод. Доминирующими формами в планктоне 1995 г. были коловратки (51%), а в 1996-1997 гг. — личинки усоногих раков (74-71%) (табл. 2). Более калорийные компо-

ненты корма — копеподы составляли лишь 2-18%. Некоторое повышение концентраций корма отмечалось на небольших по площади участках акватории — в центральной, юго-западной частях моря, а также вблизи Керченского пролива. Остальная акватория моря была очень бедной. Кормовой зоопланктон либо отсутствовал, либо показатели его биомассы изменились в пределах от 1 до 4 мг/м<sup>3</sup> (рис. 1, г; 2, б).

Максимальное количество наиболее доступных и ценных для питания молоди рыб науплиальных стадий копепод было отмечено в июне 1994 г., когда плотность этих организмов в среднем по морю равнялась 25,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а в центральной части моря достигала 70-80 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Необходимо отметить, что в 1993 и 1995 гг. репродуктивная способность копепод была очень низкой. Средняя плотность науплиусов составляла около 2 тыс. экз./м<sup>3</sup>, что оказалось гораздо ниже средней многолетней нормы 20-30 тыс. экз./м<sup>3</sup> [Михман, 1969]. В августе средняя численность науплиусов копепод, необходимых для питания молоди рыб, во все годы была минимальной (2-3 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и только в западной части моря на отдельных станциях повышалась до нормы.

**Осень.** В сентябре-октябре проводились исследования на небольшой акватории в южной части моря и в Керченском предпроливье. Биомасса зоопланктона оставалась на крайне невысоком уровне. Анализ межгодовых изменений биомассы зоопланктона в осенние месяцы показал, что после вселения гребневика эта величина уменьшилась в 7 раз. В этот период, как правило, происходило дальнейшее качественное обеднение зоопланктона. Почти полностью исчезали из планктона *Cladocera* и *Sorceroda*. Руководящими формами становились личинки усоногих раков и остракод, отличающиеся малой калорийностью.

#### Состав пищи и динамика питания хамсы и тюльки

Учет кормового зоопланктона в периоды 1993-1997 гг. выявил его низкую плотность практически на всех исследованных участках Азовского моря (табл. 2), что напрямую отразилось на обеспеченности пищей пелагических рыб, уменьшив возможность селективности питания. Если ранее хамса питалась либо избирательно, выедая излюбленные организмы, либо переключалась на фильтрацию [Окул, 1941; Бокова, 1955; Михман, 1977], то в исследуемый период состав пищи определялся присутствием в воде любых доступных организмов. Некоторое исключение составляли летние сезоны 1994-1995 гг., когда биомасса ценных кормовых объектов была несколько выше и условия для избирательного питания улучшались.

Максимальные значения индексов наполнения желудков как у хамсы, так и у тюльки зарегистрированы в период наиболее высокого развития кормовой базы — в начале лета. Однако, если у тюльки показатели накормленности (индекс наполнения желудка) были ниже величин, приводимых в литературе для периода 70-х годов [Луц, Михман и др. 1981], то у хамсы эти параметры оставались близкими к прежнему уровню (табл. 3). Как и следовало ожидать, наиболее существенное снижение накормленности у тюльки начиналось с августа, когда достигало своего максимального уровня развитие гребневика *Mnemiopsis*. В западной и центральной частях моря, где биомасса гребневика была ниже, индексы наполнения желудков, как правило, имели более высокое значение (рис. 3, 4). В то же время с серединой лета возникали существенные различия в спектрах питания хамсы и тюльки. Если тюлька на всем протяжении нагула сохраняла приверженность к потреблению зоопланктона, то у хамсы его доля в пище в августе сокращалась до 10-20%. Более высокие показатели накормленности у этого вида

обеспечивались за счет формирования основной массы пищевого комка фитопланктоном и полихетами.

Таблица 3

**Средние индексы наполнения желудков хамсы и тюльки  
и средние биомассы кормового взятия проб рыб**

Годы	1977-1978 [Луц, Михман, 1981 г.]			1993			1994			1995			1996			1997		
	Месяцы	Апрель-май	Июнь	Август	Июнь	Июль-август	Октябрь	Июнь	Июль-август	Август	Октябрь	Июнь	Август	Июль	Август	Сентябрь-октябрь		
Средний индекс наполнения желудков у хамсы	99-393	—	47-259	126,4 (100)	81,37	54,2 (100)	69,46	24,35 (91)	106,4 (25)	53 (13)	28,38 (63)	27-47 (—)	61 (—)	65,5 (1)	185,5 (—)	62 (—)		
Средний индекс наполнения желудков у тюльки	108-127	132-567	32,7-70	85,59 (100)	173,6	27,57 (100)	42,7	42,24 (100)	36,18 (90)	10 (79)	47,33 (95)	—	—	38 (14)	42 (18)	16 (44)		
Средняя биомасса зоопланктона в районе взятия проб тюльки (мг/ м <sup>3</sup> )				556	41	3,2	198	127	14	11	—	—	8	25	5			
Средняя биомасса зоопланктона в районе взятия проб хамсы (мг/ м <sup>3</sup> )				964	93	1,5	235	25	7,4	10,4	4	5	10	18	5			

Примечание. В скобках приведена доля зоопланктона в пищевом комке.

Сохранение относительно стабильного индекса наполнения желудков у тюльки в конце лета происходило за счет увеличения потребления малокалорийных ракушковых раков *Ostracoda* (рис. 4, г).

Анализ помесячных изменений коэффициента пищевого сходства хамсы и тюльки в 1995 г. показал, что в первой, более благополучной по состоянию кормовой базы, половине лета состав пищи двух видов был весьма близким (СП = 74%), во второй половине лета, когда доля зоопланктона в желудках хамсы падала, этот показатель снижался до 20%. Тюлька в большей степени сохраняла приверженность к потреблению зоопланктона несмотря на его слабое развитие в море. Осенью вновь наблюдалось незначительное увеличение степени сходства (СП = 42%). Последнее явление было обусловлено тем, что на фоне общего снижения развития кормового зоопланктона полихеты становились недоступны для питания хамсы, а потребление фитопланктона возрастало у обоих видов рыб. Наблюдавшееся в 1996-1997 гг. существенное уменьшение развития кормового зоопланктона (табл. 1), серьезно отразилось на нагуле рыб (рис. 3, е, ж, з, и; 4, е, ж, з; 5).

Пищевой комок, анализируемый у хамсы на суточных станциях в июле 1996 г., состоял из фитопланктона (*Coscinodiscus* — до 45%), макрофитов и семян наземных растений (21%), полихеты *Nereis* (20%), личинок и мальков рыб (14%) (рис. 5). В августе преобладал *Nereis* (45%), а также личинки *Decapoda* — *Zoea* (23%) (рис. 3, е).

Та же картина наблюдалась и в 1997 г. Пищевой спектр хамсы в июле состоял на одной из станций на 2% из *Cipris Cirripedia*, а на 3-х станциях в такой же пропорции присутствовали личинки *Decapoda* и *Mysidae* (4%). На *Coscinodiscus* приходилось 2-3%. Основную долю пищевого комка составляла аморфная масса, содержащая диатомовые водоросли (*Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Skeletonema*, *Cerataulina*, *Thalassionema*), сине-зеленые (*Oscillatoris*, *Anaben*), перединиевые (*Prorocentrum*, *Biddulphia*), а также, по-видимому, детрит. Полихета *Nereis* составила в июле 16, в августе 20, в сентябре и октябре 10% от общего пищевого комка. Также встречались личинки хамсы и тюльки — около 8% (рис. 3, ж, з, и).

Следует отметить, что авторы, анализировавшие питание хамсы до вселения гребневика, наблюдали лишь незначительное присутствие случайной пищи — 3-4 и 7-8% детрита за весь летне-осенний исследуемый период [Окул, 1940; Бокова, 1955].

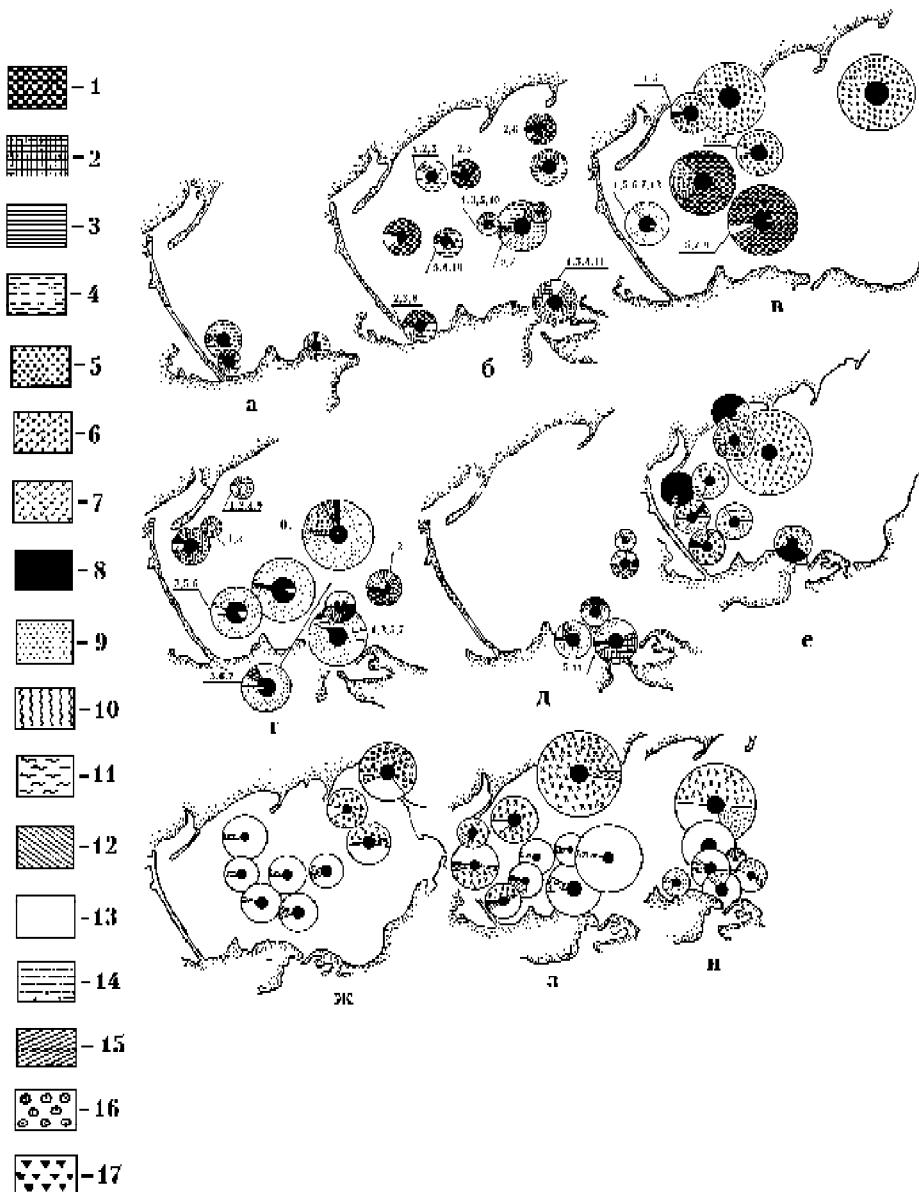


Рис. 3. Диаграммы накормленности хамсы в 1994-1997 гг.: а) июль 1994 г.; б) июнь 1995 г.; в) июль-начало августа 1995 г.; г) август 1995 г.; д) октябрь 1995 г.; е) август 1996 г.; ж) конец июля-начало августа 1997 г.; з) август 1997 г.; и) конец сентября-начало октября 1977 г.

Радиус круговой диаграммы соответствует средней величине общего индекса наполнения желудка, а размеры секторов — процентным значениям компонентов пищи по весу. Белый сектор внутреннего круга соответствует количеству пустых желудков в процентах от общего количества исследованных. Условные обозначения: 1 — *Acartia clausi*; 2 — науплиус *Cirripedia*; 3 — *Podon*; 4 — *Lamellibranchiata*; 5 — *Ostracoda*; 6 — *Polychaeta (Nereis)*; 7 — *Centropages*; 8 — *Decapoda*; 9 — *Coscinodiscus*; 10 — *Gastropoda*; 11 — *Ova Copepeda*; 12 — *Calanipeda*; 13 — аморфная масса (детрит и фитопланктон); 14 — случайная пища (макрофиты и семена наземных растений); 15 — *Misidae*; 16 — личинки рыб; 17 — *Cipris Cirripedia*.

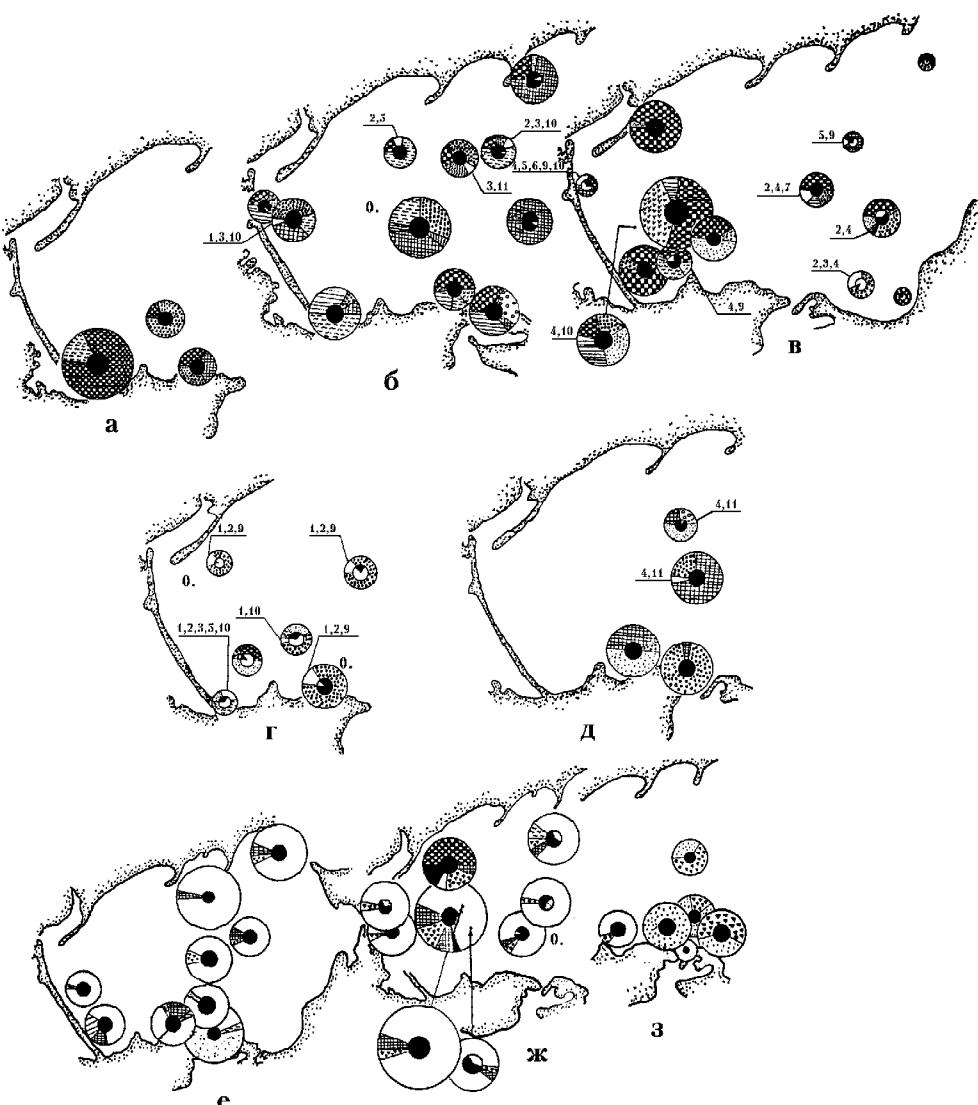


Рис. 4. Диаграммы накормленности тюльки в 1994-1997 гг.: а — июль 1994 г.; б — июнь 1995 г.; в — июль-начало августа 1995 г.; г — август 1995 г.; д — октябрь 1996 г.; е — конец июля-начало августа 1997 г.; ж — август 1997 г.; з — конец сентября-начало октября 1997 г.

Условные обозначения те же, что и на рис. 3

У тюльки в 1997 г., в отличие от хамсы, в пищевом комке все же присутствовали представители зоопланктона (рис. 4, е, ж, з). В июле на долю *Acartia* приходилось — 4,5%, наутилус *Cirripedia* — 1,3%, *Cipris Cirripedia* — 1%, *Lamellibranchiata* — 1% от всего пищевого комка. В августе *Acartia* составила — 7%, *Cipris Cirripedia* — 6%, наутилус *Cirripedia* — 2,5%. На одной из станций пищевой комок содержал 20% личинок *Decapoda* (рис. 4, ж). Из водорослей преобладали *Coscinodiscus* и *Ulotrichs*. В сентябре и октябре основными компонентами пищевого комка были *Cipris Cirripedia* (30%), наутилус *Cirripedia* (14%), и *Coscinodiscus* (30%) (рис. 4, з). Однако другие объекты животного

происхождения, в частности черви, в желудках тюльки совершенно отсутствовали, и соответственно доля аморфной массы, сформированной малоценными в пищевом отношении фитопланктоном и детритом, соста-

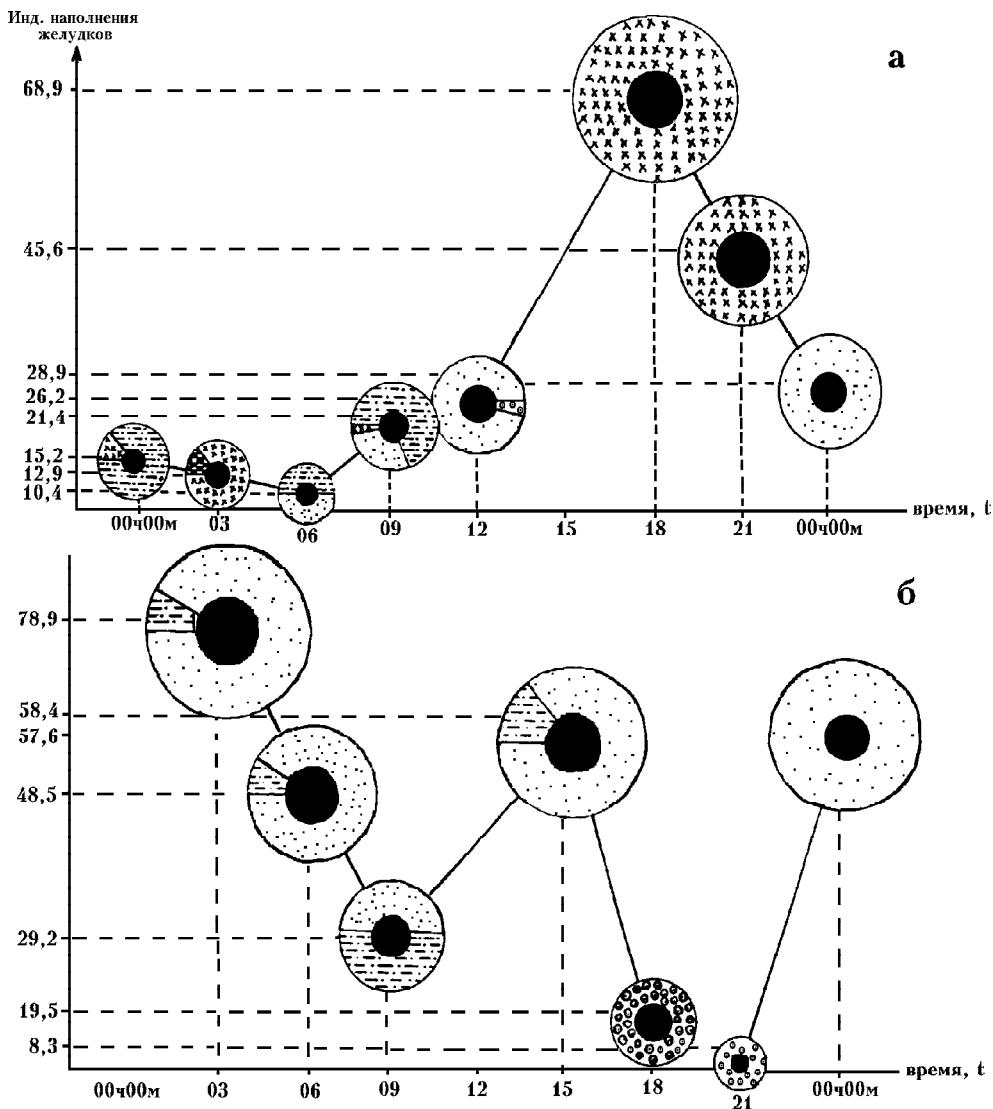


Рис. 5. Суточная динамика наполнения желудков у хамсы:  
а — 19-20.07.96; б — 24-25.07.96.  
Условные обозначения те же, что и на рис. 3

вила в 1997г. в среднем 50%. Доля зоопланктона в рационе тюльки оказалась минимальной за весь период наших работ (табл. 3).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом результаты ежемесячных съемок зоопланктона показали, что на фоне обычных для Азовского моря сезонных трансформаций видового состава и динамики биомассы организмов выявляется закономерное резкое обеднение кормовой базы рыб во второй половине лета и осенью. Только в первой половине лета до начала июля в Азовском море

сохраняются обычные для этого водоема высокие показатели развития кормовой базы рыб-планктофагов. Несомненно, что причиной этих негативных изменений в кормности моря является массовое развитие вселенца гребневика *Mnemiopsis*. Однако в отличие от периода 1988-1990 гг., который соответствовал этапу интродукции и, по-видимому, наиболее значительной вспышки численности этого гидробионта, современный период характеризуется более высокими показателями развития кормового зоопланктона. В отдельные годы 1993-95 гг., когда биомасса гребневика снижалась, особенно в западной части моря [Чащин и др., 1996], биомасса кормового зоопланктона увеличивалась, что обеспечивало некоторое улучшение нагула рыб. Но в 1996-1997 гг., когда развитие гребневика было повышенным, кормовая база рыб планктофагов вновь ухудшилась, что отразилось на уловах хамсы и тюльки [Чащин, 1997]. Какой-либо тенденции дальнейшего улучшения и возврата планктонного сообщества к первоначальному состоянию не замечено.

Сравнение средних индексов наполнения желудков за последние годы выявило, что если хамса отличалась близкими к нормальным значениями этого показателя, то у тюльки данный индекс оказался существенно ниже значений более благополучных по кормовой базе лет. При этом, доля зоопланктона в пищевых комках была существенно пониженной, в особенности у хамсы. Очевидно хамса, будучи в большей степени эврифагом, лучше компенсировала убыль в корме ценных организмов за счет интенсивной фильтрации взвешенного в воде фитопланктона и детрита, а также захвата крупных бентосных форм и остатков макрофитов. В особо неблагоприятные в отношении развития кормового зоопланктона годы (1996-1997), тюлька в большей степени испытывала дефицит корма. Серьезное ухудшение качественного состава рациона азовской хамсы также не может не отражаться на состоянии ее популяции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бокова Е.Н. Пищевые возможности молоди тюльки в условиях зарегулирования стока//Вопр. ихтиологии, 1955. Вып. 4. — С. 137-158.
2. Будниченко Э.В. Состояние кормовой базы Азовского моря в 1993 г./Тр. ЮгНИРО, 1994. Т. 40. — С. 48-49.
3. Будниченко Э.В., Фирулина А.В. Состояние кормовой базы и питание хамсы и тюльки в современных условиях в Азовском море//Тр. ЮгНИРО, 1996. Т 42. — С. 118-129.
4. Корнилова В.П. Питание азовской хамсы//Тр. ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1955. Т. 31. Вып. 1. — С. 368-377.
5. Костюченко В.А. Питание тюльки и использование ею кормовой базы Азовского моря//Тр. ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1955. Т. 31. Вып. 1 — С. 378-391.
6. Лонгинович Д.Н. К вопросу о пищевых взаимоотношениях некоторых планктоноядных рыб Азовского моря//Тр. АзЧерНИРО. — Керчь, 1951. Вып. 15. — С. 235- 250.
7. Луц Г.И., Михман А.С., Рогов С.Ф., Фильчагин Н.К. Питание азовских пелагических рыб тюльки и хамсы//Гидробиологический журнал, 1981. Т. 17. — С. 26-31.
8. Михман А.С. Некоторые новые данные по питанию личинок азовской тюльки и о роли кормового фактора в колебаниях ее численности//Вопр. ихтиологии, 1969. Т. 9. Вып. 5. — С. 878-886.
9. Михман А.С., Романович Л.В. О питании азовской хамсы//Вопр. ихтиологии, 1977. Т. 17. Вып. 2. — С. 270-274.
10. Михман А.С. Питание личинок тюльки в Таганрогском заливе Азовского моря в современных условиях//Вопр. ихтиологии, 1980. Т. 20. Вып. 2. — С. 354-357.
11. Новожилова А.Н. Изменения в зоопланктоне Азовского моря в условиях меняющегося режима//Тр. ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1955. Т. 31. Вып. 1. — С. 199-216.
12. Окул А. В. Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря//Тр. АзЧерНИРО, 1940. Вып. 12. — С. 97.
13. Студеникина Е.И., Воловик С.П., Мирзоян И.А., Луц Г.И. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* в Азовском море//Океанология, 1991. Т. 31. Вып. 6. — С. 981-985.

14. Чащин А.К., Гришин А.Н., Дубовик В.Е., Патюк В.В. Межгодовая и сезонная динамика развития гребневика и его влияние на ресурсы пелагических рыб Азово-Черноморского бассейна//Тр. ЮгНИРО, 1996. Т. 42. — С. 200-206.
15. Чащин А.К Основные результаты исследований пелагических ресурсов Азово-Черноморского бассейна//Тр. ЮгНИРО, 1997. Т. 43. — С. 60-67.
16. Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. — М.: Пищепромиздат, 1952. — 268 с.

П.В. КУЛИК (АзЮгНИРО)

## О СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ САМОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ОБИТОЧНОМ ЗАЛИВЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Самки осетра и севрюги, отловленные в Обиточном заливе в районе одноименной косы на пути нерестовой миграции в конце марта-начале мая, имеют сходное состояние степени зрелости икры и по показателю поляризации (0,10-0,11) не относятся к группе рыб с вероятно лучшими рыбоводными показателями, имеющими более выраженную поляризацию ядра (не менее 0,09). С повышением температуры воды степень зрелости икры повышается. Чтобы уточнить возможность использования таких самок для заводского воспроизводства, необходимы дальнейшие исследования, проведение опытов по выдерживанию их в заводских условиях и гормональному стимулированию.

Проблема воспроизводства осетровых рыб в Азовском море стоит очень остро. При полном зарегулировании нерестовых рек Дона и Кубани масштабы естественного размножения крайне низки и зависят от объема, режима стока рек и других, не всегда определяемых факторов. Вместе с тем, создание управляемого осетрового хозяйства в море с существенным увеличением промзапаса немыслимо без решения проблемы воспроизводства осетровых, что в свою очередь возможно и более реально путем расширения мощностей заводского получения и выращивания молоди.

История осетроводства насчитывает много десятилетий. Обширные знания, практический опыт служат базой для дальнейшего совершенствования биотехнологии, повышения ее результативности. В последние годы появилась необходимость развивать украинское осетроводство, то есть заниматься воспроизводством осетровых на Украине, особенно в регионе Северного Приазовья.

Решение этой проблемы мы видим в обязательном создании соответствующей материально-технической базы как для научно-исследовательских, так и производственных работ, для чего есть на ряде малых рек и водохранилищ северного побережья Азовского моря природные возможности. В ходе многолетних производственных работ доказана возможность развития осетроводства в районе Мариуполя, на Павлопольском водохранилище. Здесь накоплен достаточно большой опыт по товарному осетроводству и сейчас на базе рыбколхозов Северо-Азовского РКС "Заветы Ильича", "Прибой" и "Россия" занимаются получением и выращиванием молоди осетра и севрюги для зарыбления Азовского моря. Темпы и масштабы этих работ сдерживаются слабой материально-технической обеспеченностью и нехваткой производителей. Фактически в 1997 г. выпущено 1143,5 тыс. шт. молоди осетра и 418,2 тыс. шт. молоди севрюги средней массой тела 1,5-2,55 г. Потребность в рабочих производителях для работы в два тура — не менее 100 самок. Фактически в 1995 г. заготовлено 34 самки и 45 самцов. В 1996-1997 гг. в период

осенней и весенней заготовки выловлено 56 самок и 100 самцов, что составляет не более 40% обеспеченности.

Эти осетровые рыбоводные участки могут служить основой для создания на их базе современных осетровых рыбоводных заводов с последующим увеличением их мощности. Как один из недостатков таких хозяйств — удаленность от моря (до 70 км), что усложняет доставку производителей и выпуск молоди.

Однако только лишь реконструкцией и расширением мощности этих участков мы не решим проблемы воспроизводства осетровых. Необходимо строительство сети новых полномасштабных предприятий, учитывающих все достижения осетроводства, преимущества инженерно-технического обеспечения, тенденции развития аквакультуры и возможности региона. Одновременно стоит задача ускоренной разработки современной управляемой биотехнологии осетроводства в условиях украинского побережья Азовского моря. Одним из основных элементов этой технологии является работа с производителями, их заготовка, отбор и подготовка к рыбоводному использованию.

Спецификой заводского воспроизводства осетровых в условиях украинского побережья Азовского моря является необходимость использования производителей, вылавливаемых на морских участках их нерестового хода. Поэтому, очень важно определить, готовы ли они к гормональному стимулированию созревания половых продуктов. Многолетние практические работы с производителями, заготовленными весной на морских участках в Таганрогском и Белосарайском заливах, достаточно убедительно показали принципиальную возможность использования таких рыб, как осетр и севрюга [Шевченко и др., 1996]. Перспектива развития осетроводства на Украине связана с расширением районов размещения рыбоводных заводов на запад, в сторону Геническа и Крыма. Здесь осетровые находятся еще, так сказать, в начале нерестового хода, и важно оценить степень их зрелости.

Вопросы оценки качества производителей осетровых рыб и связанные с ними методы отбора лучших рыб давно изучаются и совершенствуются. К настоящему времени накоплен огромный материал, имеется большое число разнообразных научных публикаций. Самыми первыми и элементарными способами отбора являются определение морфологических и внешних признаков и оценка степени зрелости половых продуктов. В первую очередь отбираются рыбы промысловых размеров, достигшие половозрелости, без травм и повреждений, желательно с максимально выраженным половыми различиями. Обычно у самок осетровых хорошо выражено брюшко, и опытные рыбаки сразу выделяют их из общего числа рыб.

Для уточнения пола и степени зрелости рекомендовалось применять щуповые пробы. Правда, из-за опасения повреждения гонад, особенно при недостаче производителей, многие рыбоводы относятся к ним настороженно и мало применяют. Хотя это, пожалуй, один из простых и надежных способов получения пробы гонад для дальнейшей оценки их состояния, определения размеров икринки, степени ее зрелости.

Известно, что для целей заводского воспроизводства по традиционной технологии пригодны особи на IV завершенной стадии зрелости, что можно определить по состоянию икринки, ее размерам и положению зародышевого пузырька (ядра) яйцеклетки по отношению к оболочкам аниального полюса. Это расстояние, выраженное в радиусах ядра (диаметрах), и служит показателем подстадий IV стадии зрелости. Для рыбоводства предлагалось отбирать самок севрюги с положением ядра на расстоянии не более радиуса ядра [Андронов, 1979]. Подчеркивается, что для определения степени зрелости гонад необходимо определять как

среднюю массу ооцитов, так и степень поляризации [Андронов, Мурыгин, 1984]. Показатель поляризации (ПП) равен отношению расстояния от края ядра до оболочки анимального полюса к диаметру ооцита, измеренного по анимально-вегетативной оси. Вычисляется средний показатель поляризации каждой самки по 7-10 ооцитам. У самок севрюги он варьирует от 0,04 до 0,23. У наиболее зрелых рыб — 0,04, но у них рыбоводные показатели были не самые лучшие, часто встречалось повреждение икринок. При ПП, равном 0,05-0,08, наилучшие рыбоводные показатели. Для целей рыбоводства рекомендовалось отбирать самок каспийской севрюги с ПП не менее 0,09 [Пронькин, Подушка, 1981].

По данным Т.А. Детлаф и др. [1981] нормальная реакция на однократную гормональную инъекцию происходит в случае, если расстояние от ядра до оболочки меньше 0,07, равно или меньше половины вертикального диаметра зародышевого пузырька. В связи с варьированием формы ядра рекомендовалось даже просто ориентироваться на его переход в зону мелкозернистого желтка.

По другим сведениям, оптимальный коэффициент поляризации для осетра 0,06-0,10, у севрюги — 0,07-0,09. Среди производителей, поступающих на Икрянинский ОРЗ, этот показатель в ооцитах осетра находится в пределах 0,06-0,2, у севрюги — 0,04-0,23. Установлены коэффициенты регрессии зависимости КП от оплодотворяемости икры [Алтуфьев и др., 1986]. А значительные перемещения ядра в направлении анимального полюса, сопровождающиеся статистически достоверными изменениями показателя поляризации ооцитов, могут осуществляться при субнерестовых и нерестовых температурах за период времени в пределах суток [Пронькин и др., 1986].

По последним данным производители донской севрюги, находящиеся в приплотинном участке Кочетовской ГЭС, имели массу яйцеклеток 8,3-11,6 мг (в среднем 9,6 мг), коэффициенты поляризации близки к 7% (ПП 0,07). Авторы подчеркивали, что при введении гипофиза возможно усиление поляризации и получение половых продуктов. У 30% самок ооциты, наряду с завершенной стадией зрелости, имели и незавершенную поляризацию. У 15% самок зародышевый пузырек располагался ближе к центру, что более характерно для зимующих в реке рыб [Чихачева и др., 1997].

В 1995-1996 гг. среди осетров, отлавливаемых в море вдоль Кубанского побережья на удалении до 30 км, имеющих разную степень нарушения гормонального и общего обмена веществ, ядерно-плазменные отношения в яйцеклетках составляли 13,8% (ПП 0,138). Встречались и более зрелые рыбы с ПП 0,06 и нормальным функциональным состоянием [Ложичевская и др., 1997].

Материалы для настоящего исследования собраны при проведении научно-исследовательских ловов в Обиточном заливе Азовского моря весной 1995-1997 гг. Проба икры фиксировалась 4% раствором формалина. Рыбы подвергались общему биологическому анализу с определением длины и массы тела. При камеральной обработке с помощью бинокуляра МБС-1 измеряли средний диаметр 23-25 икринок, размер зародышевого пузырька и его положение относительно оболочек анимального полюса. Масса отдельных икринок взвешивалась на торсионных весах. В дальнейшем вычислялся показатель поляризации [Андронов, 1979; Пронькин, Подушка, 1981], а удаление ядра от оболочки оценивалось по отношению к его радиусу [Андронов, 1979]. Изучено 7 самок русского осетра и 1 севрюга.

На основании собранных материалов получены первые предварительные результаты по оценке самок осетра и севрюги Обиточного залива по показателю поляризации (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика икры самок осетровых рыб,  
выловленных в Обиточном заливе Азовского моря**

Дата	Длина (см) и масса (кг) тела	Масса икринки, мг	Средний диаметр икринки, мм	Средний радиус ядра, мм	Расстояние от ядра до оболочки, мм	Показатель поляризации
О с е т р						
22.03.95	125	16,0	17,4	3,22	0,28	0,47>R
23.03.95	120	15,5	20,2	3,40	0,36	0,33<R
04.04.95	—	—	17,7	3,32	0,33	0,35>R
24.04.97	—	—	17,3	3,20	0,32	0,32=R
05.05.97	104	14,0	17,2	3,19	0,29	0,33>R
05.05.97	158	24,0	17,1	3,21	0,30	0,35>R
01.06.97	149	20,0	26,1	3,77	0,37	0,27<R
Среднее	131	17,9	19,0	3,33	0,32	0,35>R
С е в р ю г а						
30.04.97		8,0	10,4	2,69	0,21	0,29>R
						0,11

При рассмотрении данных обращают на себя внимание следующие закономерности. Большинство самок осетра имело близкие показатели средней массы и диаметра икринок, а также показателя поляризации в пределах 0,10-0,11. Причем, эти самки были отловлены в конце марта-начале мая. А вот у самки, выловленной в начале лета при более высокой температуре воды, икра характеризовалась более крупными размерами и более поляризованным положением зародышевого пузырька, что свидетельствует о большей степени зрелости в пределах IV стадии зрелости. У севрюги показатель поляризации сходен с осетрами. Если судить по литературным данным, то у каспийской севрюги наилучшие рыболовные показатели имели особи с показателем поляризации от 0,05 до 0,08. При 0,09-0,12 процент созревших после инъекции самок уменьшался до 41,7%, а средний процент оплодотворения икры — не более 19%. При ПП более 0,12 процент созревания и оплодотворения икры еще меньше, личинки менее жизнеспособны [Пронькин, Подушка, 1981]. Авторы рекомендовали отбирать для рыболовных целей рыб с ПП не менее 0,09. В нашем случае в первую группу попадает лишь одна самка, выловленная 1 июня. Остальные, кроме одной мартовской, входят во вторую группу с вероятностью худшего рыболовного качества и не попадающие в состав рыб, рекомендуемых для целей рыболовства.

Что касается второго показателя, характеризующего степень зрелости икры — показателя подстадий IV стадии зрелости по А.Е. Андронову [1979] — расстояния от ядра до оболочки, выраженного в радиусах ядра, то большинство самок попадает в группу рыб, у которых зародышевый пузырек находится на расстоянии от оболочки анимального полюса больше радиуса, но меньше диаметра ядра. По этому показателю рекомендовалось отбирать самок севрюги с положением ядра на расстоянии не более радиуса ядра. В нашем случае подходят три самки из восьми (см. табл. 1).

Икра отдельных самок обладает определенной разнокачественностью. Проанализируем это на примере распределения частоты встречаемости показателя поляризации у каждой самки осетра и севрюги (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение показателя поляризации икры  
отдельных самок осетра и севрюги (%)**

Классы ПП	Дата вылова рыб						
	март		апрель			май	июнь
	22*	23*	4*	24*	30**	5*	1*
0-0,03	-	12	-	-	-	5	34
0,04-0,06	-	24	4	36	-	17	14
0,07-0,09	-	12	28	12	40	29	22
0,10-0,12	27	24	40	24	37	20	13
0,13-0,15	36	12	20	8	13	8	5
0,16-0,18	14	4	8	12	5	16	13
0,19-0,21	23	8	-	4	5	-	-
0,22-0,24	-	4	-	4	-	5	-
Кол-во икр. шт.	22	23	25	25	24	24	23

\* — осетр, \*\* — севрюга.

Если в икре отдельных самок показатель поляризации колеблется от 0,03 до 0,24, модальные классы, как правило, совпадают со средними значениями показателя. Отмечается левостороннее смещение в сторону увеличения количества икринок с большей поляризацией у рыб, отловленных ближе к лету, при более высокой температуре воды (до 19° С).

Обобщая полученные результаты, можно отметить, что самки осетра и севрюги, находящиеся на участке нерестового хода в районе косы Обиточная и имеющие IV стадию зрелости, хотя и не относятся к группе производителей с вероятно лучшими рыбоводными показателями, все же близки к ним. Это дает основание надеяться, что при выдерживании на рыбоводном заводе в соответствующих, желательно управляемых экологических условиях они нормально завершат созревание и эффективно ответят на гормональную стимуляцию. Для проверки данного предположения необходимы соответствующие опыты в условиях действующих в Приазовье осетровых рыбоводных участков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алтуфьев Ю.В., Дубовская А.В., Гарлов П.Е. О подготовленности самок осетра и севрюги, поступающих на ОРЗ, к гипофизарным инъекциям//Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов: Краткие тезисы научных докладов к предстоящему Всесоюзному совещанию в октябре 1986 г. — Астрахань, 1986. — С. 16-18.
2. Андронов А.Е. Способ отбора самок севрюги для рыбоводных целей//Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. — Астрахань, 1979. — С. 12-13.
3. Андронов А.Е., Мурыгин А.Н. Сравнение степени зрелости гонад самок озимого осетра различных периодов хода//Осетровое хозяйство водоемов СССР: Краткие тезисы научных докладов к предстоящему Всесоюезному совещанию 11-14 декабря 1984 г. — Астрахань, 1984. — С. 22-23.
4. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. — М., 1981. — 224 с.
5. Ложичевская Т.В., Дорошева Н.Г., Ружинская Л.П., Ковальчук Л.И. Особенности функционального состояния нерестового стада азовского осетра//Первый конгресс ихтиологов России: Тезисы докладов. — М., 1997. — С. 228.

6. Пронькин В.И., Подушка С.Б. Оценка степени зрелости самок волжской севрюги по положению ядра в овоцитах//Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. — Волгоград, 1981. — С. 207-209.
7. Пронькин В.И., Подушка С.Б., Запорожец В.Н. Изменение положения ядра в ооцитах волжской севрюги при транспортировке и краткосрочном содержании производителей на рыбоводном заводе//Вестник ЛГУ. Биология. — Л., 1986. — 12 с. (Рукоп. депон. в ВИНТИ 5.08.86, № 4083-В).
8. Чихачева В.П., Горбачева Л.Т., Воробьева О.А., Панченко М.Г., Егоров В.И. Функциональное состояние нерестовой популяции донской севрюги//Первый конгресс ихтиологов России: Тезисы докладов. — М., 1997. — С. 324.
9. Шевченко В.Н., Попова А.А., Рогов М.А., Бурлаченко Н.А., Тимошенко Н.А., Рыбченко А.Н. Использование "морских" производителей осетра для получения потомства на Павлопольском ТРХ//Международный симпозиум: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. — Краснодар, 1996. — С. 80-81.

Э.Г. ЯНОВСКИЙ, К.В. ДЕМЬЯНЕНКО (АзЮгНИРО)

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОГО ХОЗЯЙСТВА В БАССЕЙНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Дана общая характеристика эксплуатируемых популяций осетровых в Азовском море. Описана современная схема воспроизводства азовских осетровых. Сделан вывод о необходимости наращивания масштабов искусственного воспроизводства как одного из основных условий стабилизации и увеличения запасов осетровых, улучшения биологического состояния их популяций. Рассмотрена возможность ограниченного применения крупноячеинных жаберных сетей для промысла осетровых (в том числе с нарушениями в развитии гонад) в морской зоне Украины, а также заготовки зрелых рыб для целей искусственного воспроизводства.

Осетровые рыбы Азовского бассейна являются ценнейшим сырьем для предприятий рыбохозяйственных отраслей Украины и Российской Федерации.

К сожалению, сложившаяся во второй половине XX века экологическая ситуация в Азовском море, прилегающих морских и солоноватоводных водоемах, а также пресноводных водотоках делает проблематичным существование осетровых как объекта промысла, имеющего стабильную численность, удовлетворительные условия воспроизводства и роста биомассы. Экосистема Азовского бассейна, включая водосборную площадь, поверглась значительным антропогенным трансформациям, что вызвало неблагоприятные изменения продуктивности биоты.

В недавнем прошлом Азовское море занимало второе место по добыче осетровых на территории СССР (после Каспийского моря) [Мильштейн, 1971]. Улов осетровых в СССР составлял до 90% и более мирового улова этих рыб. Высокая продуктивность моря по осетровым определялась большим нерестовым фондом (высокой обеспеченностью залития нерестилищ — на Дону 6 и 10 лет, а на Кубани — практически ежегодно), почти полным отсутствием естественных врагов и благоприятными кормовыми условиями.

В бассейне Дона размножались в основном осетр и белуга и до одной трети нерестовой популяции азовской севрюги. Всего на Дону воспроизвело до 60% осетровых Азовского моря. Кубань была исконно севрюжьей рекой.

Однако в послевоенные — 50-е годы — началось преобразование водного режима в бассейнах рек Дона и Кубани, что неблагоприятно сказалось на естественном воспроизводстве генетически пресноводных рыб. А именно, сооружение плотин на основных реках Азовского бассейна привело к коренному изменению их гидрологического режима: плотины полностью или частично отрезали нерестилища осетровых. Масштабы их естественного размножения катастрофически уменьшились. Качество оставшихся нерестилищ резко ухудшилось, значительно уменьшились объем и продолжительность половодья, снизились температура воды и кормость рек, повысилась выедаемость личинок и мальков хищными и "сорными" рыбами [Реков, Корнеев, 1987]. К 1975

г. от естественного размножения осетровых в море скатывалось молоди в 100 раз меньше, чем до зарегулирования.

В настоящий период эксплуатируемые популяции осетровых представлены двумя видами — русским осетром *Acipenser gueldenstaedti* и севрюгой *Acipenser stellatus*. В ряду практически исчезнувших или крайне малочисленных видов — белуга *Huso huso*, шип *Acipenser nudiventris* и стерлядь *Acipenser ruthenus*.

Запасы осетровых в Азовском море сейчас пополняются в основном молодью, выращенной на рыбоводных заводах. Регулярное зарыбление Азовского моря молодью осетровых рыб в Азово-Донском районе осуществляется тремя осетроводными заводами — Рогожкино, Взморье, Аксайско-Донской — общей мощностью до 10 млн. шт. молоди [Горбачева, Крапивина, Гаврилова, 1987]. На Кубани функционируют заводы: Ачуевский, Темрюкский, Краснодарский, Гривенский, Славянский — общей мощностью до 25 млн. шт. молоди [Савельева, Голованенко, Кубранова, 1979]. Украиной заводское воспроизводство ведется на специально оборудованных рыбоводных пунктах в Таганрогском заливе (в результате чего ежегодно в море выпускается до 3 млн. шт. молоди).

Эффективность осетроводства достаточно высока. Если в 1958-1960 гг. в Азовском море насчитывалось 1,8 млн. голов всех осетровых, то в 1970-1972 гг. (с развитием заводского воспроизводства) их численность составляла 4,1 млн., в 1975 г. — 8,1 млн., а в 1980 г. — 11,9 млн. голов.

Уровень естественного воспроизводства в настоящий период характеризуется цифрами на порядок ниже, чем уровень заводского воспроизводства.

Естественное воспроизводство донской севрюги практически безрезультатно с 60-х годов. Сооружение Федоровской плотины (1967 г.), а затем и Краснодарской (1973 г.) преградило проход севрюги к естественным нерестилищам. Под Краснодарской плотиной сохранилось 5 га искусственных нерестилищ, которые заиливаются и используются практически только в многоводные годы.

В условиях зарегулированного стока Дона только у осетра сохранилось естественное размножение, но исключительно в средневодные и многоводные годы (высокоурожайными были, например, 1963 и 1979 гг., среднеурожайными — 1968, 1969, 1970, 1977, 1980, 1981 гг.).

При этом отметим, что в последнее время (с середины 80-х и 90-е годы) уровень искусственного воспроизводства снизился. Общий объем выпуска молоди на бассейне составляет не более 30 млн. шт. (что в 1,5 раза меньше, чем в конце 70-х-начале 80-х годов). Основные причины — трудности экономического характера (дефицит средств на ремонт и реконструкцию рыбоводных заводов).

Кроме того, искусственное воспроизводство осетровых в Азовском бассейне осложняется такой проблемой, как потеря хоминга рыбами заводского происхождения. Это выражается в значительном ослаблении нерестового хода осетра, незаходе производителей в реки, что пагубно влияет на общее физиологическое состояние рыб, затрудняет заготовку производителей [Подушка, Барышникова, 1989]. Ежегодно отмечается увеличение количества производителей осетровых с резорбцией половых продуктов. В 1992 г. (по данным АзНИИРХ) почти у 60% нерестовой популяции осетра наблюдалась резорбция.

Уменьшение масштабов промышленного осетроводства, при крайне низком уровне естественного воспроизводства, заметно влияет на снижение численности популяций в море. Если в 1988 г. в Азовском море обитало 17,6 млн. шт. осетровых (в том числе: осетр — 14,1 млн., севрюга — 3,4, белуга — 0,054 млн.), то в 1992 г. — 11,5 млн. Причем, резкое уменьшение численности поголовья отмечено у осетра (до 8,9 млн.) и белуги, популяция которой находится в крайне депрессивном

состоянии (ее численность оценивается в несколько тыс. голов) и запрещена для промысла. Численность севрюги снизилась до 2,5 млн. шт. Еще через три года — в 1996 г. — общая абсолютная численность популяций осетровых составила уже 6,1 млн. экз.

В настоящий период доля осетровых рыб от заводского воспроизводства оценивается более чем в 90%.

История промысла осетровых свидетельствует: ни одни рыбы не подвергались столь продолжительному и мощному промысловому прессингу, как осетровые. Наибольшего развития промысел их в Азовском бассейне достиг в 60-е годы XIX века, после чего начался прогрессирующий упадок рыболовства, как результат хищнического лова и отсутствия мероприятий для сохранения и улучшения состояния естественных нерестилищ, затронутых хозяйственной деятельностью человека. Тогда в водах Дона и Таганрогском заливе добывалось около 7,5 тыс. т осетровых (белуги, осетра, севрюги). В эти же годы уловы в Кубанском районе достигали 5 тыс. т. К началу XX века они снизились в 10-12 раз [Троицкий, 1973].

В период первой мировой и гражданской войн интенсивность промысла на Азове резко упала, что вместе с некоторым улучшением условий размножения проходных рыб обеспечило увеличение их запасов.

В 1927-1929 гг. насчитывалось около 30 тыс. рыбаков, в основном из сельского населения, с низкой товарностью промысла и производительностью труда.

Для всей последующей истории азовского рыболовства характерно сокращение количества рыбаков с одновременной индустриализацией промысла, внедрением новой техники и повышением производительности труда. Это способствовало быстрому росту ловецкого и транспортного флота.

Однако наряду с техническими нововведениями в течение многих лет сохранились самоловные крючья для лова осетровых. Они наносили глубокие раны, часть рыбы, сорвавшейся с крючьев, или гибла, или ранение губительно сказывалось на ее поведении, росте и упитанности.

В период с 1930 по 1940 г. количество самоловных крючьев колебалось от 13 до 25 млн. (в этот период вылов осетровых составлял 6,5-7,3 тыс. т), после войны (1946-1950 гг.) — от 3,2 до 3,8 млн., а в 1951 г. они были запрещены [Троицкий, 1973].

Чтобы сохранить достаточную интенсивность морского лова осетровых после запрещения крючьев, рыболовецкие организации резко увеличили количество аханов (жаберные сети для осетровых с ячеей более 120 мм) — в 1952-1953 гг. был зарегистрирован подъем уловов осетровых до 3,2-3,3 тыс. т. Но так как вылавливалось большое количество яловой рыбы, а это уменьшало добычу икры, ценнейшего продукта рыбной промышленности, то в 1954 г. и аханы были запрещены [Троицкий, 1973].

С 1957 г. добывающая промышленность Азовского моря перешла на новую организацию рыболовства, в основу которой был положен принцип соответствия мощности вооружения ежегодно устанавливаемому допустимому улову (лимиту) ценных промысловых рыб. Были введены дополнительные ограничения рыболовства, в том числе из-за большого прилова молоди запрещены ставные сети, за исключением сетного лова сельди в Керченском проливе.

Современный промысел осетровых в Азовском море производится только в узкой 5-7-мильной прибрежной зоне ставными неводами. Средний годовой улов за последние годы составляет 1,2 т, из них на долю российских рыбаков приходится до 80% вылова, украинских — до 20%.

Управление запасами осетровых производится на основе использования промыслом нерестовой популяции. Такая концепция в течение многих лет позволяла успешно управлять запасами осетровых и получать от их популяций наиболее ценную продукцию — крупных рыб и икру.

Промысловые популяции азовских осетровых во второй половине 90-х и в начале XXI века формируются и будут формироваться низкими по численности поколениями периода спада естественного воспроизводства, что неминуемо приведет к уменьшению запасов этих рыб.

Современный режим рыболовства на Азовском бассейне разработан в годы, когда естественное воспроизводство осетровых еще имело существенное значение, а поведение рыб заводского воспроизводства, достигших зрелости, изучено не было. Но, к настоящему времени в популяциях осетра и севрюги произошли изменения, в частности, повышение встречаемости аномалий в развитии и функционировании репродуктивной системы, отклонения от норм миграционного поведения. Снижаются интенсивность нерестового хода и, соответственно, масштабы захода производителей в реки. С точки зрения промыслового использования популяций осетровых такое положение вскоре может привести к недолговечности взрослых рыб, практически утративших способность к размножению и обитающих в собственно море постоянно, исключив речную фазу. Это обуславливает необходимость поиска новой, более эффективной концепции использования стада осетровых.

В складывающихся на настоящий момент условиях возможно рассматривать новый режим лова осетровых, базирующегося не только на производителях, заходящих в реки на нерест, но и на рыбах, достигших зрелости, но обитающих в море и не заходящих в промысловую зону. Вероятно, для их вылова возможно ограниченное применение с судов крупноячейных жаберных сетей (120-160 мм), выходя за пределы прибрежной 5-мильной зоны.

Крупноячейные жаберные сети (аханы), как показали исследования, по ряду показателей превосходят ставные невода. Средний размерный состав осетра в уловах ахан на 10-20 см выше, чем в ставниках, и прилов молоди — не более 1-2 шт./100 кг. Следует заметить, что использование аханов предусматривает достаточно мощное обеспечение плавсредствами для оперативного снятия сетей в случае шторма.

Учитывая важность формирования и проведения новой концепции промыслового использования рыб, в первую очередь необходимо приложить усилия для стабилизации и увеличения численности популяций азовских осетровых. Особая роль при этом должна быть отведена поиску путей интенсификации искусственного воспроизводства с сохранением на ближайшие годы “щадящего” режима промысла, ограниченного применения аханов и крупноячейных ставных неводов.

Коренное улучшение биологического состояния популяций и увеличение запасов азовских осетровых возможно лишь при значительном (до 100-150 млн. шт. молоди) увеличении масштабов промышленного осетроводства. Несмотря на все негативные последствия нарушения экосистемы, потенциальные возможности Азовского моря по производству осетровых остаются на высоком уровне. Кормовая база моря способна обеспечить 150 млн. голов осетровых рыб (получать до 50 тыс. т товарной осетрины), в то время как современный выпуск рыбоводными заводами России и Украины в 8-10 раз меньше.

Таким образом, целесообразно осуществление реконструкции и формирования мощностей осетроводных рыбоводных заводов России. Кроме того, в ближайшие годы возможно вести проектирование и строительство осетровых рыбоводных заводов, а также осуществлять реконструкцию

уже существующих рыбоводных мощностей на Украине (рыбоводные пункты в рыбколхозах Северного Приазовья).

Строительство новых рыбозаводов в Северном Приазовье осложняется дефицитом пресноводного стока и качеством речной воды на Азовском побережье, но при использовании современных технологий и подходов эти проблемы разрешимы. В ряду реальных проектов — строительство осетроводного завода в устье реки Обиточная. При выполнении такой программы реконструкции и создания новых осетроводных мощностей промышленное воспроизводство осетровых на Украине теоретически может составить к 2010 г. до 15-20 млн. шт. молоди, что даст в промысловом возврате 2-3 тыс. т товарной рыбы.

Важнейшей проблемой искусственного воспроизводства осетровых является обеспечение предприятий производителями. Для ее разрешения необходимы поиск и исследование новых путей изъятия зрелых рыб (из рек, предустьевых участков и собственно моря в период нерестового хода).

Кроме того, для увеличения промвозврата и компенсации небольших масштабов искусственного воспроизводства необходимо идти по пути повышения жизнестойкости молоди.

Аквакультура (не только воспроизводство рыб для зарыбления естественных водоемов, но и товарное осетроводство) связана с необходимостью вложения больших капитальных средств в строительство рыбоводных заводов, рыбопитомников, экспериментально-производственных баз и т. п. Поэтому перспективы ее развития должны рассматриваться в качестве комплекса биологических, технических и социально-экономических проблем.

Специфика осетрового хозяйства проявляется в том, что окупаемость вложенных денежных средств может быть достигнута лишь через пятнадцать-двадцать лет последовательного проведения рыбохозяйственных мероприятий. Обусловлено это тем, что основная масса особей достигает зрелости лишь на 10-15 году жизни, и для формирования промысловой популяции необходимо ее стабильное многочисленное ежегодное пополнение созревающими рыбами.

Задачи подобного масштаба разрешимы только при условии взаимопонимания и тесного международного сотрудничества, направленного как на сохранение уникальных видов осетровых в бассейне Азовского моря, так и на создание и стабилизацию сырьевых ресурсов, имеющих важнейшее значение для рыбохозяйственных отраслей России и Украины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачева Л.Т., Крапивина Л.А., Гаврилова В.Н. Выращивание молоди осетра при направленном формировании биологической продуктивности осетровых прудов в пойме Нижнего Дона//Воспроизводство запасов осетровых рыб в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. Труды ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 29-37.
2. Мильштейн В.В. Столетие осетроводства//Осетровые СССР и их воспроизводство. — Труды ЦНИОРХ, т. III. — М.: ЦНИОРХ, 1971. — С. 5-13.
3. Подушка С.Б., Барышникова Т.Е. Хоминг — нерешенная проблема осетрового хозяйства//Осетровое хозяйство водоемов СССР (Краткие тезисы научных докладов к предстоящему Всесоюзному совещанию, ноябрь 1989 г.). — Астрахань: КаспНИИРХ, 1989. — С. 251-252.
4. Реков Ю.И., Корнеев А.А. Эффективность воспроизводства и пополнения стад азовских осетровых//Воспроизводство запасов осетровых рыб в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. Труды ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 94-101.
5. Савельева Э.А., Голованенко Л.Ф., Кубранова Л.К. Современный состав и масштабы воспроизводства осетровых в Азово-Кубанском районе//Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. — Астрахань: ЦНИИ осетрового хозяйства, 1979. — С. 20-22.
6. Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. — Ростов-на-Дону: Ростиздат, 1973. — 192 с.

В.И. ВИЖЕВСКИЙ

**ПРОМЫШЛЕННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ  
МИДИЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РОСТА НА НОВОЙ  
КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРА  
В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ**

Исследованы особенности роста мидий на коллекторах новой конструкции в Керченском проливе. Показано, что удельная скорость линейного роста своих максимальных величин достигает на начальном этапе и постепенно снижается с возрастом, тогда как абсолютная скорость весового роста с возрастом увеличивается. Установлено, что на данном типе коллектора выход конечной биомассы мидий к концу цикла выращивания колеблется от 3,5 до 6,5 кг/м.

Культивирование мидий в Керченском проливе имеет давнюю традицию, берущую свое начало с 70-х годов [Иванов, 1976]. Именно здесь была разработана биотехнология товарного культивирования мидий и созданы первые промышленные плантации. При этом, во все времена достаточно остро стоял вопрос выбора оптимальных технических средств культивирования, поскольку урожай мидий во многом определяется видом и конструкцией субстрата [Вижевский, 1987].

Весной 1996 и 1997 гг. впервые для промышленного выращивания мидий в Керченском проливе был использован коллектор-носитель непрерывного типа новой конструкции Н7-ИКМ 132.000. В течение двух лет была создана мидийная плантация, состоявшая в общей сложности из 135 коллекторов-носителей этой конструкции. Поскольку субстрат предложенного коллектора существенно отличался от использовавшегося для поставленных целей ранее, первоочередной интерес представляли собой данные, касающиеся особенностей роста моллюсков и их конечного урожая.

В связи с этим, в течение всего цикла культивирования осуществлялся периодический контроль за выращиваемыми на коллекторах мидиями. Для этих целей периодически отбирались фрагменты коллекторов длиной не менее 1 м, которые затем обрабатывались в лабораторных условиях по стандартной методике.

Среднюю удельную скорость массы тела ( $C_w$ ) и длины ( $C_l$ ) находили по формулам:

Среднесуточный прирост массы тела (абсолютную скорость роста ( $P_w$ ) и длины ( $P_l$ ) определяли по формулам:

где — средняя масса (г) и длина (мм) соответственно в начале, конце и середине анализируемого интервала времени  $t_1$  и  $t_2$  (сут.).

Эти расчеты были выполнены для мидий весенней генерации 1996 г., принятых нами за отдельную когорту моллюсков.

Общеизвестно, что время установки коллекторов в море для сбора спата и его дальнейшего доращивания до товарных размеров определяется сроками размножения местной популяции мидий, характером распределения и численностью их личинок в планктоне [Золотницкий, Штыркина, 1984; Вижевский, 1988]. В Керченском проливе сбор спата на коллекторы, для получения урожая товарных мидий, обычно осуществляется в период весеннего размножения мидий. По результатам многолетних исследований наиболее оптимальные сроки установки коллекторов в Керченском проливе приходятся на период с конца марта до третьей декады апреля [Штыркина, Вижевский и др., 1987].

Если весной 1995 г. установка коллекторов в море осуществлялась с большим опозданием, когданерест мидий местной популяции практически завершился, то в 1996 г. из-за холодной и затяжной весны установка коллекторов прошла практически в оптимальные сроки. Поэтому летом 1996 г. на установленных в 1995 г. коллекторах присутствовало три генерации моллюсков. Весенняя генерация 1995 г. была представлена единичными моллюсками, а численность осенней 1996 г. и весенней 1996 г. генераций мидий была в соотношении как 40 и 60%. Не касаясь промежуточных результатов можно констатировать, что к осени 1997 г. численность и биомасса мидий на коллекторах была соответственно равна 230 экз./м и 3,57 кг/м, при средней длине раковины 52,8 мм и массе 15,3 г.

Аналогичные результаты на коллекторах, установленных весной 1996 г., выглядели следующим образом: 300 экз./м; 6,5 кг/м; 55,5 мм и 18,5 г.

Кондиционные показатели мидий были на сравнительно высоком уровне. В первом случае выход сырого мяса составлял в среднем по коллектору 4,1 г, во втором случае — 5,1 г.

Размерный состав мидий на коллекторах в ходе выращивания представлен на рис. 1.

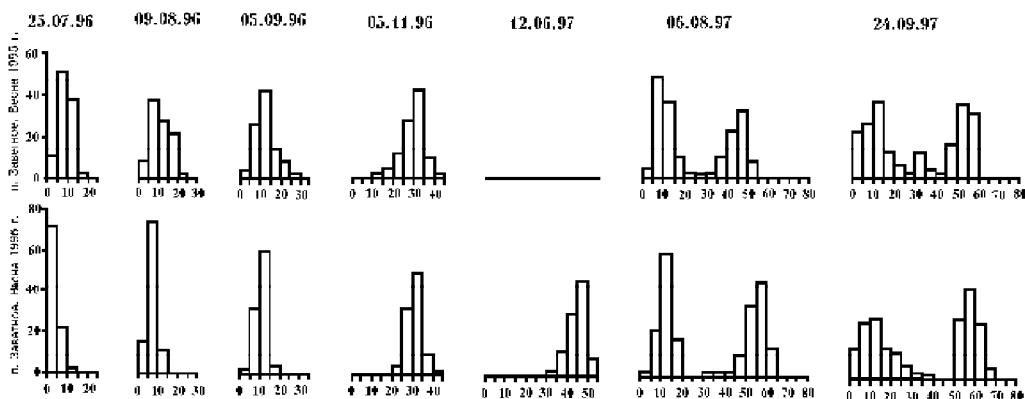


Рис. 1. Размерный состав мидий на коллекторах в Керченском проливе (1995-1997 гг.)

Исследованиями предыдущих лет было выявлено, что показатели роста мидий определяются, в первую очередь, температурным режимом воды, а также репродуктивной активностью моллюсков и выражаются в

смене периодов активного роста, его замедлением и полной остановкой, повторяющихся ежегодно с одной и той же цикличностью [Золотницкий, Вижевский, 1987; Вижевский, 1994].

В результате проведенных нами исследований было установлено, что в летние месяцы удельная скорость линейного роста раковины мидий на коллекторах была сравнительно высокой и в среднем составляла в первый год выращивания  $0,025 \text{ сут.}^{-1}$ , снизившись в сентябре 1997 г. до величины  $0,00008 \text{ сут.}^{-1}$ . Удельная скорость весового роста мидий на коллекторах за весь период исследований изменялась в меньших пределах и колебалась от  $0,037 \text{ сут.}^{-1}$  в начале выращивания до  $0,008 \text{ сут.}^{-1}$  в конце.

В третьей декаде июля 1996 г. абсолютная скорость линейного роста раковины мидий составляла  $0,14 \text{ мм}$ , а весового —  $0,001 \text{ г}$  (рис. 2). С

некоторым понижением температуры воды с 9 августа по 5 сентября линейный и весовой прирост моллюсков заметно увеличился и в среднем составил, соответственно —  $0,3 \text{ мм}$  и  $0,015 \text{ г}$ . К концу периода исследований линейный прирост значительно снизился до  $0,003 \text{ мм}$ , тогда как весовой повысился до  $0,12 \text{ г}$ .

Анализ роста мидий на коллекторах в течение цикла выращивания товарных моллюсков показал, что удельная скорость линейного роста своих максимальных величин достигает на

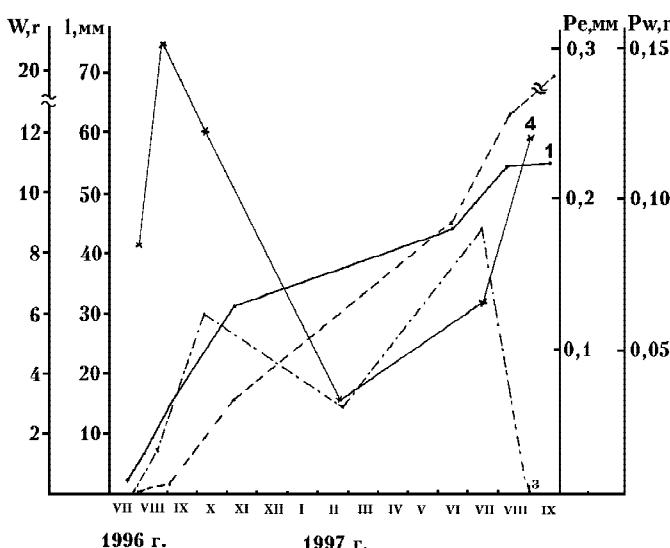


Рис. 2. Кривые линейного роста (1), роста массы тела (2), среднесуточного прироста длины (3) и массы (4) мидий в течение периода культивирования

начальном этапе и постепенно снижается с возрастом, в то время как абсолютная скорость весового роста с возрастом увеличивается.

Результаты культивирования мидий на коллекторе-носителе непрерывного типа (Н7-ИКМ 132.000) свидетельствует, что выход биомассы товарных мидий в конце цикла выращивания колеблется в пределах от 3,5 до 6,5 кг/м.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вижевский В.И. Испытание мидийных коллекторов в Керченском проливе//Рыбное хозяйство, 1987. № 3. — С. 35-37.
2. Вижевский В.И. Биотехника культивирования мидий на оз. Донузлав//Рыбное хозяйство, 1988. № 12. — С. 39-41.
3. Вижевский В.И. Рост мидий в оз. Донузлав//Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 1994. Т. 40. — С. 115-119.
4. Золотницкий А.П., Штыркина Л.Ф. Оogenез и половой цикл мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lum.) Керченского пролива//Тез. докл. Всесоюз. совещания: Экология, систематика, филогения и окогенез двустворчатых моллюсков (Москва: 26-28 ноября 1984 г.). — М.: Наука, 1984. — С. 34-35.

## 4 8

5. Золотницкий А.П., Вижевский В.И. Рост и продукция мидий Керченского пролива//В сб.: Биология и культивирование моллюсков. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 80-87.
6. Иванов А.И. Предварительные результаты работ по культурному выращиванию мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lum.) в Керченском проливе и некоторых районах Черного моря//Океанология, 1971. XI. Вып. 5. — С. 889-899.
7. Штыркина Л.Ф., Вижевский В.И. и др. Материалы по опытно-промышленному культивированию мидий в Керченском проливе//В сб.: Биология и культивирование моллюсков. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 67-76.

Э.Г. ЯНОВСКИЙ, В.С. МИРОШНИКОВ (АзЮгНИРО)

**БИОЛОГИЯ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ  
МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*  
В СЕВЕРНОМ ПРИАЗОВЬЕ**

С проникновением в Азовское море черноморской мидии к 1980 г. моллюск активно освоил заливы Северного Приазовья. Несмотря на эвригалинность мидии, соленость здесь значительно влияет на эффективность ее нереста. Отмечено два пика нереста — весна и осень. Осенью нерест вдвое эффективнее благодаря снижению температуры воды и повышению солености.

Приводятся размерно-массовые и возрастные характеристики по районам массового скопления.

Запас мидии на банках Северного Приазовья определен в 111,4 тыс. т, что позволяет вести ее добычу орудиями лова, экологически безвредными для других гидробионтов.

В начале 50-х годов из Черного моря в Азовское вселяется двустворчатый моллюск мидия (*Mytilus galloprovincialis*), значительно продвигая на север границу своего ареала.

С увеличением солености Азовского моря, в связи с гидростроительством и маловодными годами материкового стока мидия создает самостоятельные биоценозы. Уже к 1964 г. биоценоз мидии в Азовском море отмечается в Казантипском заливе и в районе Железинской банки [Несис, 1957]. В период наибольшего осолонения (1972-1978 гг.), когда среднегодовая соленость воды составляла 12,3-13,8‰, а среднемесячная в отдельные годы превышала 14,5‰, ареал мидии значительно расширился, и численность резко увеличилась. В эти годы площадь, занимаемая моллюском, достигала 3,8-7,1 тыс. км<sup>2</sup>, а запас — 2,4 млн. т [Некрасова, Закутский, 1979]. В 80-х гг. минерализация азовских вод вновь снизилась до 10,9-11,3‰, что обусловило уменьшение ареала и численности мидии в Азовском море, особенно в связи с гибеллю от мощных заморов [Некрасова, Закутский, 1981].

У северного побережья моря впервые большие скопления мидии наблюдались в 1975 г., а в 1979-1980 гг. моллюск встречался практически во всех заливах Северного Приазовья, но высокие концентрации его отмечались в Бердянском и Обиточном заливах.

Изучение азовской концентрации мидии показало, что, несмотря на эвригалинность, величина солености является основным фактором, влияющим на жизненные функции моллюска.

Половозрелость мидии в Северном Приазовье в массе наступает на втором году жизни. Размножение отмечается с мая по октябрь при температуре воды 12°C и солености не ниже 12‰.

Отмечаются два пика нереста — в мае и в августе-сентябре. Более мощный пик нереста — летне-осенний, который и определяет

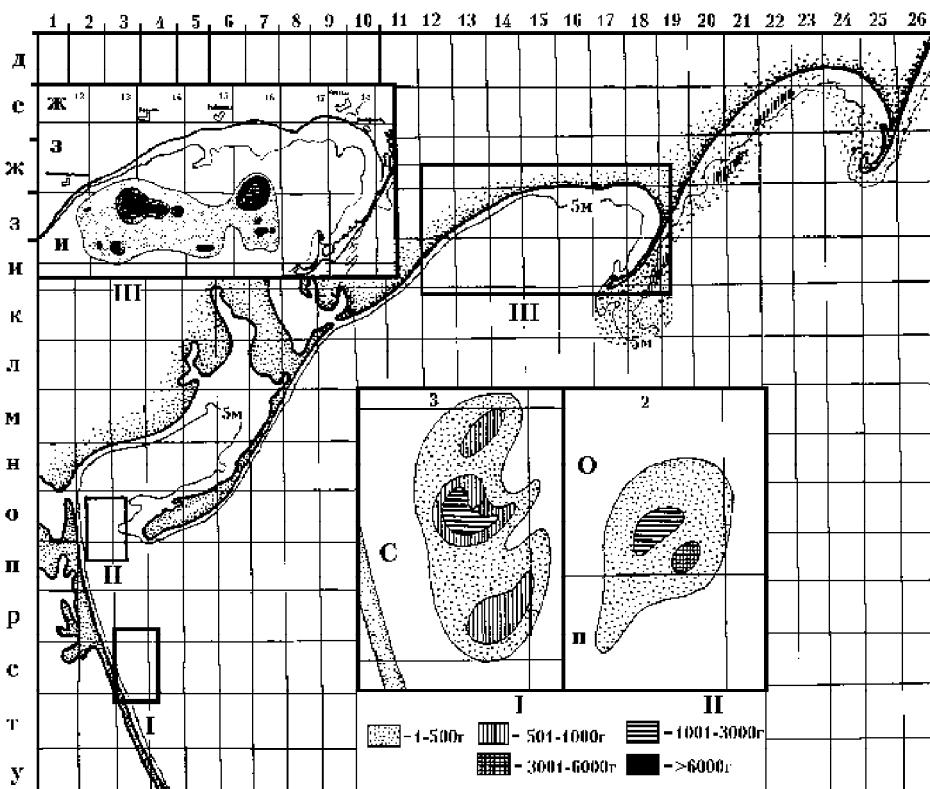
численность и биомассу популяции. Это обусловлено осенним понижением температуры воды (в среднем до 19-20°C) и повышением солености. Численность личинок в планктоне сильно варьирует, в зависимости от условий среды и времени года. Весенняя среднемноголетняя величина составляет около 600, летне-осенняя — более 1200 экз./м<sup>3</sup>. Максимальная численность личинок наблюдалась при температуре воды 23,2°C и солености 13,7‰ — 2120 экз./м<sup>3</sup> [Спичак, 1980].

При оседании на твердый субстрат моллюск ведет оседлый образ жизни, но может отбрасывать биссус и передвигаться с помощью "ног" (что наблюдалось при дефиците кислорода). Мидия хорошо переносит дефицит кислорода до 5-7 суток, изолируясь от среды закрытием створок [Карпевич, Спичак, 1979; Спичак, 1980].

Питаются мидии фитопланктоном, бактериями, органическим веществом, растворенным в воде. Основу питания составляют детрит и одноклеточные водоросли. Оптимальной концентрацией фитопланктона считается биомасса от 1000 мг/м<sup>3</sup> и выше. Наиболее высокий темп роста наблюдается на первом году жизни, при насыщении воды кислородом более 60% и температуре воды 24°C [Карпевич, Спичак, 1979; Спичак, 1980].

Продолжительность жизни мидии в Северном Приазовье в среднем 6 лет. Максимальный размер раковины — 90 мм, но преобладают моллюски размером до 50 мм (в возрасте 3-4 года).

Распределяется мидия неравномерно. Основные скопления, мидийные банки, расположены в Бердянском и Обиточном заливах, а также в районе Арабатской стрелки (рисунок).



Распределение мидии в северо-западном районе Азовского моря в 1992 г.

Запас мидии на банках определен в 111,4 тыс. т, в том числе промысловой — 80 тыс. т.

В Бердянском заливе концентрации мидии тяготеют к восточной части косы Обиточная (см. рисунок). Максимальная величина биомассы на банке достигала 1500 г/м<sup>2</sup>, а средняя — 477 г/м<sup>2</sup>. Общий запас моллюска определен в 20,3 тыс. т, из них промысловый (5 см и более) — 7 тыс. т.

В Обиточном заливе предельный возраст мидии 7 лет, а чуть более половины популяции (51,8%) относились к 4-5-леткам. Средняя биомасса мидии на банке составляла 1341 г/м<sup>2</sup>, при диапазоне в 60-9000 г/м<sup>2</sup>. Средняя биомасса по заливу равнялась 768 г/м<sup>2</sup>, максимальная — 12000 г/м<sup>2</sup>. Общий запас мидии в Обиточном заливе оценивается в 67 тыс. т, в том числе 13,7 тыс. т моллюска, не достигшего промысловой длины. Основная биомасса располагается на грунте из серого ила с ракушей.

В районе Арабатской стрелки, в 53-х км от г. Геническа, в удалении от берега на 3 км расположена большая мидийная банка. Глубина нахождения банки — 9 м, субстрат — ракуша с примесью ила. Биомасса мидии на банке в среднем 554 г/м<sup>2</sup>, при диапазоне от 147 до 1322 г/м<sup>2</sup>. Площадь банки 54,3 км<sup>2</sup>, на 10 км<sup>2</sup> концентрация мидии составляет более 600 г/м<sup>2</sup>. Средний запас определен в 24,4 тыс. т, с вероятностью 99%. Состав мидии на 96% включает крупных моллюсков, преобладающая размерная группа 46-60 мм (85% от общей численности). Средний размер 53,8 мм, масса 16,3 г.

Помимо того, что мидия является активным фильтратором водной среды и улучшает экологию водоема, она признана в мировой практике как высококалорийный пищевой продукт и является также ценной белково-минеральной и витаминной добавкой в корм сельскохозяйственным животным и птицам. Из нее изготавливают высокоэффективные медицинские препараты.

Таким образом, при благоприятных условиях обитания и увеличении запасов мидии в Северном Приазовье возможно вести добывчу ценного моллюска в разумных пределах специальными орудиями лова, экологически безвредными для других гидробионтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карпевич А.Ф., Спичак С.К. Влияние дефицита кислорода на выживание и рост черноморских моллюсков-автоакклиматизантов Азовского моря//Промысловые двустворчатые моллюски — мидии и их роль в экосистемах. — Л.: Зоологический институт, 1979. — С. 60-61.
2. Некрасова М.Я., Закутский В.П. Биоценоз мидии *Mytilus galloprovincialis* в Азовском море//Промысловые двустворчатые моллюски — мидии и их роль в экосистемах. — Л.: Зоологический институт, 1979. — С. 91-93.
3. Некрасова М.Я., Закутский В.П. Состояние и распределение мидии в Азовском море// Тезисы докладов областной научной конференции по итогам работы АзНИИРХ в X пятилетке. — Ростов-на-Дону, 1981. — С. 102-104.
4. Несис К.Е. Новые вселенцы в Азовское море//Природа, 1957. № 5. — С. 114-115.
5. Спичак С.К. Биологические аспекты выращивания мидии в Азовском море//Гидробиологический журнал, 1980. Т. XVI. Вып. 2. — С. 47-53.

А.П. ЗОЛОТНИЦКИЙ, А.М. СЕМИК

**О ВЕЛИЧИНЕ И СКОРОСТИ АККУМУЛЯЦИИ  
БАЛЛАСТНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИСКУССТВЕННЫХ  
СУБСТРАТАХ В ПРОЦЕССЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS  
GALLOPROVINCIALIS* LAM.)**

Исследован процесс колонизации искусственных субстратов-коллекторов мидией и другими организмами-обрастателями при выращивании мидий до товарного размера. Показано, что в процессе роста моллюсков на коллекторах численность и биомасса обрастателей снижается вследствие возрастания конкуренции между ними и мидиями за субстрат и пищу. В то же время по мере нарастания биомассы мидий в их дружах накапливается значительное количество биоотложений, которые могут быть серьезным источником вторичного загрязнения акваторий. Для поддержания экологического равновесия в каждом конкретном районе культивирования необходимо проводить предварительную экспертизу предельно допустимых объемов выращивания моллюсков.

При проведении работ по марикультуре моллюсков было отмечено [Раков, 1987; Masson, 1972], что в условиях высокой плотности осевшего на коллекторы спата в дружах растущих моллюсков накапливается значительное количество балластных веществ—фекальных и псевдофекальных масс, выделяемых животными в процессе жизнедеятельности, живых и элиминированных организмов-обрастателей (створки моллюсков, панцири ракообразных, колонии мшанок и др.), которые в условиях крупномасштабного культивирования могут быть серьезным источником вторичного загрязнения шельфовой зоны моря.

В связи с этим представляло интерес исследовать величину и скорость аккумуляции балластных веществ на мидийных коллекторах в процессе выращивания мидий до промысловых размеров, начиная с периода колонизации искусственных субстратов до съема товарной продукции (1,4-1,6 года).

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Работу проводили в 1996-1997 гг. в южной части Керченского пролива на мидийном хозяйстве э/базы ЮгНИРО (п. Заветное). С интервалом 1-2 мес. брали участки коллекторов (длина 0,8-1,5 м), установленных в 1995-1997 гг. Сначала взвешивали целый фрагмент (вместе с пенопластовыми шашками и канатом), затем определяли биомассу отдельных компонентов— мидий ( $B_m$ ), организмов-обрастателей ( $B_o$ ), биоотложений ( $B_b$ ), а также суммарную массу указанных выше ингредиентов ( $B_s$ ). Отдельно просматривали под бинокуляром субстрат коллектора и подсчитывали число осевших личинок, затем определяли таксономический состав и биомассу организмов-обрастателей и мидий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ценоза обрастания искусственных субстратов показал, что в начальный период колонизации наряду с мидией на коллекторы оседает значительное число других видов гидробионтов: моллюсков (р. *Cerastoderma*, *Abra*), усоногих раков (р. *Balanus*), червей (р. *Nereis*), имеющих заметный удельный вес (около 20% от общей биомассы). На начальных этапах роста мидий на коллекторах происходит смена субдоминантных форм обрастателей и в абсолютном значении их биомасса увеличивается. Однако по отношению к биомассе мидии их масса в процессе культивирования неуклонно снижается, что, по-видимому, объясняется возрастанием конкуренции за свободный субстрат и подавлением мидией других организмов-обрастателей (рис. 1). В формализованном виде связь биомассы живых организмов-обрастателей с биомассой мидии хорошо описывается уравнением:

$$B_0 = 19,3B_m^{-0,733} \text{ при } r = -0,927, \quad (1)$$

где  $B_0$  — биомасса обрастателей, выраженная в % от биомассы мидии ( $B_m$ , кг).

Иной характер имеет связь биомассы мидии с суммарной массой организмов-обрастателей ( $B_0$ ) и биоотложений ( $B_b$ ) (рис. 2). На начальном этапе культивирования наблюдается относительное возрастание биомассы балластных веществ  $B_b + B_0 = B_x$  (на рис. 2 эта величина выражена в % от  $B_s$ ), обусловленное оседанием на коллекторы как живых организмов-обрастателей, так и оставшихся на субстрате погибших особей. По мере увеличения индивидуальной средней массы мидии и их общей биомассы в целом доля балласта ( $B_x$ ) снижается, что обусловлено, как уже указывалось выше, возрастанием конкурентной борьбы за субстрат между мидией и другими обрастателями, заканчивающейся почти полным вытеснением последних. Однако дальнейшее нарастание биомассы мидии сопровождается значительным накоплением на коллекторах  $B_x$ , где уже значительный удельный вес приобретают биоотложения (рис. 2). В целом, связь процесса аккумуляции балластных веществ (биоотложений и обрастателей) и

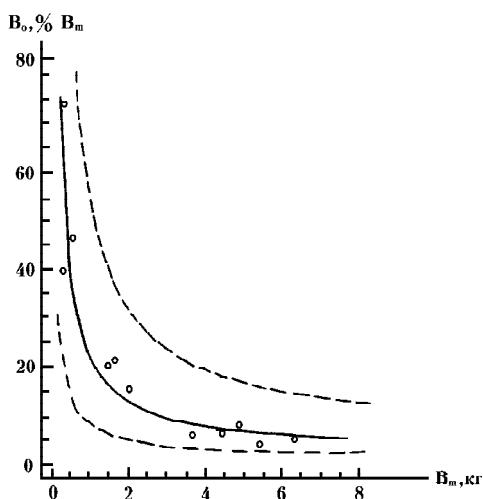


Рис. 1. Связь биомассы мидии ( $B_m$ ) и организмов-обрастателей ( $B_0$ ) в процессе культивирования на коллекторах (штриховая линия — 95% доверительные интервалы)

оседанием на коллекторы как живых организмов-обрастателей, так и оставшихся на субстрате погибших особей. По мере увеличения индивидуальной средней массы мидии и их общей биомассы в целом доля балласта ( $B_x$ ) снижается, что обусловлено, как уже указывалось выше, возрастанием конкурентной борьбы за субстрат между мидией и другими обрастателями, заканчивающейся почти полным вытеснением последних. Однако дальнейшее нарастание биомассы мидии сопровождается значительным накоплением на коллекторах  $B_x$ , где уже значительный удельный вес приобретают биоотложения (рис. 2). В целом, связь процесса аккумуляции балластных веществ (биоотложений и обрастателей) и

$B_s$  на коллекторах в процессе выращивания хорошо аппроксимируется полиномом второй степени, имеющим вид:

$$B_x = 34,18 - 0,014B_s + 1,7 \cdot 10^{-6}B_s^2 \text{ при } r=0,89, \quad (2)$$

где  $B_x$  — биомасса балласта, выраженная в % от суммарной биомассы мидий и обрастателей ( $B_s$ ).

Из уравнения (2) и рис. 2 видно, что из всей биомассы, имеющейся в конце цикла выращивания на коллекторах, свыше 20% составляют биоотложения, а также живые и отмершие организмы-обрастатели.

Из полученных данных вытекают два весьма важных следствия. Так, если принять биомассу мидий при завершении цикла выращивания равной 10 кг/м, то около 20%, т. е. 2 кг/м коллектора будет составлять

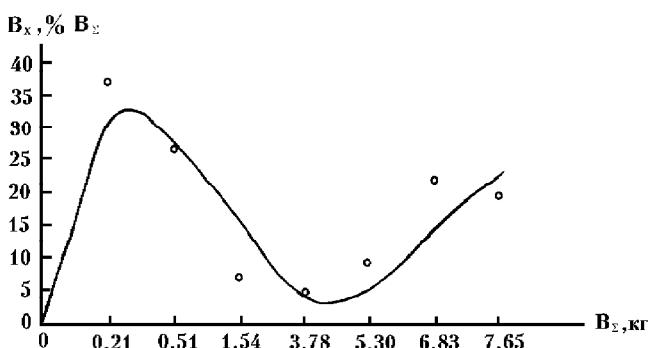


Рис. 2. Связь биомассы балласта ( $B_x$ ) и суммарной биомассы мидий и балластных веществ ( $B_\Sigma$ ) в процессе культивирования

балласт ( $B_x$ ). Следовательно, при культивировании 1000 т моллюсков 200 т будут составлять биоотложения, а также живые и мертвые организмы-обрастатели. Вторых, очевидно, что аккумулированные на коллекторах в конце цикла выращивания балластные вещества являются только частью той продукции, которая образовалась на коллекторах.

В процессе полугодичного культивирования весьма значительная доля органики поступает в окружающую среду при элиминации мидий вместе с обрастателями, вымывается из дроз при штормах и др. По-видимому, удельный вес вторичного загрязнения сопоставим с величиной 375 т сухого органического вещества (или 750 т в сырье весе), рассчитанного нами ранее на основе данных по величине потока энергии, проходящего через популяцию мидий, выращиваемых на коллекторах [Золотницкий, 1988].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в процессе культивирования мидии на коллекторах накапливается весьма значительное количество балластных веществ, которые при крупномасштабном культивировании могут быть значительным источником вторичного загрязнения, в связи с чем представляется необходимым определять предельно допустимые объемы выращивания моллюсков на той или иной акватории, планируемой для их выращивания.

## ВЫВОДЫ

1. При увеличении биомассы мидии на коллекторах происходит постепенное уменьшение удельного веса организмов-обрастателей вследствие острой конкуренции между ними за субстрат. Связь биомассы мидий и обрастателей выражается уравнением:

2. В процессе культивирования мидии на коллекторах происходит значительное накопление биоотложений. Связь между суммарной биомассой всех моллюсков и балластных веществ описывается уравнением:

3. Накопление балластных веществ на коллекторах может быть серьезным источником вторичного загрязнения, в связи с этим крайне необходимо в каждом районе определять предельно допустимые объемы культивирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Золотницкий А.П. Влияние марикультуры мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) на вторичное загрязнение районов культивирования//В сб.: Сыревые ресурсы и биологические основы использования промысловых беспозвоночных. — Владивосток, 1988. — С. 102-103.
2. Раков В.А. Биология и культивирование устриц//В кн.: Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей — М.: Агропромиздат, 1987. — С. 72-84.
3. Masson J. The cultivation of the uptake of the European mussel *Mytilus edulis* L.//Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev. No 2/3. — P. 241-247.

А.П. ЗОЛОТНИЦКИЙ

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ И ФИЛЬТРАЦИИ  
ЯПОНСКОЙ УСТРИЦЫ (*CRASSOSTREA GIGAS*  
THUNBERG), АККЛИМАТИЗИРУЕМОЙ  
В ЧЕРНОМ МОРЕ**

Исследованы процессы дыхания (R) и фильтрации (F) японской (тихоокеанской) устрицы, интродуцированной в Черное море. Скорости этих процессов тесно связаны с массой тела и описываются степенными функциями. Отмечены сезонные изменения в интенсивности этих процессов, связанные с физиологическим состоянием особей. На основе имеющихся данных определены значения коэффициента фильтрации ( $\eta=F/R$ ), средняя величина которого составляет 8,2 л/мл  $O_2$ .

Охарактеризована связь между скоростями фильтрации и потребления кислорода, которая удовлетворительно описывается экспоненциальной функцией:  $R = 0,270 \exp(0,130F)$ .

В связи с резким сокращением численности и ареала плоской устрицы (*Ostrea edulis* L.), обитающей в шельфовой зоне Черного моря, большое внимание к себе привлекает японская (тихоокеанская, гигантская) устрица, акклиматизация которой успешно прошла на европейском и американском континентах [Quayle, 1969; Spenser, Gouth, 1978; Gerdes, 1988 а, б]. Будучи экологическим эквивалентом черноморской устрицы, японская устрица в то же время отличается от последней более широкой экологической пластичностью, большим производственным потенциалом и лучшей устойчивостью к паразитарным и инфекционным болезням.

На основе биологического обоснования, разработанного ТИНРО, с 1980 г. начата интродукция японской устрицы в Черное море [Монина, 1983]. В связи с перспективой массового получения и выращивания спата этого вида в Черном море представляется целесообразным исследовать наиболее важные эколого-физиологические параметры, характеризующие процессы жизнедеятельности этого вида.

В задачу настоящей работы входило изучение процессов дыхания и фильтрации тихоокеанской устрицы, выращиваемой в Черном море.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Работу проводили в 1985 г. у побережья Северного Кавказа (мыс Б. Утриш). Материалом для исследования служили разновозрастные и разноразмерные особи высотой 38-160 мм и массой со створкой 9,6-294,5 г. Моллюсков, собранных с коллекторов или садков, содержали в аквариумах, температура воды которых соответствовала таковой естественной среде обитания. Дыхание устриц изучали методом замкнутых сосудов с определением концентрации кислорода титрованием по Винклеру. Время экспозиции составляло 4-5 часов. При анализе материалов учитывали

лишь те результаты, где содержание кислорода за время опыта не снижалось более, чем на 30% от величины.

Скорость фильтрации устриц определяли непрямым методом по разнице концентрации одноклеточной водоросли *Nitzschia closterium* в начале и в конце опыта. Поскольку во время опыта происходило постоянное перемешивание воды, небиологическое осаждение водорослей не учитывали и скорость фильтрации определяли по формуле Голда [Winter, 1978]:

,

где  $F$  — скорость фильтрации ( $\text{л}\cdot\text{экз}^{-1}\cdot\text{час}^{-1}$ ),  $K_1$  и  $K_2$  — концентрация взвеси в начале и конце опыта ( $\text{млн.кл.л}^{-1}$ ),  $n$  — число моллюсков (шт.),  $t$  — продолжительность опыта (час),  $V$  — объем воды в опытном сосуде (л).

Исходная концентрация составляла обычно 2-3 млн. кл.  $\text{l}^{-1}$  ( $0,75\text{-}1,1 \text{ мг л}^{-1}$  по сырой массе), поскольку предварительными опытами было установлено, что при ней наблюдалась наиболее высокая скорость фильтрации. За время опыта концентрация фитопланктона снижалась не более, чем на 25% от исходной величины. Полученные данные обрабатывались статистически на ЭВМ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение дыхания устриц, взятых в мае, переднерестом ( $t=18,5\text{-}20,0^\circ\text{C}$ ) показало, что потребление кислорода связано с массой тела и при увеличении последней возрастало. В двойной логарифмической системе координат, связывающей эти две переменные, экспериментальные точки располагались вблизи прямой (рис. 1.). Таким образом, как и для большинства видов моллюсков [Алимов, 1981; Winter, 1978], связь между скоростью дыхания и массой тела у тихоокеанской устрицы можно аппроксимировать уравнением параболы:

,

где  $R$  — скорость потребления кислорода ( $\text{мл O}_2\cdot\text{экз}^{-1}\cdot\text{час}^{-1}$ ),  $W$  — сухая масса мягких тканей (г), а и  $k$  — параметры уравнения.

При температуре  $20^\circ\text{C}$  уравнение в численной форме имело вид:

при  $r=0,916$ . (1)

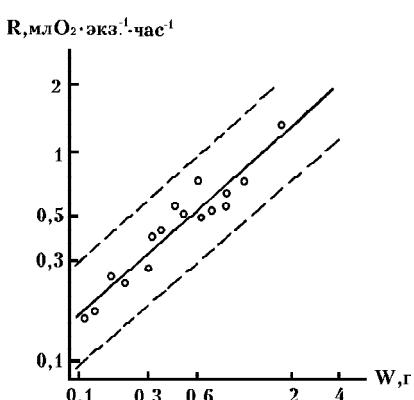


Рис. 1. Зависимость скорости потребления кислорода ( $R$ ) от сухой массы тела ( $W$ ) у японской устрицы

У отнерестившихся особей, в сентябре, при той же температуре воды, как и в мае, связь скорости потребления кислорода имела аналогичный характер, однако коэффициенты "а" и "к" были соответственно равны 0,843 и 0,712. Поскольку весной особи находились в преднерестовом состоянии, можно полагать, что более высокий уровень метаболических процессов в мае, по сравнению с сентябрём, обусловлен генеративными процессами, что было ранее отмечено рядом авторов у пресноводных и морских двусторчатых моллюсков [Брайко, Дерешкевич, 1978; Алимов, 1981; Voogs, 1976]. В значительной мере это подтверждается тем фактом, что температура воды в мае и сентябре равнялась  $18,5\text{-}20^\circ\text{C}$  и, таким образом, отличия в скорости потребле-

ния кислорода весной и осенью, по-видимому, связаны с репродуктивной активностью устриц.

Наши данные по скорости дыхания тихоокеанских устриц заметно выше приведенных А.С. Кучерявенко [1985]. Следует, однако, отметить, что полученные им материалы, по-видимому, несколько занижены, о чем свидетельствуют очень высокие значения  $K_{21}$ , достигающие у 14-месячных особей величины 0,78. Данные Гердеса [Gerdes, 1983, б], довольно близки к полученным нами в сентябре у отнерестившихся особей, а материалы Делу-Паоли и Эрала [Deslous-Paoli, Heral, 1984], проведших ежемесячные измерения дыхания гигантской устрицы в течение года, соответствуют нашим — скорость потребления кислорода в их опытах зависела от массы устрицы сезона и варьировала в пределах 0,03-1,247 мл  $O_2$  экз. $^{-1}$  час $^{-1}$ .

Изучение фильтрации японской устрицы показало, что скорость этого процесса, как и дыхания, связана с массой тела степенной функцией:

где  $F$  — скорость фильтрации (л..экз. $^{-1}$ .час $^{-1}$ ).

При температуре 20°C (в мае) уравнение имело вид (рис. 2):

$$, \text{ при } r=0,899. \quad (2)$$

Как видно из уравнения (2) коэффициент регрессии в нем заметно меньше, чем в уравнении (1), что свидетельствует о меньшей зависимости скорости фильтрации от массы тела. У особей, взятых в опыт в сентябре, коэффициенты "m" и "n" соответственно были равны 6,57 и 0,57.

Таким образом, в зависимости от сезона и репродуктивной активности наблюдались различия в фильтрационной активности, сходные с изменением скорости потребления кислорода. Сопоставление наших данных с материалами других авторов представляет определенные трудности, поскольку скорость фильтрации может существенно зависеть от условий проведения опыта: размера и концентрации водорослей, температуры, физиологического состояния и других факторов. Так, по материалам Уолна [Walne, 1972] интенсивность фильтрации устриц, с сухой массой 1 г в зависимости от скорости протока воды составляет 7-10 л.час. $^{-1}$  г $^{-1}$ , что можно считать хорошим соответствием нашим данным. Прямые измерения скорости фильтрации устриц, проведенные А.С. Кучерявенко [1985], выявили более низкую, чем в наших опытах, фильтрационную активность, хотя расчеты величины фильтрации, выполненные этим же автором на основе пищевых потребностей моллюсков, показали необходимость корректировки скорости этого процесса в большую сторону. Заметно меньшая скорость фильтрации дана в работе Гердеса [Gerdes, 1983, б] — 3 л.час. $^{-1}$  г $^{-1}$ , что, на наш взгляд, объясняется слишком мелким размером (3 мкм) используемых в качестве корма водорослей — *Isochrisis galbana*. Эффективность удержания их при транспортировке к ротовому отверстию ресничками жабр значительно ниже 100% [Winter, 1978], что в свою очередь приводит к занижению расчетной скорости фильтрации.

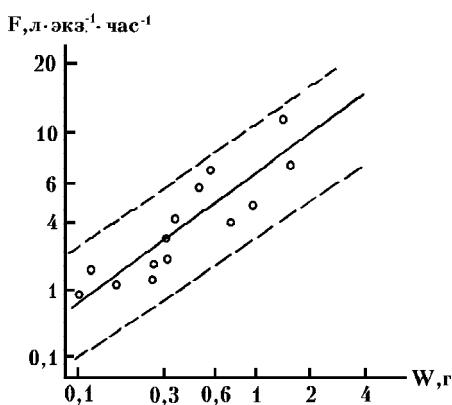


Рис. 2. Зависимость скорости фильтрации ( $F$ ) от сухой массы тела ( $W$ ) у японской устрицы

Хорошим соответствием нашим данным. Прямые измерения скорости фильтрации устриц, проведенные А.С. Кучерявенко [1985], выявили более низкую, чем в наших опытах, фильтрационную активность, хотя расчеты величины фильтрации, выполненные этим же автором на основе пищевых потребностей моллюсков, показали необходимость корректировки скорости этого процесса в большую сторону. Заметно меньшая скорость фильтрации дана в работе Гердеса [Gerdes, 1983, б] — 3 л.час. $^{-1}$  г $^{-1}$ , что, на наш взгляд, объясняется слишком мелким размером (3 мкм) используемых в качестве корма водорослей — *Isochrisis galbana*. Эффективность удержания их при транспортировке к ротовому отверстию ресничками жабр значительно ниже 100% [Winter, 1978], что в свою очередь приводит к занижению расчетной скорости фильтрации.

В связи с полученными данными по дыханию и фильтрации представляет интерес оценить величину коэффициента фильтрации [Алимов, 1981] или показателя конвекции [Buxton et al., 1981], с помощью которого рассчитывают необходимые пищевые потребности моллюсков [Алимов, 1981]. Значение коэффициента фильтрации может зависеть от многих факторов — массы тела, температуры воды, напряжения кислорода и др. В наших опытах последние два показателя изменились незначительно — соответственно 18,5–20°C и 95–100% насыщения, в связи с чем было проанализировано лишь влияние массы на величину коэффициента фильтрации ( $\eta$ ). Это соотношение легко находится из уравнений (1) и (2):

Поскольку значения  $\eta$  меньше  $k$ , то очевидно, что с возрастанием массы тела  $\eta$  уменьшается и увеличивается при ее снижении. В выполненных в сентябре опытах, где проводилось параллельное определение обоих физиологических показателей на одних и тех же особях, показатель конвекции варьировал в пределах 6,04–11,42, в среднем составляя  $8,17 \pm 0,47$  л/млO<sub>2</sub>. Указанная величина характеризует значение коэффициента фильтрации у некоторой “средней” устрицы исследуемой популяции.

Полученные данные позволяют охарактеризовать взаимосвязь указанных физиологических процессов. Анализ изменений скоростей дыхания и фильтрации у одних и тех же особей показал, что их связь удовлетворительно аппроксимируется экспоненциальной функцией, в численной форме имеющей вид:

$$J=0,905, \quad (3)$$

где  $J$  — индекс аппроксимации.

Таким образом, зная фильтрационную активность, по формуле (3) можно определить скорость потребления кислорода и наоборот.

В связи с полученными данными представляет интерес остановиться на величине основного (рутинного) обмена японской устрицы. Будучи сессильными животными, устрицы затрачивают энергию на движение жабр, ротовых лопастей и др., в связи с чем вычленить энергетические траты на обмен покоя часто представляется затруднительным. Если в уравнении (3) приравнять скорость фильтрации к нулю, можно легко найти величину основного обмена, который будет равен 0,270. В частности, это почти в 5 раз выше, чем у исследуемой нами черноморской (плоской) устрицы — 0,05, являющейся древним реликтовым видом, но близким к величине основного обмена филогенетически более молодого вида — калифорнийской мидии — 0,17 млO<sub>2</sub> [Bayne et al., 1976]. Этот факт представляет определенный интерес в исследованиях по сравнительной и эволюционной физиологии [Ивлев, 1958], например, в связи с анализом величины основного обмена с повышением уровня организации животных в филогенезе.

## ВЫВОДЫ

- Скорости потребления кислорода и фильтрации у японской устрицы зависят от массы тела и описываются степенными уравнениями. Отмечены сезонные изменения этих показателей, обусловленных, по-видимому, репродуктивными процессами.
- Определено значение коэффициента фильтрации, величина которого варьирует от 6,0 до 11,4 л/млO<sub>2</sub>, в среднем составляя 8,17 л/млO<sub>2</sub>.

3. Связь скоростей потребления кислорода и фильтрации аппроксимируется экспоненциальной функцией:

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. — Л.: Наука, 1981. — 248 с.
2. Брайко В.Д., Дерешкевич С.С. Сезонные изменения в дыхании мидий//Биология моря, 1978. В. 44. — С. 31-36.
3. Ивлев В.С. Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена// Журн. общ. биол., 1959. Т. 20. № 2. — С. 94-103.
4. Кучерявенко А.В. Расчет потенциальных возможностей устричного хозяйства в бухте Новгородской Японского моря//Биология моря, 1985. № 1. — С. 52-62.
5. Монина О.Б. Интродукция тихоокеанской устрицы в Черном море//Рыбное хозяйство, 1983. № 11. — С. 46-47.
6. Bayne B.L., Bayne C.J., Garefoot, Thompson R.J. The physiological ecology of *Mytilus californianus* Conrad. I. Metabolism and energy balance//Oecologia (Berl), 1976. V. 22. — P. 211-228.
7. Buxton C.D., Neyell R.C., Field J.G. Responsesurface analisis of the cjmbined effects of exposure and acclimation temperatures on filtration, oxygen consumption and scope for growth in the oyster *Ostrea edulis*//Mar. Biol., 1981. V. 6. — P. 73-82.
8. Desloups-Paoli J.-M., Heral M. Transferts energetiques entre l'huître *Crassostrea gigas* de l'an la nourriture potentielle dans l'eau d'un bassin ostreicole//Heliotis, 1984. № 14. — P. 79-90.
9. Gerdes D. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. P.I. Feeding Behaviour of larvae and adulis//Aquaculture, 1983 a. V. 31. — P.
10. Gerdes D. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. P. II. Oxygen consumption of larvae and adulis. 1983 b. V. 31. — P. 221-231.
11. Quayle D.B. Pacific oyster culture in British Columbia//Fisheries Research Board. — Canada, Ottawa, 1969. — P. 347.
12. Spencer B.E., Gough C.J. The growth and survival of experimental batchen of hatcheri-reared spat of *Ostrea edulis* L and *Crassostrea gigas* Thunberg, using different methods of tray cultivation//Aquaculture, 1978. V. 13. No 4. — P. 293-313.
13. Vooy C.G. The influence of temperature and time of year on the oxigen uptake of sea mussel *Mytilus edulis*//Mar. Biol., 1976. V. 36. No 1. — P. 25-30.
14. Walne P.R. The influence of current speed body size and water temperature on the filtration rate of five species of bivalves//Mar. Biol. Ass. U. K., 1972. V. 52. No 2. — P. 345-374.
15. Winter J.E. A revien on the know-ledge of suspension feeding in lamellibranchiate bivalvts, witch special reference to artificial aquaculture system//Aquaculture, 1978. 43. — P. 1-33.

А.П. ЗОЛОТНИЦКИЙ, А.Н. ОРЛЕНКО, А.И. ПЕКЕРМАН

**РОСТ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ  
ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ  
(*CRASSOSTREA GIGAS THUNBERG*),  
ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В ЧЕРНОЕ МОРЕ**

Исследованы линейный рост и интенсивность дыхания личинок тихоокеанской устрицы, полученных в условиях Черного моря. Рост личинок описывается экспоненциальным уравнением вида  $R = R_0 e^{kt}$ . Удельная скорость роста варьирует в пределах 0,082-0,134 и обусловлена температурой воды. Интенсивность дыхания личинок растет в изометрической зависимости от длины и массы тела. Рассчитаны суточные рационы личинок на стадии велигер и педивелигер, которые соответственно составляют 0,256 и 5,04 мккал.:сут.<sup>-1</sup>. Чистая эффективность роста (коэффициент  $K_2$ ) составляет 55-65%.

Тихоокеанская (японская, гигантская) устрица (*Crasstrea gigas Thunberg*) является одним из наиболее ценных объектов марикультуры и в настоящее время акклиматизирована в различных странах Европы и Америки [Раков, 1979; Орленко, 1994; Quayle, 1969].

По данным ФАО этот вид доминирует в общей продукции мировой марикультуры (около 3,0 млн. т), что и обуславливает перспективность его интродукции и культивирования в коммерческих целях.

В связи с проблемой расширенного воспроизводства тихоокеанской устрицы в Черном море и разработкой биотехнологии массового получения спата в искусственных условиях большое значение приобретает исследование физиологии ранних стадий онтогенеза — от зрелых половых клеток до оседающих на субстрат личинок.

В задачу настоящей работы входило изучение роста и определение уровня энергетического обмена у личинок тихоокеанской устрицы на разных стадиях развития — от трохофоры до педивелигера, в условиях пониженной (17-18‰), по сравнению с естественным биотопом (33-35‰) солености Черного моря.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Работу проводили в 1989-1990 гг. на э/базе ВНИРО “Большой Утриш”. Индуцирование созревания и нереста производителей, оплодотворение и выращивание личинок осуществляли методами, описанными нами ранее [Орленко, Золотницкий, 1989].

Изучение линейного роста личинок происходило путем отбора проб в количестве не менее 30 экз. личинок, каждые 2-3 суток в процессе их выращивания до оседания на субстрат (стадия педивелигера). У особей под бинокуляром измеряли длину и высоту раковины с точностью до 1 мкм. Температура воды во время выращивания варьировала в пределах 18-23°C.

Скорость потребления кислорода (СПК) определяли в камерах, объемом 10-20 см<sup>3</sup>. За 3-4 часа перед опытом личинок концентрировали и переносили в профильтрованную и обработанную ультрафиолетом морскую воду. Для определения СПК личинок вместе с водой брали измерительным шприцем фиксированного объема, согласно методическим рекомендациям М.В. Проппа и др. [1975]. Концентрация личинок варьировала от 15 до 2,5·10<sup>3</sup> экз./мл в зависимости от стадии развития и объема респирометра. Для контроля за биологическим потреблением кислорода в отдельный шприц такого же объема набирали чистую, без личинок, воду. Концентрацию кислорода определяли микрометодом Винклера с точностью 1%. Продолжительность опыта составляла 4-6 часов, температура воды варьировала в пределах 22±1°C.

Массу сухого вещества личинок определяли путем концентрирования пробы личинок и осаждения их на предварительно высушенные и взвешенные фильтры. Для удаления солей фильтр с личинками промывали дистиллированной водой с уксуснокислым аммонием, после чего выдерживали в сушильном шкафу при температуре 70°C в течение 2-х суток. После взвешивания и определения суммарной массы сухого вещества подсчитывали общее число личиночных раковин и определяли их длину и высоту. При расчете энергетического баланса было принято, что 1 мл O<sub>2</sub> и 1 мг сухой массы тканей личинок составляет 4,86 кал.

Статистическая и графическая обработка полученных данных проводилась с использованием компьютерного программного пакета "Statgraph".

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение линейного роста личинок тихоокеанской устрицы показало, что в целом он хорошо описывается экспоненциальным уравнением вида:

где L<sub>t</sub> и L<sub>0</sub> — длина (мкм) личинки соответственно в начале и конце исследуемого периода роста за время t (сут.), k — удельная скорость роста.

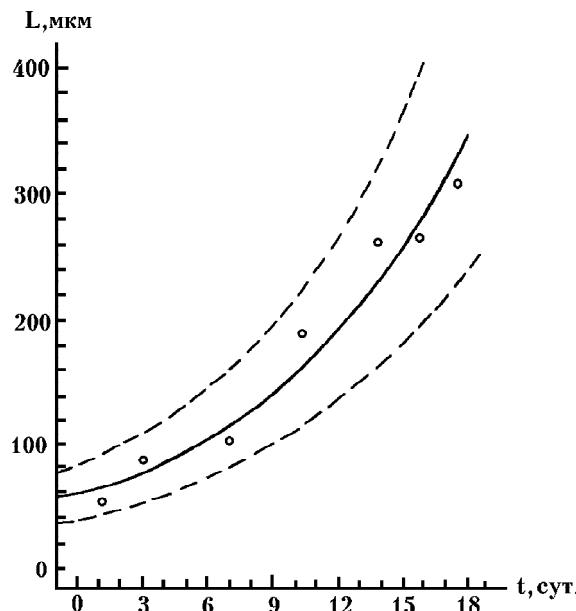


Рис. 1. Линейный рост тихоокеанской устрицы в Черном море. Штриховые линии — 95% доверительных интервалов)

В основном, небольшие отклонения от экспоненциальной зависимости во время роста наблюдались на переходных стадиях — от трохофоры к велигеру и от велигера к великоконху (рис. 1). Таким образом, на ранних стадиях онтогенеза изменение длины происходило с постоянной удельной скоростью роста. В то же время, в зависимости от температуры воды величина k варьировала от 0,082 (18°C) до 0,134 сут.<sup>-1</sup> (23°C). Коэффициент Q<sub>10</sub>, указывающий на зависимость скорости индивидуального развития личинок от температуры воды, составил величину 3,1. В целом, продолжительность

## 6 2

развития личинок этого вида устриц в Черном море укладывалась в интервалы времени их развития и роста в естественном местообитании (13-30 сут.) [Раков, 1979].

Сходные изменения длины личинок в процессе роста имеют место и у других видов моллюсков [Bayne, 1983]. Как отмечал В.Е. Заика [1985], именно экспоненциальный рост широко распространен у морских беспозвоночных в эмбриональный и пелагический периоды жизни.

Изучение скорости потребления кислорода (СПК) личинками устриц показало, что в течение их роста СПК возрастает от 0,07 до 10-13 нл·экз.<sup>-1</sup>·час.<sup>-1</sup> (рис. 2). В общем виде связь СПК с длиной тела

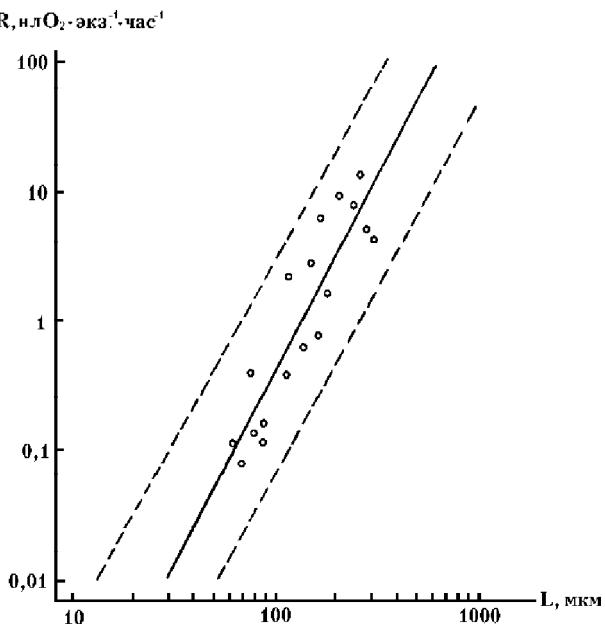


Рис. 2. Связь скорости потребления кислорода ( $R$ ) с длиной личинок ( $L$ ). Штриховые линии — 95% доверительный интервал

хорошо аппроксимируется степенной функцией в численной форме, имеющей следующий вид:

$$\text{при } r=0,908, \quad (1)$$

где  $R$  — скорость потребления кислорода (нл·экз.<sup>-1</sup>·час.<sup>-1</sup>),  $L$  — длина личинки (мкм),  $r$  — коэффициент корреляции.

Из приведенного уравнения видно, что СПК по мере увеличения длины личинок растет практически в изомерической зависимости по отношению к размеру тела.

Изучение изменений сухой массы личинок устриц в зависимости от длины личинок (с раковиной) показало, что эту связь можно описать уравнением параболы (рис. 3):

$$\text{при } r=0,905, \quad (2)$$

где  $W$  — сухая масса личинки (с раковиной), мкг.

Для того, чтобы СПК выразить через массу тела, можно воспользоваться несложными преобразованиями:

$$\text{если } R=aL^b, \text{ а } W=mL^n, \text{ то} \quad (3)$$

Подставляя численные значения параметров уравнений (1) и (2) в (3) получаем:

$$(4)$$

Из приведенного уравнения (4) видно, что СПК по отношению к массе, как и к длине тела, растет фактически в линейной зависимости. Полученные данные несколько отличаются от общепринятого положения о наличии аллометрии, т.е. снижении интенсивности дыхания по

мере роста массы тела [Винберг, 1966; Алимов, 1981 и др.]. В то же время, как указывает В.Е. Заика [1985] "...когда с увеличением размеров

животного удельная скорость роста не снижается, то не наблюдается также снижения удельных скоростей питания и интенсивности дыхания" (стр. 48). Это же самое отмечает и К. Шмидт-Ниельсен [1987] при анализе влияния размеров животных на их жизнедеятельность. Дополнительным подтверждением возможности изомерии СПК с массой тела служат данные Гердеса [Gerdes, 1983], который при изучении дыхания личинок этого же вида показал, что связь СПК с сухой массой мягких тканей личинок описывается

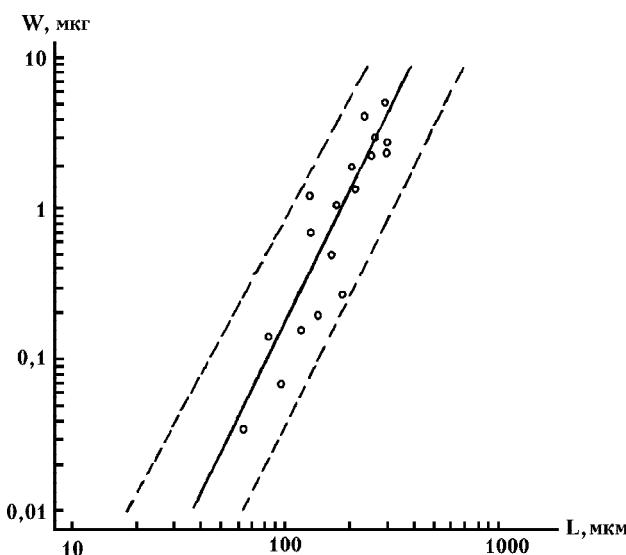


Рис. 3. Связь длины ( $L$ ) с массой ( $W$ ) личинок тихоокеанской устрицы. Штриховые линии — 95 % доверительный интервал

уравнением, где степенной коэффициент также близок к 1, хотя в целом уровень их метаболических процессов, судя по материалам этого автора, по сравнению с нашими данными, был почти в 1,5 раза ниже.

На основе полученных данных можно рассчитать некоторые биоэнергетические характеристики личинок в процессе их роста. Общеизвестно, что ассимилированная организмом энергия ( $A$ ) равна:

$$A = P + R,$$

где  $P$  и  $R$  — соответственно траты энергии на прирост и энергетический обмен.

В то же время суточный рацион ( $C$ ) равен:

$$C = A \cdot U^t,$$

где  $U$  — усвояемость пищи личинками.

При расчете энергетического баланса было принято, что сухая масса мягких тканей составляет 25% от общего сухого веса личинки [Bayne, 1983; Gerdes, 1983], а энергетическая ценность раковины составляет 10% от общей калорийности тела [Mann, 1979]. Усвояемость пищи личинок была взята равной 0,75 [Gerdes, 1983]. Для определения суточного прироста использовали уравнение (рис. 1):

$$r=0,98, \quad (5)$$

которое отражает некоторые средние значения параметров роста, полученных при выращивании личинок. Поскольку для определения суточной продукции необходимы данные не по линейному, а по весовому росту, уравнение (5) было преобразовано. Если:

то  $W_t = L_0 \cdot m \cdot \exp(n \cdot k \cdot t)$ , где  $L_0$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $k$  — const.

Приняв  $L \cdot m = W_0$ ,  $n \cdot k = c$ , уравнение весового роста принимает вид:

$$W_t = W_0 \cdot \exp(c \cdot t).$$

## 6 4

Подставляя значения параметров уравнения (2) в (5), получаем:

$$W = 0,03 \cdot \exp(0,298 \cdot t). \quad (6)$$

Суточный рацион определяли на стадии велигера (100-120 мкм) и педивелигера — перед оседанием на субстрат и метаморфозом (300-340 мкм). Расчеты показали, что для велигеров энергия прироста ( $P$ ) составила 0,125, затраты на метаболизм ( $R$ ) — 0,067, ассимилированная энергия ( $A$ ) — 0,192 мкал/сут, а величина суточного рациона ( $C$ ) — 0,256 мкал/сут. Соответственно для педивелигеров эти значения были следующими:  $P=2,10$ ,  $R=1,69$ ,  $A=3,79$  и  $C=5,04$  мкал/сут. Таким образом, при увеличении длины личинок в 3 раза, суточный рацион возрастает почти в 20 раз. Указанные величины, а также при необходимости рассчитанные промежуточные значения могут быть основой для кормления личинок на разных стадиях развития.

В связи с полученными данными представляло интерес оценить эффективность использования пищи на рост (коэффициент  $K_2$ ), определяемый по формуле:

$$K_2 = P/A, \text{ где } A = P + R.$$

Расчеты показали, что для велигера эта величина равнялась 65%, а для педивелигера — 55,46%. Указанные значения  $K_2$  сопоставимы с таковыми европейской устрицы (*Ostrea edulis* L.) и съедобной мидии (*Mytilus edulis* L.) [Gabbot, Holland, 1973].

### ВЫВОДЫ

1. Рост личинок тихоокеанской устрицы, полученных в Черном море, хорошо описывается экспоненциальным уравнением вида:

В зависимости от температуры воды значение К варьирует от 0,082 до 0,134 сут.<sup>-1</sup>.

2. Связь скорости потребления кислорода с сухой массой личинок удовлетворительно аппроксимируется уравнением параболы:

$$R = 2,61 \cdot W^{1,03}.$$

3. При увеличении размеров личинок в 3 раза суточный рацион увеличивается в 20 раз.

4. Эффективность использования пищи на рост  $K_2$  у личинок на стадии велигер и педивелигер составляет 55-65%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. — Л.: Наука, 1981. — 248 с.
2. Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных//Усп. совр. биол., 1966. Т. 61. № 2. — С. 274-293.
3. Заика В.Е. Балансовая теория роста животных. — Киев: Наукова думка, 1985. — 191 с.
4. Орленко А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (*Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae*) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море//Зоол. ж-л, 1994. Т. 73. В. 1. — С. 51-54.
5. Орленко А.Н., Золотницкий А.П. Опыт получения спата японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море//Тез. докл. международн. симпоз. по совр. проблемам марикультуры в социалистических странах. — М., 1989. — С. 68-69.
6. Пропп М.В., Денисов В.А., Погребов В.Б., Рябушко В.И. Экологическая система фиордовой губы Баренцева моря. 1. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика//Биол. моря, 1975. Т. 3. — С. 44-56.

7. Раков В.А. Актуальные вопросы культивирования тихоокеанской устрицы на Дальнем Востоке//Изв. ТИНРО, 1979. Т. 103. — С. 31-38.
8. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны? — М.: Мир, 1987. — 259 с.
9. Bayne B.J. Physiological ecology of marine molluscan larvae&In: The Mollusca. V. 3. — Orlando est. Acad Press 1983. — P. 299-343.
10. Gabbot P.A., Holland D.L. Growth and metabolism of *Ostrea edulis* larvae//Nature, 1973. V. 3. — P. 475-478.
11. Gerdes D. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part II. Oxygen consumption of larvae and adults//Aquaculture, 1983. V. 31. No 2. — P. 221-231.
12. Quayle D.B. Pacific oyster in British Columbia//Bull. Fish. Res Board of Canada, 1969. No 169. — 193 pp.
13. Walne P.R. Observation on the influence of food supply and temperature on the feeding and growth of the larvae *Ostrea edulis* L./Fish. Invest. Minist. of Agricult. Fish and Food, 1965. V. 24. — 45 p.

Э.Г. ЯНОВСКИЙ, В.А. ГЕТМАНЕНКО,  
Л.В. ИЗЕРГИН, Т.В. ЖИРЯКОВ (АзЮгНИРО)

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ВОСТОЧНОМ СИВАШЕ НА ПОПУЛЯЦИЮ ГЛОССЫ *PLATICHTHYS FLESUS LUSCUS (PAL. 1811)*

Описана динамика режима солености Восточного Сиваша по годам, показана связь между распреснением Сиваша сбросными водами Крымской оросительной системы и резким падением запаса камбалы глоссы — основного промыслового вида этого района.

Оптимальная соленость для нереста глоссы 30-35‰, при солености менее 20‰ нерест неэффективен. Наиболее благоприятные условия для естественного воспроизводства глоссы наблюдались в начале 80-х годов. Дальнейшее распреснение водоема привело к значительному сокращению нерестовых площадей и, соответственно, резкому падению запасов глоссы.

Даны величины промыслового запаса и уловов глоссы за последние десятилетия, охарактеризовано современное состояние популяции.

Восточный Сиваш является уникальным придаточным водоемом Азовского моря. Это самый большой водоем (площадь зеркала 130 тыс. га), соленость которого позволяет морским рыбам формировать локальные популяции (глосса, бычок-травянник) или интенсивно нагуливаться (лобан, сингиль, пиленгас, атерина и др.).

До строительства и ввода в эксплуатацию Северо-Крымского оросительного канала соленость Восточного Сиваша в северном (первом плесе) была морской, а в двух южных — гипергалинной. В 1935 г. соленость вод двух южных плесов достигала 149,0-165,6‰ [Воробьев, 1940]. В 1955 г. соленость этих же водоемов составляла 119,8-140,7‰, а северных — 31,2 и 62,5‰ [Павлов, 1960]. Рыболовственное значение имел только первый водоем, площадь зеркала которого равнялась 12,3 тыс. га.

С вводом в эксплуатацию Северо-Крымского оросительного канала (1971 г.), ежегодно сбрасывающего в южные районы Сиваша большие объемы днепровской воды, в экологии водоема произошли коренные изменения, которые можно условно разделить на три этапа.

Первый этап антропогенного преобразования экологии Восточного Сиваша, приведший к созданию водоема морского и полигалинного типа, характеризуется как благоприятный для формирования гидробионтов морского комплекса. Продолжительность этапа составляла около 10-11 лет, с 1971 г. и, видимо, по 1980-1981 гг.

К сожалению, с 1956 по 1978 и с 1980 по 1982 гг. рыбохозяйственные исследования Восточного Сиваша не проводились. Изучение гидрологического режима водоема в 1979 г. и ежегодные с 1983 г. анализы показали, что работа Северо-Крымского оросительного канала привела к коренному изменению экологии Сиваша. В 1979 г. по сравнению с 1955 г. соленость воды четвертого плеса уменьшилась в 2,9 раза,

третьего — в 3,2 раза и составила соответственно 47,7 и 37,7‰. Соленость первого плеса уменьшилась в 1,5 раза, с 31,2 до 20,9‰, а второго — в 2 раза, с 62,5 до 31,4‰ (табл. 1).

Таблица 1

**Средняя соленость воды в Восточном  
Сиваше по плесам в апреле, ‰**

Годы	П л е с ы			
	1	2	3	4
1955	31,2	62,5	119,8	140,7
1979	20,9	31,4	37,7	47,7
1983	18,5	27,4	28,9	31,8
1984	17,9	22,9	27,3	31,1
1985	18,1	24,2	25,1	26,1
1986	17,2	23,2	24,2	25,6
1987	22,5	28,3	21,4	18,3
1988	20,8	25,6	21,6	18,1
1989	20,5	22,0	21,3	21,7
1990	20,4	24,4	23,7	23,7
1991	17,5	23,7	23,7	23,7
1992	16,8	20,5	21,3	21,1
1993	15,5	22,5	19,5	19,2
1994	19,8	20,5	16,8	18,4

Первый водоем перешел из морского к полигалинному типу (соленость 18-30‰); второй и третий — из гипергалинных в морские, с океанической соленостью, а южный — опреснился до 47,7‰ (см. табл. 1).

Спустя 3 года, в 1983 г. гидрологические исследования Восточного Сиваша показали, что произошло дальнейшее опреснение водоемов, особенно двух южных плесов, которые приобрели морской режим солености (28,9-31,8‰), см. табл. 1. С опреснением воды значительно улучшился газовый режим водоемов. Содержание растворенного в воде кислорода в III и IV плесах повысилось с 1,88-4,0 мл/л до 4,5-11,0 мл/л [Гроут, 1983; Гроут, Яновский, 1986]. Гидробионты (в т. ч. и рыбы) заселили южные водоемы, значительно расширив свой ареал (с 12,3 до 130 тыс. га). Восточный Сиваш приобрел рыбохозяйственное значение на всей акватории. Особенно благоприятные гидрологические условия сформировались для обитания глоссы.

В систематическом отношении глосса является подвидом речной камбалы и относится к группе бореально-атлантических реликтов [Расс, 1949].

Пределная величина солености воды, при которой обитает глосса, находится в диапазоне 60-65‰. Оптимальная соленость для нереста — в границах 30-35‰, при менее 20‰ нерест неэффективен. Эти градиенты подтверждаются специальными исследованиями и экспериментами ряда ученых [Зайцев, 1955; 1957; Павлов, 1960; Гроут, 1986].

Камбала-глосса является одним из основных промысловых видов рыб в Восточном Сиваше, где она сформировала самовоспроизводящуюся локальную популяцию (табл. 2). Причем это наиболее многочислен-

ная популяция в бассейне Азовского моря. Морская форма глоссы значительно уступает по численности сивашской [Гроут, 1986].

Таблица 2  
Статистика промысловых уловов рыбы в Восточном Сиваше, т

Годы	Кефали черноморские	Глосса	Бычки	Атерина	Всего	Уд. вес, глоссы, %
1951-1960	44,0	66,0	нет сведений	110,0	60,0	
1975	1,0	41,0	575,2	55,1	672,4	6,1
1976	0,3	22,6	257,8	33,3	314,0	7,2
1977	2,0	38,2	196,4	9,2	245,8	15,5
1978	—	177,0	159,8	3,6	340,0	52,0
1979	5,5	530,0	34,7	1,0	571,2	92,8
1980	—	615,9	19,5	22,6	658,0	93,6
1981	1,7	556,0	41,0	89,7	688,4	80,8
1982	0,3	527,0	156,0	132,5	815,8	64,6
1983	0,9	750,0	100,0	53,4	904,3	82,9
1984	1,0	800,0	130,0	100,0	1031,0	77,6
1985	0,5	900,0	126,0	102,0	1128,5	79,7
1986	4,7	918,7	178,7	37,0	1132,4	81,1
1987	0,4	368,1	88,5	103,0	559,6	65,8
1988	—	75,6	0,2	—	75,8	99,7
1989	—	60,7	7,0	—	67,7	89,7
1990	1,3	96,7	30,3	—	127,0	76,1
1991	10,4	131,7	—	—	142,1	92,7
1992	8,9	90,7	—	—	99,6	91,1
1993	—	40,9	—	—	40,9	100,0
1994	—	47,4	—	—	47,4	100,0

Опреснение южных плесов Восточного Сиваша до оптимальных величин солености для нереста и нагула глоссы, значительное расширение ареала способствовали вспышке численности популяции.

Оптимальный режим солености для естественного воспроизводства сивашской популяции глоссы сформировался в 1981-1983 гг. Акватория с оптимальной величиной солености воды для нереста глоссы составляла 117,7 тыс. га или 90,5% всей площади Восточного Сиваша (табл. 3). В этот период родились самые многочисленные поколения глоссы, которые и обеспечили высокий промысловый запас и рекордные уловы (табл. 4).

Рост промысловых уловов глоссы начался с 1978 г., когда улов составил 177,0 т и в 4,5 раза превысил улов прошлого года и почти в 3 раза средний улов за 1951-1960 гг., см. табл. 4. В 1979 г. улов глоссы увеличился до 530 т, а в 1980 г. — до 615,9 т, что в 8-9,3 раза превышало средний многолетний улов. Резкому повышению уловов благоприятствовал не только рост промысловых запасов, но и возросшая интенсивность рыболовства (табл. 5). На промысле глоссы использовалось около 300 жаберных сетей, 21 каравак и 16 полумехдраг, а с 1982 г. начался лов и в южном водоеме.

Таблица 3

**Площадь Восточного Сиваша с оптимальной  
для нереста глоссы соленостью воды**

Годы	Соленость воды 25-35‰	
	Площадь, тыс. га	Процент к площади Сиваша
1955	12,3	9,5
1979	46,8	36,0
1983	117,7	90,5
1984	70,9	54,5
1985	70,9	54,5
1986	47,0	36,2
1987	46,8	36,0
1988	46,8	36,0
1989	0	0
1990	0	0
1991-1994	0	0

Таблица 4

**Рассчитанная по уровню регрессии мощность  
поколения глоссы Восточного Сиваша по убыли от лова**

Годы	Численность поколения, млн. шт.	Биомасса поколения, т
1983	6,523	848,0
1984	6,299	818,9
1985	3,524	515,5
1986	1,188	183,1
1987	0,725	120,5
1988	0,650	100,0
1989	1,000	136,0
1990	0,660*	106,0*
1991	0,560*	84,0*
1992	0,500*	62,5*
1993	0,300*	48,5*
1994	0,250*	40,0*

\* Рассчитанные по уравнению регрессии численность поколений и биомасса.

С 1985-1986 гг. начался второй этап антропогенного преобразования экологии водоема, который характеризуется как неблагоприятный для рыбного хозяйства. Дальнейшее резкое опреснение сивашских вод, перешедших рубеж величины солености, оптимальной для нереста глоссы, отрицательно сказался на естественном воспроизводстве популяции. С 1985 г. начался этап стремительного ухудшения экологии Восточного Сиваша. Площадь нерестилищ с оптимальной для нереста глоссы соленостью воды уменьшается с 70,9 до 47,0 тыс. га, т. е. сокращается в 1,5

раза. В 1986-1988 гг. только в одном из четырех водоемов (36,2% от всей площади Восточного Сиваша) отмечалась соленость, близкая к нижней границе оптимальной величины (см. табл. 1). По сравнению с 1983 г. из нерестового фонда глоссы выпало более 70 тыс. га нерестилищ или около 60%. А с 1989 г. уже ни в одном водоеме не отмечалась соленость воды, оптимальная для нереста глоссы (см. табл. 3).

Таблица 5

**Промысловый запас, улов глоссы  
и процент изъятия от запаса**

Годы	Промзапас, т	Улов, т	Процент изъятия от промзапаса
1983	1380	750,0	54,3
1984	1800	800,0	44,4
1985	1900	900,0	47,4
1986	1260	918,7	72,9
1987	470	368,1	78,3
1988	215	75,6	35,2
1989	337	60,7	18,0
1990	485	96,7	20,0
1991	336	131,7	39,2
1992	273	90,7	33,2
1993-1994	126-156	40,9-47,4	30,3

В 1981-1986 гг. численность популяций и промысловые запасы глоссы в основном составляли многочисленные поколения, родившиеся при благоприятном солевом режиме. Это позволяло поддерживать уловы на высоком уровне. Но рост уловов глоссы с 1983 по 1986 г. достигался не только за счет большой численности популяции, но и за счет мощного вооружения промысла. Использование на промысле в мелководном водоеме полумехдраг значительно повысило интенсивность рыболовства и, естественно, резко увеличило изъятие запасов глоссы, которое в 1983-1985 гг. составляло от 44,4 до 54,3% (см. табл. 5). А значительное изъятие промыслового запаса в 1985 г. заметно его уменьшило, с 1900 до 1200 т. Несмотря на это, в 1986-1987 гг. вооруженность добывающего флота не только не уменьшилась, а еще более увеличилась. Количество жаберных сетей возросло в 2 раза, с 260 до 500 единиц. Активизировался лов глоссы и в южном плесе, достигнув в 1986 г. более 115 т. В 1986-1987 гг. изъятие промысловых запасов глоссы превышало оптимальные нормы почти в 2 раза. Уловы глоссы в 1985-1986 гг. были рекордными: 900 и 918,7 т, но они оказались губительными для популяции. Положение оказалось катастрофическим из-за продолжающегося опреснения водоемов, и, как следствие, неэффективного естественного нереста глоссы. Если весной в 1986 г. соленость южного плеса составляла 25,6‰, что на нижней границе благоприятной величины для нереста глоссы, то в 1987 и 1988 гг. соленость воды снизилась до 18,3 и 18,1‰ соответственно. Численность родившихся в эти годы поколений была низкая, почти на порядок меньше, чем поколений 1983-1984 гг. (см. табл. 4).

С опреснением водоемов Восточного Сиваша началось их интенсивное зарастание макрофитами (рисунок). В годы с высоким температурным режимом в вегетационный период зарастаемость водной раститель-

ностью настолько высокая, что глосса вынуждена держаться только в самых глубоководных участках Сиваша, создавая высокие концентрации. Плотные скопления глоссы в последние годы наблюдаются в основном в южном плесе (150 кг за один замет полумехдрагами). Большие концентрации рыбы на ограниченной площади создают напряженность в трофических связях. Темп роста биомассы глоссы в четвертом (южном) плесе заметно ниже, чем в третьем, в котором численность рыбы была меньше.

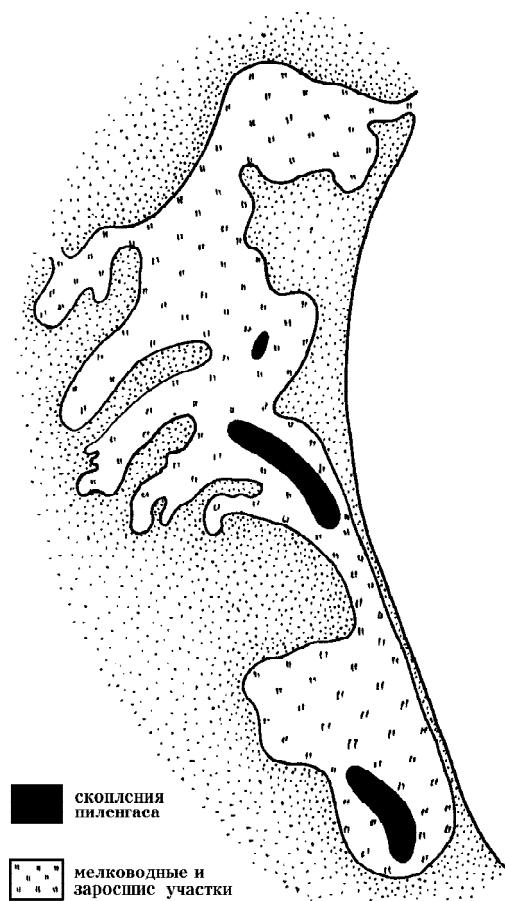


Схема распределения взрослой глоссы в Восточном Сиваше в июне 1991 г.

С 1991 г. наступил третий этап, характеризующийся как катастрофический для сивашских популяций морских рыб. Особенно тяжелыми для популяции глоссы были последние три года — 1992-1994. Опреснение южных водоемов достигло 16,8-18,4%, что крайне неблагоприятно для ее нереста. Естественное воспроизведение глоссы стабилизировалось на очень низком уровне, сохраняя ее как вид. Биомасса последних поколений глоссы не достигает даже 100 т, и в 13,7-21,2 раза меньше, чем поколений 1983-1984 гг. Малочисленная популяция обуславливает низкие промысловые запасы и уловы глоссы. Запасы стабилизировались на уровне 130-160 т, а уловы — не превышали 40,9-47,4 т (см. табл. 5).

Если в течение ближайших лет сброс пресного стока из Северо-Крымского канала в южные районы Восточного Сиваша будет осуществляться в современных объемах, то в течение 10-15 лет этот уникальный морской водоем превратится в болото, в котором уже не будут обитать морские виды гидробионтов. Восточный Сиваш, известный как морской водоем Азовского моря, прекратит свое существование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В.П. Гидробиологический очерк Восточного Сиваша и возможности его рыбохозяйственного использования//Труды АзЧерНИРО, 1940. Т. 1. Вып. 12. — С. 69-164.
2. Гроут Г.Г. и др. Современное значение Восточного Сиваша в рыбном хозяйстве Азовского моря//Тезисы докладов научной конференции по итогам работы АзНИИРХ за 25 лет. — Ростов-на-Дону, 1983. — С. 119-120.
3. Гроут Г.Г., Яновский Э.Г. Состояние запасов камбалы-глоссы Восточного Сиваша// Тезисы докладов областной научной конференции по итогам работы АзНИИРХ в XI пятилетке. — Ростов-на-Дону, 1986. — С. 95.
4. Гроут Г.Г. Морфоэкологическая изменчивость, биология и промысел камбалы-глоссы *Platichthys flesus luscus* (Pallas, 1811) бассейна Азовского моря. Автореферат. — М.: ВНИРО, 1986. — С. 7-21.
5. Зайцев Ю.П. Влияние солености воды на развитие икры камбалы-глоссы *Platichthys flesus luscus* Pallas//Доклады АН СССР, 1955. — 105, 6. — С. 1364-1367.
6. Зайцев Ю.П. К изучению развития пелагической икры рыб в воде разной солености// Вопросы экологии, 1957. № 1. — С. 219-221.
7. Павлов П.И. Промислові риби Східного Сиваша та їх біологічні особливості//Праці Інституту гідробіології АН УССР, 1960. Вып. 35. — С. 92-115.
8. Пузанов И.И. О некоторых изменениях морских организмов, попавших в соленые лиманы//Бюллетень Московского общества испытателей природы, 1954. Вып. 9, 4. — С. 23-31.
9. Расс Т.С. Ихтиофауна Черного моря и ее использование//Труды института океанологии АН СССР. — М.: Изд. АН СССР, 1949. — С. 103-123.

ТРУДЫ ЮЖНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ, 1998, Т. 44

PROCEEDINGS OF THE SOUTHERN SCIENTIFIC RESEARCH  
INSTITUTE OF MARINE FISHERIES & OCEANOGRAPHY, 1998, VOL. 44

Н.М. ЛИТВИНЕНКО, А.С. ТЕРЕНТЬЕВ,  
Н.Б. ЗАРЕМБА, О.Е. ЕВЧЕНКО

## ПУТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ДОННОГО СООБЩЕСТВА В РАЙОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРО- ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Представлены данные по видовому составу и количественному развитию макрозообентоса за период с 1986 по 1996 г. в районе эксплуатируемых газоконденсатных месторождений на шельфе северо-западной части Черного моря. Прослежены пути трансформации донного сообщества и определены основные факторы, влияющие на его развитие.

В последние годы в экосистеме Черного моря наблюдаются существенные изменения, связанные с интенсификацией хозяйственной деятельности. Наиболее ярко они проявляются прежде всего в районах, непосредственно подверженных антропогенному прессу. Одним из таких районов является центральная часть северо-западного шельфа Черного моря — зона разведки и разработки газоконденсатных месторождений. Основной задачей выполненных исследований было изучение характера изменений структуры и уровня развития донных сообществ в районе исследования, а также факторов их вызывающих.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы материалы, полученные в 11 научно-исследовательских экспедициях, осуществленных в период с 1986 по 1996 г. в районе эксплуатируемых газоконденсатных месторождений на шельфе северо-западной части Черного моря. Пробы отбирали дночерпателем "Океан" площадью облова 0,25 м<sup>2</sup> и Петерсона — 0,1 м<sup>2</sup> — по 2 пробы на каждой станции. Таксономическая обработка бентоса проводилась с использованием определителя фауны Черного и Азовского морей (т. 1, 2, 3,) и определителя зеленых, бурых и красных водорослей Южных морей СССР.

Для оценки сложности трофической структуры биоценозов рассчитывали индекс однообразия пищевой структуры  $I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{b_i}$ , где

$b_i$  — биомасса данной пищевой группировки в %,  $n$  — число пищевых группировок [Несис, 1965; Черепанов, 1967].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В период с 1986 по 1996 г. на исследованном участке в донном сообществе было выявлено 147 видов животных, включающих 15 — губок, 42 — полихет, 43 — моллюсков, 26 — ракообразных, 3 —

кишечнополостных, 4 — немертин, 5 — щупальцевых, 2 — иглокожих, 6 — асцидий и 1 вид морских пауков. Фитобентос был представлен 8 видами. Средняя биомасса донных организмов в этот период изменялась от 168 до 636 г/м<sup>2</sup>, а средняя численность колебалась от 174 до 986 экз./м<sup>2</sup>, количество видов — от 52 до 73 (таблица).

**Динамика состояния донного сообщества в районе эксплуатируемых газоконденсатных месторождений на шельфе северо-западной части Черного моря**

Годы	Ср. численность, экз./м <sup>2</sup>	Ср. биомасса, г/м <sup>2</sup>	Количество видов												
			всего	моллюски	полихеты	кишечнополостные	иглокожие	асцидии	ракообразные	губки	щупальцевые	немертин	мшанки	морские пауки	водоросли
1986	467	580	70	24	22	2	1	4	7	7	1	1	0	0	1
1988	256	323	54	17	16	1	2	4	6	4	1	1	0	0	0
1989	174	192	61	21	20	1	2	6	3	6	1	1	0	0	0
1991	310	169	62	21	15	1	2	6	8	4	1	2	0	0	2
1992	557	636	66	26	13	1	1	5	9	6	1	2	0	0	2
1993	986	586	69	16	23	3	1	3	13	6	1	1	0	0	2
1995	701	316	52	14	12	1	2	4	9	5	1	1	1	0	2
1996	866	252	73	14	22	1	1	5	12	7	0	0	4	1	6

В результате выполненного анализа качественных и количественных показателей развития зообентоса за период 1986-1991 гг. было установлено преобладание в сообществе животных с высокой скоростью размножения и выраженной способностью к колонизации, что характерно для нарушенных сообществ [Черепанов, 1967]. В последующие годы (1991-1996) наблюдалось восстановление донного сообщества. Отмечалось возрастание роли крупных долгоживущих форм, однако к 1996 г. сообщество еще не достигло уровня 1986 г. В этот период в бентосе возрастала доля лиофильных видов сестенофагов. Проведенный анализ характеристик уровня развития донного сообщества позволил принять 1986, 1991 и 1996 гг. как наиболее показательные. Сравнивая их, можно проследить направление трансформации сообщества и установить наиболее значимые факторы, приводящие к наблюдаемым изменениям.

В 1986 г. в сообществе было зарегистрировано 70 видов. Доминировали моллюск — *Mytilus galloprovincialis* и асцидия — *Ascidia aspersa*. Массовыми видами являлись двусторчатые моллюски *Modiolus phaseolinus* и *Abra nitida*, а также полихеты *Terebellides stroemii*, *Nephthys hombergii*, *Melinna palmata* и офиура *Amphiura stepanovi*. Уровень развития донного сообщества в этот период был высоким. Средняя биомасса и численность доминирующего вида — мидии — составляла 497 г/м<sup>2</sup> и 226 экз./м<sup>2</sup> соответственно. Встречаемость — 60%. Размеры мидий колебались от 1 до 60 мм. В популяции преобладали особи размером 5-20 мм — 54% по численности. Средний размер моллюсков 21 мм.

В 1991 г. сообщество было представлено 62 видами. Уровень развития бентоса значительно снизился. Как и в 1986 г., в сообществе доминировал *M. galloprovincialis*. Его средняя биомасса и численность составляла 112 г/м<sup>2</sup> и 68 экз./м<sup>2</sup>. Средний размер — 24 мм. Субдоминантами были *M. phaseolinus* и *A. aspersa*. Встречаемость *A. nitida* снизилась до 3%. Отмечалось значительное сокращение в сообществе роли мидий. Если в 1986 г. на ее долю приходилось 86% всей массы зообентоса, то в 1991 г. — 66%. В 27 раз снизилась биомасса губок, которая в 1991 г. равнялась 0,16 г/м<sup>2</sup>. Почти в 2 раза возросла численность *M. palmata* и *T. stroemii*. Такое состояние сообщества может быть результатом увеличения в грунте иловой фракции.

В целом же биомасса зообентоса за период с 1986 по 1991 г. уменьшилась в 3,8 раза, ежегодно снижаясь в среднем на 26%. Численность бентоса сократилась в 1,5 раза. Существенные изменения отмечены

как в эдафической, так и в трофической структуре сообщества. По сравнению с 1986 г. к 1991 г. биомасса и численность литофильтрных видов снизилась в 3,9 и 1,8 раза соответственно, биомасса и численность псаммофилов к 1991 г. сократилась в 1,1 и 2 раза. Биомасса пелофильтрных видов сократилась в 2,3 раза, однако численность их возросла в 1,1 раза. Таким образом, сокращение литофилов происходило значительно быстрее, чем пелофилов. В результате их соотношение в сообществе в 1986 и 1991 гг. изменилось с 33:1 до 20:1 по биомассе и с 4:1 до 2:1 по численности. В трофической структуре сообщества в этот период преобладали сестонофаги. В 1986 г. на их долю приходилось 98% массы и 82% численности зообентоса. Доля детритофагов значительно ниже — 2% массы и 14% численности. К 1991 г. биомасса сестонофагов сократилась в 3,8 раза, а численность в 1,8 раза. В то время как биомасса детритофагов сократилась в 2,9 раза, а численность увеличилась в 1,3 раза. Соотношение сестонофагов и детритофагов в 1986 г. по биомассе было 62:1, а в 1991 — 46:1. Их соотношение по численности в 1986 г. было 6:1, а в 1991 — 2,5:1. Наблюдаемые изменения произошли за счет снижения уровня развития мидии и асцидий.

В исследуемый период значительно возросла роль пелофильтрных видов, собирающих детрит с поверхности грунта, таких как *M. palmata* и *T. stroemii*. На их долю в 1991 г. приходилось 36% биомассы и 71% численности всех пелофильтрных видов, из которых детритофаги составляли 82% биомассы и 85% численности. Причем большего развития достигала *M. palmata*, для которой характерна высокая устойчивость к изменению условий окружающей среды. Соотношение *T. stroemii* и *M. palmata* по численности было 1:5,7, а по биомассе они имели равные значения.

Представленные данные подтверждают сделанное ранее предположение о заилиении района.

В 1996 г. в сообществе было зарегистрировано 73 вида. Доминировали *M. galloprovincialis* и *M. phaseolina*. Как и в предыдущие годы, наиболее массовыми видами были полихеты *M. palmata* и *T. stroemii*, однако по сравнению с 1991 г. встречаемость этих видов возросла в 2 и 1,6 раза соответственно. В целом уровень развития сообщества в сравнении с 1991 г. увеличился в 1,6 раза по биомассе и в 2,8 раза по численности, с 1986 г. численность бентоса возросла в 1,8 раза, а биомасса сократилась в 2,3 раза. Численность и биомасса мидии превышали показатели 1991 г. в 6 и 1,8 раза соответственно. Но по сравнению с 1986 г. численность мидий увеличилась в 1,8 раза, а биомасса сократилась в 2,4 раза. Размеры моллюсков изменились от 1 до 50 мм. Преобладала молодь размером 5-20 мм (73% общей численности мидии). Средний размер моллюсков составлял 14 мм. В 1996 г. в сообществе значительно возросла роль литофильтрных видов (в основном за счет мидии), численность которых в сравнении с 1991 г. увеличилась в 2,7 раза, а с 1986 г. — в 1,6 раза. Также возросла доля и пелофильтрных видов, в сравнении с 1991 г. в 3 раза, а с 1986 г. — 3,2 раза. Прослеживается четкое разграничение доминирования литофильтрных видов в северной части исследуемого района и пелофильтрных в южной, что в первую очередь определяется составом грунтов.

В трофической структуре бентоса в 1996 г. изменилась роль сестонофагов. По сравнению с 1991 г. их биомасса увеличилась в 1,6 раза, но была меньше чем в 1986 г. в 2,3 раза. Численность же этих видов возросла в 2,8 раза по сравнению с 1991 г. и в 1,6 раза — с 1986 г. Биомасса детритофагов в 1996 г. по сравнению с 1991 г. увеличилась в 1,8 раза, но была меньше в 1,6 раза, чем в 1986 г. Численность этих видов возросла по сравнению с 1991 г. в 3 раза, а с 1986 г. — в 3,9 раза. В 1996 г.

соотношение сестонофагов и детритофагов было 42:1 по биомассе и 2,3:1 по численности.

Как и ранее, в донном сообществе в 1996 г. из детритофагов преобладали полихеты *M. palmata* и *T. stroemii*, хотя в последнее время возрастала значимость полихеты *T. stroemii*. В предыдущие годы большую роль играла *M. palmata*. Этот факт указывает на снижение процесса поступления илистых осадков и некоторое уплотнение илов.

Расчет индекса однообразия пищевой структуры показал, что в 1986 г. в сообществе значительно преобладала одна пищевая группировка. Это были сестонофаги, индекс составлял 28,67. В 1991 г., в период снижения показателя уровня развития донного сообщества, роль сестонофагов уменьшилась, при этом возросла роль детритофагов, индекс снизился до 4,6. Возрастание в сообществе животных, по способу питания являющихся детритофагами, указывает на значительное поступление в район исследования органического детрита. В 1996 г. роль сестонофагов вновь возросла, что привело к увеличению индекса до 13,37. Это указывает на снижение количества поступающей взвеси и на некоторое уплотнение грунтов.

Для установления факторов, вызывающих наблюдаемые изменения в донном сообществе изучаемого района, нами были рассмотрены наиболее значимые — буровые работы и эксплуатация стационарных платформ, заморы и трансформация грунтов.

На основании выполненных в исследуемый период работ по выявлению влияния морских стационарных платформ (МСП) на экосистему северо-западной части Черного моря было установлено, что непосредственное влияние МСП на донные сообщества ограничивается площадью радиусом около 2 миль от МСП [Оценка влияния..., 1988; Отчет о комплексных экологических исследованиях..., 1990; Результаты комплексных экологических исследований.., 1991; 1995; Оценить фильтрационную способность.., 1992; Предпосылки, возможности прогноза.., 1995]. В период разведочного бурения и установки МСП происходило разрушение донного сообщества, при этом отмечалось снижение уровня развития литофильтральных видов и видов сестонофагов. В то же время возрастала роль пелофильтральных видов, собирающих детрит с поверхности дна. Наибольшего уровня развития в этот период достигала полихета *M. palmata*, вид наиболее устойчивый к изменению окружающей среды [Лосовская, 1977]. Но в последующем ведущая роль от *M. palmata* переходит к *T. stroemii*. Таким образом, изменения, наблюдаемые в районе эксплуатируемых газоконденсатных месторождений, происходят не вследствие установки и эксплуатации буровых платформ, а являются результатом проявления более мощных факторов, охватывающих весь изучаемый район. Одним из таких факторов могут быть заморы, вызывающие гибель донной фауны. Но при заморах не происходит трансформация грунтов, а восстановление видового разнообразия наблюдается уже через год, дозаморного уровня развития донное сообщество достигает через 3-4 года [Повчун, 1986; Золотарев, 1994]. Исследуемый же участок располагается в зоне, где отмечался лишь кратковременный дефицит кислорода, при котором не наблюдалось полной гибели донной фауны, а имело место только снижение ее обилия [Золотарев, 1994].

Присутствие же в зообентосе значительного видового разнообразия губок и асцидий, не переносящих дефицита кислорода, указывает на достаточно благополучное в этом отношении состояние рассматриваемой акватории.

Другим значимым фактором может являться трансформация грунтов. В результате исследований ЮгНИРО по влиянию донного

трапового промысла рыб на состояние донного сообщества на шельфе Черного моря было установлено, что в процессе траплений на илистых грунтах в толщу вод поднимаются огромные массы илистых частиц, которые способны переноситься течениями на расстояние до 200 км и более [Золотарев, 1994]. Следствием переосаждения илов являлось снижение в донном сообществе доли литофильных видов и увеличение пелофильных. В сообществе возрастала роль дегритофагов и полифагов. Аналогичные процессы мы наблюдаем в исследуемом районе. Это позволяет сделать вывод, что фактор заилиения присутствует и в настоящее время и является одним из определяющих в изменении состояния донного сообщества в изучаемом районе. Однако в последние годы наметилась тенденция к его снижению, на что указывают изменения в состоянии развития донных сообществ в период с 1992 по 1996 г.

Таким образом, в районе исследований в период с 1986 по 1996 гг. наблюдались значительные изменения уровня развития донного сообщества.

Разведочные бурения и эксплуатация месторождений посредством морских стационарных платформ не являются основной причиной выявленных изменений уровня развития донного сообщества. Негативное воздействие этого фактора ограничивается небольшими зонами (2-2,5 мили), непосредственно прилегающими к месту бурения или МСП.

Такого рода изменения в районе эксплуатируемых газоконденсатных месторождений являются результатом значительного поступления взвешенного вещества в период до 1991 г., что привело к снижению уровня развития бентосных сообществ. В настоящее время наблюдается ослабление воздействия данного фактора, на что указывает более высокий уровень развития донного сообщества, изменения в трофической и эдафической его структурах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев П.Н. Структура биоценозов бентали северо-западной части Черного моря и ее трансформация под воздействием антропогенных факторов. Диссертация на соискание ученой степени к.б.н. — Керчь, 1994. — 278 с.
2. Лосовская Г.В. Экология полихет Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1977. — 85 с.
3. Несис К.Н. Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов//Океанология, 1965. № 5. Вып. 4. — С. 701-704.
4. Отчет о комплексных экологических исследованиях состояния экосистемы северо-западного шельфа Черного моря в районе МСП "Голицыно-18", Краснодарского кооп. пред. "Шельф-Эко" — Краснодар, 1990. — 22 с.
5. Оценка влияния буровых и эксплуатационных работ на водную среду и биоценозы Каркинитского залива и северо-западного шельфа Черного моря/Отчет № ГР 01.860132440. — Керчь: АзЧерНИРО, 1988. — 61 с.
6. Оценить фильтрационную способность биоценоза обрастания на МСП "Голицыно-2", "Голицыно-4", "Голицыно-18", "Каркинитская-19"/Отчет № ГР И.А.О. 1001181. — Керчь: ЮгНИРО, 1992. — 26 с.
7. Повчун А.С. Структура донных сообществ Каркинитского залива. — Севастополь, 1986. — 76 с.
8. Предпосылки, возможности прогноза предотвращения заморных явлений в Черном и Азовском морях/Отчет № ГР 0195 У 009715 — Керчь, 1995 — 68 с.
9. Результаты комплексных экологических исследований экосистемы северо-западного шельфа Черного моря в районах деятельности ПО "Черноморнефтегаз"/Отчет № ГР 01.9.10041620. — Керчь: ЮгНИРО, 1991. — 100 с.
10. Результаты комплексных экологических исследований экосистемы северо-западного шельфа Черного моря в районе деятельности ПО "Черноморнефтегаз" в 1993 г./ Отчет № ГР 01930033557. — Керчь: ЮгНИРО, 1993. — 54 с.
11. Черепанов В.В. Несколько замечаний к работе К.Н. Несиса. Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов//Океанология, 1967. № 7. Вып. 3. — С. 536-538.

Л.К. СЕБАХ, Т.М. ПАНКРАТОВА,  
Т.М. АВДЕЕВА, С.М. ШЕПЕЛЕВА, Л.С. ВОРОНЕНКО

## СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Рассмотрен современный уровень загрязненности западной части Азовского моря токсичными для гидробионтов тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями и компонентами нефти. Основной особенностью пространственного распределения меди, цинка, марганца, мышьяка и суммарных нефтепродуктов является приверженность их максимальных концентраций к зонам повышенного осадконакопления, характеризующегося величинами, превышающими 5 мм/год. В 1997 г. отмечено снижение концентраций ДДТ, что обусловлено его метаболизмом.

Мониторинг уровня загрязненности экосистем Азовского моря, осуществляемый ЮгНИРО в последние годы, позволил выявить некоторые особенности условий их функционирования в современных антропогенных условиях. Комплекс исследований загрязнения экосистемы Азовского моря токсичными для гидробионтов веществами включал тяжелые металлы (ртуть, медь, свинец, кадмий, железо, марганец, хром), мышьяк, компоненты нефти (летучие, нелетучие углеводороды, смолистые вещества) и хлорорганические соединения (ДДТ; ДДД; ДДЭ, изомеры ГХЦГ ( $\alpha$ - и  $\gamma$ ), полихлорированные бифенилы — ПХБ) в воде и донных отложениях.

Из **тяжелых металлов** в воде Азовского моря в мае 1997 г. в наименьших количествах обнаружены ртуть и кадмий, их концентрации как в поверхностном, так и в придонном горизонтах повсеместно на порядок ниже предельно допустимых значений для рыбохозяйственных водоемов. Низкие концентрации этих металлов характерны и для донных отложений, среднее содержание которых составило, соответственно, 0,06 и 0,05 мкг/г сухого веса.

Содержание в воде мышьяка, свинца, цинка и марганца также не превышало величин ПДК, однако в пространственном распределении указанных поллютантов выделяются локальные участки с их повышенными концентрациями по сравнению с сопредельными акваториями: район Арабатской стрелки и Обиточной косы (мышьяк, марганец), центральный район западной части Азовского моря (свинец), Арабатский залив (марганец), южная часть Гнилого моря, Обиточный залив и внешняя граница исследуемого района (цинк).

Наличие меди в воде изменялось от 0,88 до 4,76 в поверхностном и от 0,99 до 5,58 мкг/л в придонном слоях. Средние концентрации хрома в воде составили в поверхностном слое 1,63 мкг/л, в придонном — 2,02 мкг/л.

В донных отложениях содержание меди, свинца, марганца и хрома было ниже естественного геохимического фона, характерного для донных осадков Азово-Черноморского бассейна [Митропольский и др., 1982]. Для пространственного распределения цинка характерно незначи-

тельное превышение геохимического фона (94 мкг/г сухого веса) на 1/3 части обследованной акватории. Максимальные концентрации — 127 и 116 мкг/г сухого веса — отмечены в юго-западной части Азовского моря.

Для хрома область повышенных концентраций (более 40 мкг/г сух. веса) отмечена в Арабатском и Казантипском заливах, а также в центральной части исследуемой акватории.

Повсеместно в украинской зоне Азовского моря фиксируется превышение геохимического фона по содержанию мышьяка (11 мкг/г сух. веса) в 2-9 раз, что, по всей видимости, обусловлено общим антропогенным загрязнением Азовского моря этим элементом.

Концентрации железа в поверхностном слое вод Азовского моря не превышают величин ПДК за исключением двух станций, относящихся к Арабатской стрелке (1,2 ПДК) и северо-восточной части Обиточного залива (1,8 ПДК). В придонном горизонте максимальные концентрации железа — 227 и 185 мкг/л (4,1 и 3,1 ПДК соответственно) также зафиксированы вдоль Арабатской стрелки и в Арабатском заливе — 221 мкг/л, 4 ПДК.

В донных отложениях содержание железа находится в пределах геохимического фона (36800 мкг/г сух. веса), однако следует отметить значительную вариабельность (6,92-31209 мкг/г сух. веса) наличия этого металла. Значительная часть исследуемой акватории занята донными отложениями, в которых содержание железа более 20000 мкг/г сух. веса.

Сравнивая результаты съемок, выполненных в 1996-1997 гг., следует отметить, что существенные изменения в воде отмечаются для ртути и железа, концентрации которых к июлю 1997 г. снизились почти на порядок. Микроэлементный состав донных отложений северо-западной части Азовского моря относительно стабилен, за исключением мышьяка, его концентрации в грунтах возросли более чем в 5 раз (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика микроэлементного состава донных отложений северо-западной части Азовского моря (по средним концентрациям, мкг/г сухого веса)**

Год	Hg	As	Cu	Fe	Pb	Cd	Zn	Mn	Cr
VII — 1996 г.	0,06	9,2	19,2	14688	4,6	0,05	67,6	245	33,2
V — 1997 г.	0,06	48,5	20,5	13938	3,4	0,04	63,6	249	24,3

**Хлорорганические соединения.** Вода западной части Азовского моря повсеместно в различной степени загрязнена остаточными количествами ДДТ и его метаболитами, изомерами ГХЦГ, и лишь ПХБ отмечены на некоторых станциях — в центральной части исследуемого района и у Арабатской стрелки.

Содержание суммы ХОС изменялось в довольно широком диапазоне концентраций — от 0,004 до 0,31 мкг/л — и в среднем составляло 0,024 мкг/л. Из них основным компонентом являлись ДДТ и его метаболиты — 0,017 мкг/л (0,002-0,029 мкг/л), сумма изомеров ГХЦГ в среднем составляла 0,007 мкг/л (0,0003-0,030 мкг/л) и ПХБ — 0,002 мкг/л (0,000-0,026 мкг/л).

Следует отметить, что содержание токсикантов в поверхностном слое примерно в 2 раза превышает их содержание в придонном, за исключением изомеров ГХЦГ, содержание которых в среднем одинаково.

Пространственное распределение суммы ХОС мозаично. В поверхностном слое локализация повышенных содержаний (до 0,3 мкг/л) суммарного содержания токсикантов наблюдалась возле Арабатской

стрелки. В придонном слое следует выделить две зоны локализации повышенных содержаний ХОС ( $> 0,02$  мкг/л): в центральной части исследуемого района и в Обиточном заливе.

В пространственном распределении ДДТ и его метаболитов отмечена локализация высоких (от 0,02 до 0,29 мкг/л) их содержаний в поверхностном слое возле Арабатской стрелки. В придонном слое следует выделить зону с повышенным ( $> 0,010$  мкг/л) содержанием суммы ДДТ и его метаболитов, расположенную в северо-восточной части Обиточного залива.

Распределение изомеров ГХЦГ в поверхностном слое имеет равномерный характер с зоной локализации высоких концентраций (до 0,03 мкг/л) в центральной части исследуемого района и повышенных (до 0,012 мкг/л) возле Арабатской стрелки. В придонном слое распределение изомеров ГХЦГ аналогично, однако зона повышенных содержаний (до 0,017 мкг/л) расположена в юго-западной части Обиточного залива.

Донные отложения являются той средой, где хлорорганические соединения, накапливаясь на их частицах, могут захороняться надолго [Фоновый мониторинг загрязнения..., 1990]. В связи с этим такие долгоживущие соединения, как ДДТ и ПХБ присутствуют в указанных отложениях до настоящего времени.

В донных отложениях исследуемой акватории распространены ДДТ и полихлорбифенилы, как более персистентные. Содержание ДДТ изменялось от 0,000 до 0,055 мкг/г сухого веса. Наиболее высокие концентрации этого токсиканта наблюдались на юге района и на одной из прибрежных станций Обиточного залива. Диапазон изменения суммы концентраций всех компонентов ДДТ также широк: 0,0018-0,0640 мкг/г сух. веса. Средняя величина составила 0,0135 мкг/г сух. веса.

ПХБ (полихлорированные бифенилы) встречались во всех пробах донных отложений. Максимальные величины загрязнения им отмечались в центре северо-западной части Азовского моря и на юго-западе прибрежной части Обиточного залива (более 0,010-0,020 мкг/г сух. веса). Концентрации полихлорбифенилов изменялись в пределах от 0,002 до 0,023 мкг/г сух. веса, в среднем составляя 0,0098 мкг/г сух. веса.

Наименее персистентные из определяемых соединений — изомеры  $\alpha$ - и  $\gamma$ -ГХЦГ — обнаруживались в меньших количествах, составляя десятые доли нанограммов — 0,0003-0,0077 мкг/г сух. веса, хотя в среднем не превышали 0,0018 мкг/г сух. веса.

В целом суммарные величины хлорорганики в донных отложениях исследуемой акватории еще велики, диапазон их изменения широк 0,0079-0,0869 мкг/г сух. веса. Средняя величина для всего района составила 0,0266 мкг/г сух. веса. Наибольший уровень загрязнения этими токсикантами наблюдался в донных отложениях открытой части моря.

Таким образом, в донных отложениях исследуемой акватории присутствовали все из определяемых нами хлорированных углеводородов. Из указанных выше соединений во всех пробах встречались полихлорированные бифенилы. Основной загрязнитель — ДДТ в единичных пробах отсутствовал, также не отмечались и некоторые соединения группы ДДТ. Наиболее загрязнены донные отложения открытой части моря.

В 1997 г. отмечено снижение концентраций ДДТ (с 0,049 мкг/г до 0,011 мкг/г соответственно), что обусловлено его метаболизмом. Средние концентрации полихлорбифенилов и  $\alpha$ -и  $\gamma$ -изомеров гексахлорциклогексана остались на уровне 1996 г.

**Содержание суммарных нефтепродуктов** в воде определялось в небольших количествах и не превышало предельно допустимые значения для рыбохозяйственных водоемов. В поверхностном слое концентрации нефтепродуктов варьировали от 0,07 до 0,021 мг/л, в придонном слое — от 0,011 до 0,025 мг/л. В пространственном распределении повышенные концентрации по сравнению с сопредельными акваториями отмечены около Косы Федотова, в открытой части Обиточного залива и в центральной части исследуемой акватории.

Во фракционном составе соотношение смолистых компонентов и нелетучих углеводородов составляет 1:1, что свидетельствует о постоянном поступлении нефтепродуктов в исследуемый район.

В донных отложениях содержание суммарных нефтепродуктов изменилось от 0,14 до 1,85 мг/г сухого веса. В пространственном распределении нефтепродуктов минимальные их концентрации фиксируются в прибрежной части, что обусловлено преобладанием в донных осадках песчаной фракции, практически не сорбирующей нефть. Донные отложения с содержанием нефтепродуктов более 1 мг/г сух. вещества (III уровень загрязнения [Миронов и др., 1986]) занимают центральную часть акватории и район у южной части Арабатской стрелки. Во фракционном составе здесь преобладали нелетучие углеводороды, что свидетельствует о постоянном поступлении нефтепродуктов из открытых районов Азовского моря. На прибрежных станциях наблюдается обратное соотношение — преобладающими компонентами являются смолы и асфальтены.

По сравнению с предыдущим годом существенных изменений в содержании суммарных нефтепродуктов в водной толще и поверхностном слое донных осадков не произошло, однако фракционный состав компонентов нефти в донных осадках существенно изменился — отмечено понижение содержания смолистых компонентов и повышение концентраций нелетучих углеводородов (табл. 2), что свидетельствует о наличии постоянного поступления нефтепродуктов в исследуемый район.

Таблица 2

**Характеристика фракционного состава нефтепродуктов  
в донных отложениях северо-западной части Азовского моря  
(по средним концентрациям, мг/г сухого веса)**

Год	Суммарное содержание	Смолы + асфальтены	Нелетучие углеводороды
Июль 1996 г.	0,68	0,43	0,25
Май 1997 г.	0,61	0,30	0,31

### ВЫВОДЫ

Анализ динамики загрязнения водных масс и донных отложений Азовского моря токсичными для гидробионтов поллютантами позволил установить следующее:

- концентрации большинства определяемых в настоящей работе тяжелых металлов в воде в июле 1997 г. не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов;
- характерной чертой пространственного распределения тяжелых металлов в воде является приверженность их повышенных по сравнению с сопредельными акваториями концентраций преимущественно к Арабатской стрелке, Обиточной косе и Арабатскому заливу;

- в донных отложениях концентрации большинства определяемых тяжелых металлов ниже геохимического фона, характерного для донных осадков Азово-Черноморского бассейна, за исключением мышьяка, содержание которого повсеместно выше геохимического фона в 2-9 раз, и цинка, содержание которого незначительно выше геохимического фона на 1/3 исследованной акватории;
- по сравнению с 1996 г. в воде северо-западной части Азовского моря отмечено существенное снижение концентраций ртути и железа (практически на порядок). Для донных отложений характерна стабильность микроэлементного состава, исключение составляет мышьяк, содержание которого возросло более чем в 5 раз;
- концентрации суммарных нефтепродуктов в воде, определенные в июле 1997 г., были незначительными и не превышали величин ПДК;
- содержание суммарных нефтепродуктов в донных отложениях определяется вещественным составом донных осадков: наименьшие их концентрации относятся к прибрежным районам (песчаные грунты), центральную и южную часть исследуемой акватории (преимущественно с преобладанием илистых фракций) занимают данные осадки с содержанием суммарных нефтепродуктов более 1 мг/г сух. веса, относящиеся к III уровню загрязнения, при котором резко изменяется трофическая структура бентоса;
- основной особенностью пространственного распределения меди, цинка, марганца, мышьяка и суммарных нефтепродуктов в западной части Азовского моря является тяготение их максимальных концентраций к зонам повышенного осадконакопления, характеризующегося величинами, превышающими 5 мм/год. При этом необходимо отметить, что естественная скорость осадконакопления для данного района Азовского моря не превышает 3,2 мм/год;
- в 1997 г. отмечено снижение концентраций ДДТ (с 0,049 мкг/г до 0,011 мкг/г соответственно), что обусловлено его метаболизмом. Средние концентрации полихлорбифенилов и  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров гексахлорциклогексана остались на уровне 1996 года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря// Гидробиологический журнал, 1986. Т. 22. № 6. — С. 76-78.
2. Митропольский А.Ю., Безбород А.А., Овсяный Е.И. Геохимия Черного моря. — Киев: Наукова Думка, 1982. — 142 с.
3. Фоновый мониторинг загрязнения экосистем суши хлорорганическими соединениями. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. — С. 95.

О.А. ПЕТРЕНКО, Л.К. СЕБАХ, Т.М. ПАНКРАТОВА

**АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ  
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДАМПИНГА ГРУНТОВ  
ДНОУГЛУБЛЕНИЯ В КЕРЧЕНСКОЙ  
ПРЕДПРОЛИВНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Установлена связь содержания токсичных загрязняющих веществ в воде Керченского предпроливья с объемами и режимом дампинга.

Несмотря на снижение объемов сбрасываемых грунтов, уровень загрязнения водных масс ртутью и свинцом с ноября 1991 по 1994 г. существенно возрос при одновременном снижении содержания указанных элементов в донных отложениях, что свидетельствует о вторичном загрязнении придонного слоя вод. В донных отложениях для большинства определяемых загрязняющих веществ сохраняется положительная тенденция к их накоплению в поверхностном слое осадков.

Керченский пролив является основной судоходной магистралью, соединяющей Черное и Азовское моря, и важнейшим путем миграции основных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна — азовской хамсы, сельдей, кефалей, барабули, ставриды.

Режим течений в Керченском проливе и структура донных отложений, текущие илы, обуславливают необходимость проведения дноуглубительных работ для обеспечения безопасности мореплавания на судоходном канале и подходных каналах к многочисленным портам, расположенным в Керченской бухте [Воронцова, Петренко, 1993]. Акватории этих портов таким образом поддерживаются в пригодном для эксплуатации состоянии уже на протяжении многих десятков лет. К сожалению, технология изъятия грунта и его захоронения за это время пока еще не претерпела существенных изменений, и фактор заилиения действующих свалок грунтов дноуглубления становится все более опасен в экологическом плане [Мокеева, 1983; Петренко, 1994].

Пока в регионе не наложены технологии использования грунтов дноуглубления, основным решением проблемы является захоронение их в море. При этом антропогенные причины, влияющие на изменение морской среды в местах дампинга грунтов, по масштабам воздействия обычно превышают естественные изменения. Наблюдения за состоянием биосферы как наземной, так и водной охватывают достаточно большой отрезок времени (несколько десятилетий), но производились лишь за изменениями состояния природной среды, обусловленными только естественными (природными) причинами [Израэль, 1986]. Для выделения антропогенной составляющей в скорости осадконакопления и в загрязненности воды и донных отложений на фоне естественных процессов возникла необходимость в организации экологического мониторинга в районах осуществления дампинга грунтов дноуглубления.

Целью настоящего исследования является, прежде всего, выделение вклада антропогенной составляющей в общее состояние экосистемы шельфовой зоны Керченского предпроливья Черного моря методом выявления особенностей гидрохимического режима морских вод в районе действующего глубоководного отвала грунта.

Актуальность этого продиктована прежде всего тем, что исследованиями, проведенными АзНИРХ, ЮгНИРО (АзЧерНИРО), Астрыбвтаз, ЧерноморНИИпроект, ИнБЮМ и др., установлено следующее: около трети грунтов, изымаемых при дноуглубительных работах, загрязнено [Терзиев, Шлыгина, 1983]. Приоритетными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, фенолы, токсичные тяжелые металлы, ДДТ, полихлорифенилы.

Существенная годовая и межгодовая изменчивость основных океанологических характеристик (гидрологических, гидрохимических и гидробиологических) определяется постоянно возрастающей антропогенной нагрузкой [Васильева, Витриченко и др., 1992]. При сбросе грунтов дноуглубления вышеуказанные загрязняющие вещества являются источниками вторичного загрязнения морской среды и накапливаются в тканях и органах гидробионтов [Петренко, Себах, 1994].

До начала 90-х годов 4 свалки грунта располагались непосредственно в проливе и в предпроливных мелководных зонах. Длительная их эксплуатация оказала явное отрицательное влияние на состояние рыбных ресурсов и ведение промысла в Керченском проливе [Воронцова, Петренко, 1993].

В целях снижения негативного влияния дампинга грунтов на состояние экосистемы Керченского пролива район свалки грунта вынесен с 1987 г. в предпроливную зону Черного моря на глубину 50 м в точку с координатами  $\phi = 44^{\circ}51' \text{ с. ш.}$ ,  $\lambda = 36^{\circ}40' \text{ в. д.}$

С начала эксплуатации указанной свалки грунта специалистами ЮгНИРО в районе ее размещения проводится систематический мониторинг, концепция которого воплотилась в информационную систему [Израэль, 1986], включающую в себя:

- наблюдения за состоянием морской среды в условиях существующей системы дампинга;
- оценку на основе данных наблюдений фактического состояния экосистемы в исследуемом районе.

Система мониторинга и тенденции ее развития в данном случае основываются, прежде всего, на комплексном подходе к оценке состояния морской среды и заключаются в наблюдении за гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими параметрами среды в районе Керченского предпроливья. При этом одна из ведущих ролей отводится контролю уровня загрязненности воды и донных отложений наиболее токсичными для гидробионтов веществами — тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями и компонентами нефти [Петренко, Себах и др., 1993].

Наблюдения в районе глубоководного отвала проводятся систематически с 1989 г. как в период осуществления дампинга грунтов, так и в промежутках между выполняемыми дноуглубительными работами [Петренко, Себах, 1994].

Комплексная оценка изменений, происходящих в районе сброса грунтов дноуглубления, требует прежде всего определения океанографических параметров, отражающих структуру вод Керченского предпроливья Черного моря и сезонные гидрохимические изменения состава морских вод.

Анализ океанографических данных ЮгНИРО за период с 1980 по 1997 г. для исследуемого района расположения глубоководного отвала показал, что вблизи берегов, где интенсивность вертикального турбулентного обмена значительно выше, слой скачка температуры и солености имеет значительное вертикальное развитие и более заглублен, чем в открытой части шельфа. Холодный промежуточный слой (ХПС) традиционно представлен водами с температурой 6-8°C и соленостью 18,00-19,95‰.

На свале глубин в течение всего года прослеживается периферия Основного черноморского течения (ОЧТ). Преобладающее направление этого потока — западное, северо-западное, скорость — до 30-40 см/с. Интенсивность ОЧТ во многом определяет устойчивость основного потока. В летний период интенсивность ОЧТ ослабевает, основной поток начинает меандрировать и на его периферии образуются циклонические завихренности, распространяющиеся на северо-восточную часть шельфа Керченского предпроливья. Зимой интенсивность ОЧТ увеличивается, и стрежень основного потока приближается к шельфовой зоне [Блатов, Булгаков и др., 1984].

Таким образом, основная часть объема предпроливного пространства занята черноморской водной массой. Влияние азовских вод на прилегающую акваторию Черного моря заметно проявляется лишь в непосредственной близости от замыкающего створа Керченского пролива. Граница азовских вод охватывает небольшую примыкающую к проливу акваторию северо-восточного шельфа Черного моря. Азовская водная масса занимает слой от поверхности до глубины 3-4 м. Смешанные воды (15-16‰) располагаются узкой, в 3-5 миль, полосой вдоль северного побережья предпроливного пространства. Средняя глубина их распространения не превышает 10 м, максимальная 15-20 м.

Формирование гидрохимического режима Керченского предпроливья в наибольшей степени зависит от процессов водообмена между Азовским и Черным морями, биологических и физико-химических процессов, протекающих в системе вода-донные отложения.

Ретроспективный анализ содержания токсикантов в элементах экосистемы района дампинга с 1989 по 1997 гг. позволяет проследить следующие тенденции.

Для сравнения трансформации количества сбрасываемого грунта с изменением содержания загрязняющих веществ в районе действующей свалки была отслежена динамика сброса грунтов дноуглубления на действующую свалку, представленная в таблице.

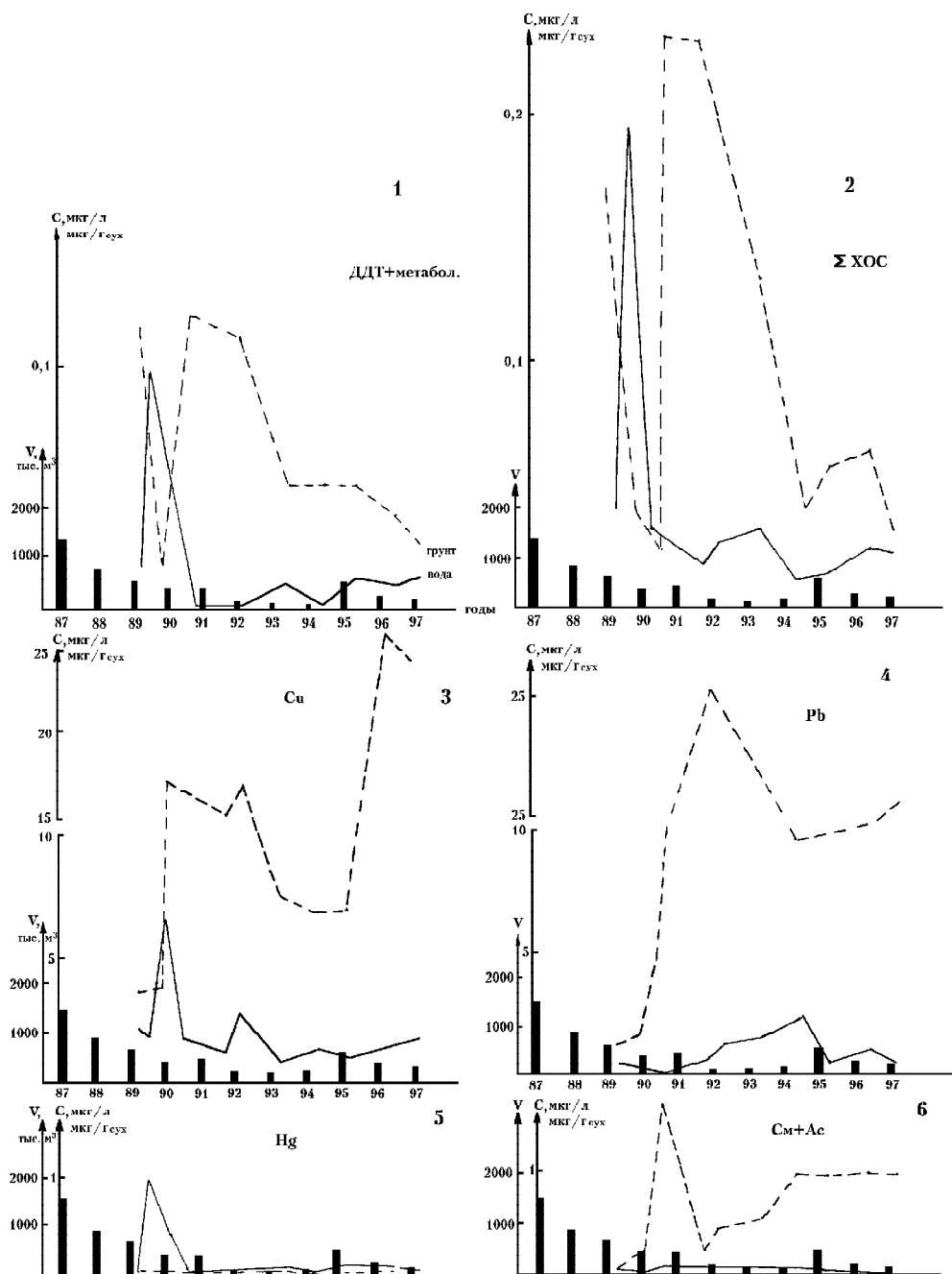
**Объем дампинга грунтов в глубоководный отвал  
в Керченское предпроливье в 1987-1996 гг.**

Годы	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Объем, тыс. м <sup>3</sup>	1450	850	634,7	393,7	407,04	70,0	26,12	100	456	238

Нетрудно заметить, что до 1993 г. объем сбрасываемых грунтов неуклонно сокращался. Это связано, прежде всего, с удорожанием выработки каждого кубометра грунта и его утилизации. В 1995 г. в связи с необходимостью ремонтного дноуглубления практически всего Керч-Еникальского канала объем дампинга возрос по сравнению с предыдущим годом в 4,5 раз.

Из всех определяемых хлорорганических соединений в настоящей работе рассматривается один из основных компонентов ХОС — ДДТ с

метаболитами и общая сумма всех определяемых компонентов ХОС. Зависимость рассмотрена для воды и донных отложений. Анализируя характер изменения этих характеристик в воде по годам, следует отметить, что в период с июля 1989 по ноябрь 1991 г. наблюдается довольно четко выраженная тенденция уменьшения количества токсикантов с уменьшением объема сбрасываемого грунта (см. рисунок, 1, 2).



Динамика содержания токсичных загрязняющих веществ в воде и донных отложениях района подводного отвала грунта в Керченском предпроливье Черного моря (1987-1997 гг.)

В последующие годы данная тенденция нарушилась. Очевидно, это связано с тем, что количество хлорорганических соединений в водной среде определяется количеством сорбирующей их взвеси, а оно различно. Для донных отложений картина наиболее показательна. Как видно из графика (рисунок, 1, 2), наиболее резкое уменьшение ДДТ с метаболитами и суммы хлорорганических соединений произошло с ноября 1991 по май 1994 гг. Между 1990 и 1991 гг., когда количество сбрасываемого грунта увеличилось, и сброс был наиболее интенсивным (в плане его режима), отмечается пик содержания как ДДТ и метаболитов, так и суммы ХОС. В последующие годы, когда нами фиксировалось существенное перераспределение фракций донных осадков в центральной части подводного отвала, в результате которого зона преобладания мелкодисперсных пелитов сместилась к югу к изобатам 60-70 м, где их содержание достигло 72%, произошло значительное снижение и стабилизация средних концентраций и суммы ХОС и ДДТ с метаболитами.

Динамика изменения содержания тяжелых металлов по годам показана на примере ртути, меди и свинца (см. рисунок, 3, 4, 5). Для ртути в воде характерно резкое снижение концентраций с августа 1989 по август 1991 г. и дальнейшее снижение (с 0,12 до 0,07 мкг/л) с незначительной вариацией по годам (см. рисунок, 5). В донных отложениях изменения ее содержания по годам весьма незначительны и концентрации малы. В воде же концентрации ртути превышают предельно допустимые значения в 1,1-9,9 раз, что свидетельствует о десорбции ртути из донных отложений и вторичном загрязнении придонного слоя вод.

Для меди (как и для хлорорганических соединений) в донных отложениях отмечается тенденция к понижению ее содержания с марта 1990 до 1995 г. при одновременном снижении количества этого элемента в воде (см. рисунок, 3). Резкое повышение концентраций меди в 1995 г. обусловлено значительным ростом объема захороняемых грунтов (со 100 до 456 тыс. м<sup>3</sup>). Исключение составляет свинец, концентрации которого в донных отложениях с мая 1989 по ноябрь 1991 г. повышаются при одновременном снижении их в воде, а затем картина изменяется на противоположную (см. рисунок, 4). Это свидетельствует о вымывании свинца из поверхностного слоя донных осадков и о вторичном загрязнении этим элементом придонного слоя вод.

Анализ содержания компонентов нефти в воде и донных отложениях (см. рисунок, 6) показывает, что вследствие естественного самоочищения, а также снижения объемов дампинга с августа 1990 по 1995 г. отмечается снижение суммарной концентрации нефтепродуктов в воде (с 0,16 до 0,09 мг/л) с незначительной вариацией по годам. При этом отмечено явное количественное преобладание фракции нелетучих углеводородов над фракцией тяжелых компонентов нефтепродуктов (смолистые и асфальтеновые вещества) в 2-5 раз.

Однако несмотря на тенденцию к уменьшению, величина суммарной концентрации нефтепродуктов в воде в этот период превышает величину предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/л) в 1,2-3,2 раза. В донных отложениях наблюдается тенденция к увеличению суммарной концентрации нефтепродуктов вследствие аккумуляции трансформированной фракции — смолистых и асфальтеновых веществ при одновременном снижении концентраций нелетучих углеводородов.

Аномальное повышение концентраций компонентов нефти в донных отложениях, наблюдаемое с марта по август 1990 г. и в 1995 г., объясняется как качеством сбрасываемого грунта, так и режимом его сброса в этот период.

Таким образом, основываясь на изложенном, можно сделать следующие выводы.

1. Пространственная неоднородность исследуемых гидрологических характеристик обусловлена особенностями гидродинамических факторов, что, в свою очередь, предопределило и изменчивость гидрохимического режима Керченского предпроливья Черного моря.
2. Установлена связь содержания токсичных загрязняющих веществ в воде Керченского предпроливья с объемами и режимом дампинга. Исключение составляет уровень загрязнения водных масс ртутью и свинцом.
3. Несмотря на снижение объемов сбрасываемых грунтов, концентрации ртути и свинца в воде с ноября 1991 по 1994 г. существенно возросли при одновременном снижении содержания в донных отложениях, что свидетельствует о вторичном загрязнении придонного слоя вод указанными металлами.
4. В донных отложениях для большинства определяемых загрязняющих веществ сохраняется положительная тенденция к их накоплению в поверхностном слое осадков.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Блатов А.С., Булгаков Н.П., Иванов В.А. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 239 с.
2. Василева В.Н., Витриченко Е.Е., Петренко О.А., Судьев Р.А., Шиман М.Ю. Моделирование переноса неконсервативных субстанций в Одесском заливе и на прилегающих акваториях//Тр. ГОИН. Вып. 203. — М.: Гидрометеоиздат, 1992. — С. 16-33.
3. Воронцова Л.Н., Петренко О.А. Влияние захоронения грунтов на рыбные запасы в Керченском проливе//В сб.: Материалы международной научно-технической конференции "Дноуглубление, дампинг и охрана водных экосистем". — М.: Межведомственная ихтиологическая комиссия, 1993. — С. 3-4.
4. Израэль Ю.А. Научное обоснование программы комплексного экологического мониторинга океана/Программа МОНOK. — М.: Гидрометеоиздат, 1986. — 51 с.
5. Мокеева Н.П. Влияние сбросов различных отходов в морскую среду на гидробионтов// Тр. ГОИН: Исследование процессов при сбросе отходов в море. Вып. 167. — М.: Гидрометеоиздат, 1983. — С. 23-33.
6. Петренко О.А., Себах Л.К., Панкратова Т.М., Авдеева Т.М., Попова Т.В. Дампинг грунтов и его влияние на распространение загрязняющих веществ в Керченской предпроливной зоне Черного моря//В сб.: Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (Материалы отчетной сессии по итогам НИР ЮгНИРО в 1992 г.). — Керчь: ЮгНИРО, 1993. — С. 47-54.
7. Петренко О.А. Результаты натурного моделирования процесса распространения взвешенных веществ при производстве дноуглубительных работ//Тр. ЮгНИРО. Т. 40. — Керчь: ЮгНИРО, 1994. — С. 31-35.
8. Петренко О.А., Себах Л.К. Методологические предпосылки организации экологического мониторинга моря в районе осуществления дампинга грунтов днууглубления//Тр. ЮгНИРО. Т. 40. — Керчь: ЮгНИРО, 1994. — С. 36-37.
9. Терзиев Ф.С., Шлыгин И.А. Организационные и научные принципы контроля за сбросами отходов в морскую среду//Тр. ГОИН: Исследование процессов при сбросе отходов в море. Вып. 167. — М.: Гидрометеоиздат, 1983. — С. 5-15.

С.М. ШЕПЕЛЕВА, Л.К. СЕБАХ

**ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ  
ПЕСТИЦИДОВ И ХАРАКТЕР ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ  
ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ  
ТРАЛОВОГО ЛОВА ПИЛЕНГАСА**

Изложены результаты исследований в северо-западной части Азовского моря в условиях тралового лова пиленгаса в июле 1997 г. Приводятся данные по содержанию остаточных количеств пестицидов и характер их распределения. Показано, что осуществление траловых работ не приводит к увеличению уровня загрязнения донных отложений органохлорными соединениями, а характер распространения этих соединений объясняется перераспределением илистых фракций.

Донные отложения являются средой, адсорбирующей на своей поверхности различные вещества, в том числе и хлорорганические соединения (ХОС), и, прежде всего, такие высококумулятивные, как ДДТ, гексахлоциклогексан ( $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеры ГХЦГ) и другие. Попадая в донные отложения, эти соединения захороняются, процесс метаболизма тормозится, особенно в верхних слоях, где в силу специфических условий (наличие кислорода, низкая температура) их разложение замедляется. В нижележащих слоях анаэробные условия способствуют усилению процесса деструкции [Фоновый мониторинг..., 1990].

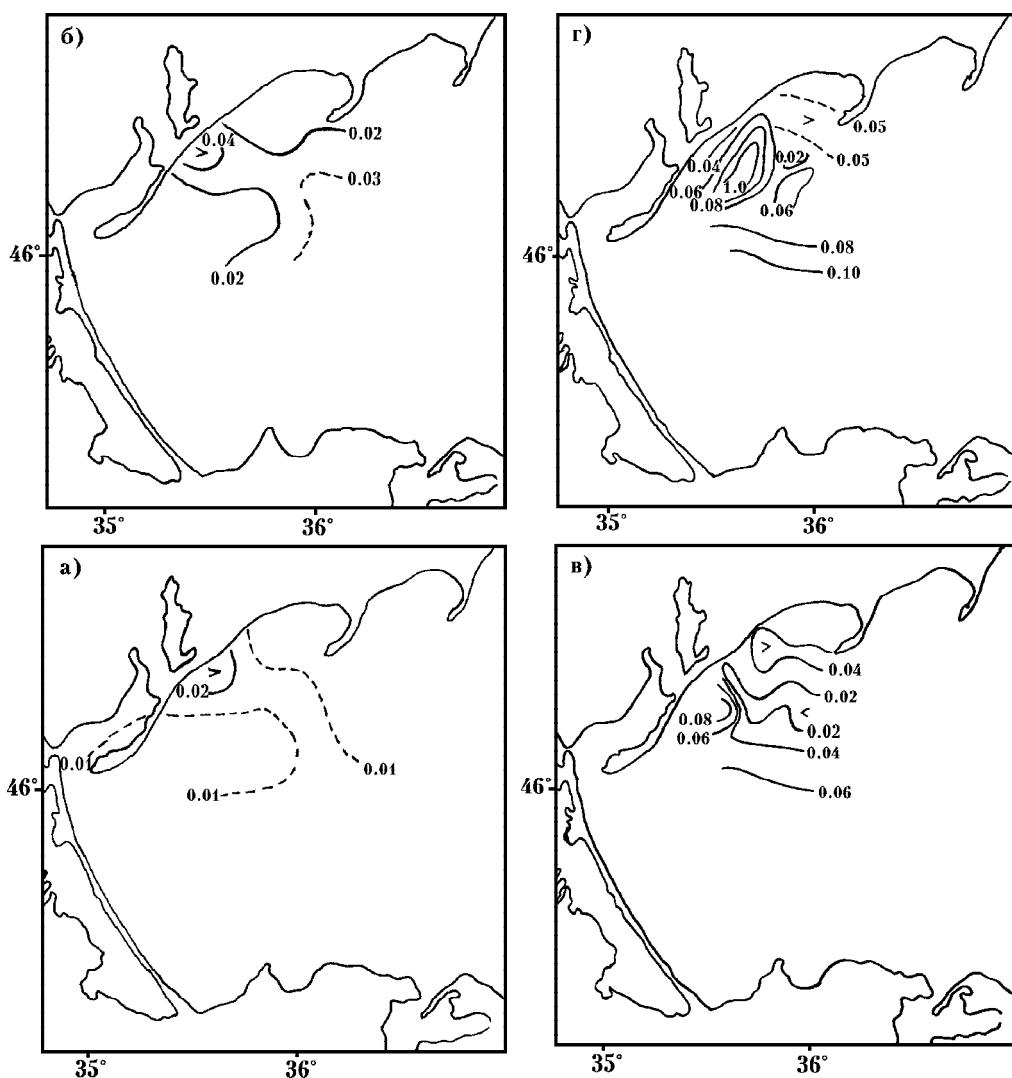
ХОС являются чрезвычайно химически стойкими, т.е. продолжительность их нахождения в природе в неизменном виде высока (например, для ДДТ она составляет около 38 лет) [Брагинский и др., 1979].

Хлорорганические пестициды (ХОП) оказывают на рыб нервно-паралитическое действие, проявляющееся в потере координации движений, нарушении пищевого рефлекса, снижении темпов роста, нарушении липидного обмена, влиянии на репродуктивный цикл, нарушении ово-и эмбриогенеза [Фоновый мониторинг..., 1990]. Негативное влияние на водные организмы, высокая персистентность органохлорных соединений, низкая степень метаболизма в донных отложениях обуславливают необходимость стационарных наблюдений за загрязнением донных отложений указанными ксенобиотиками.

Целью настоящей работы явилось определение влияния траловых работ на уровень и характер распределения хлорорганических соединений в северо-западной части Азовского моря, поскольку при проведении траловых работ, сопровождающихся подъемом верхних слоев грунта, происходят количественные и качественные изменения в распределении этих загрязняющих веществ.

Характер распределения хлорорганических пестицидов в водных средах определяется, с одной стороны, свойствами самих соединений, а также частиц, на которых они осаждаются, с другой — динамическими процессами в данном районе.

В донных отложениях северо-западной части Азовского моря из определяемых ксенобиотиков наиболее распространены ДДТ и его метаболиты. В целом по району содержание ДДТ в 1997 г. изменялось от следовых количеств до 0,027 мкг/г сухого вещества. Наибольшие его концентрации наблюдались к юго-западу от Обиточной косы (0,0119-0,0330 мкг/г сух. вещества (рисунок, а).



Пространственное распределение хлорорганических соединений (мкг/г сухого вещества) в донных отложениях северо-западной части Азовского моря:

а — ДДТ, июль 1997 г.; б —  $\Sigma$ ХОС, июль 1997 г.; в — ДДТ, июль 1996 г.;  
г — июль 1996 г.  $\Sigma$ ХОС

Метаболиты ДДТ-ДДД и ДДЭ, которые не менее токсичны, встречались в меньших количествах, их максимальная концентрация составила 0,007 мкг/г сух. веса. Обнаруживаемые следовые концентрации соединений группы ДДТ свидетельствуют о продолжающемся спаде ксенобиотиков.

Концентрации второго токсичного вещества гексахлор-циклогексана (ГХЦГ) на всей исследуемой акватории достаточно близки и составляли

0,0004-0,0018 мкг/сух. вещества. Повышенные концентрации суммы изомеров ГХЦГ обнаружены в прибрежной части Обиточного залива. В среднем сумма концентраций  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров не превышала 0,0036 мкг/г сухого вещества.

Уровень загрязнения суммой хлорорганических пестицидов донных отложений северо-западной части Азовского моря в 1997 г. составил 0,0067-0,0576 мкг/г сухого вещества. Повышенные концентрации суммы ДДТ и его метаболитов, а также  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров гексахлорциклогексана прослеживались к югу от Обиточного залива (рисунок, б).

Для оценки влияния тралового промысла пиленгаса на распределение хлорорганических соединений при сравнении данных, полученных в июле 1996 г. и в мае 1997 г., не учитывались такие составляющие, как сезонное поступление (поскольку применение ДДТ в бывшем Советском Союзе запрещено с 1972 г., а ГХЦГ — ограничено), а также скорость метаболизма, определяемая придонной температурой, приблизительно одинаковой в рассматриваемый период для всего исследуемого района.

В 1997 г. произошло уменьшение суммы концентраций хлорорганических пестицидов, причем это изменение обусловлено уменьшением концентраций соединений группы ДДТ. Наибольшее понижение произошло в содержании самого ДДТ — приблизительно в 7 раз, что, по-видимому, обусловлено продолжающейся его деструкцией. Содержание  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров гексахлорциклогексана осталось где-то на том же уровне.

Изменился и характер пространственного распределения токсикантов по акватории этой части моря. Если в 1996 г. ДДТ распределялся таким образом, что в юго-западном направлении от Обиточной косы отмечались донные отложения с более низкими концентрациями ДДТ (рисунок, в), то после проведения траловых работ здесь имели место донные отложения с более высоким его содержанием. Характер распределения суммарных концентраций хлорорганических веществ остался без изменений, за исключением смещения области максимальных концентраций из более мористой в прибрежную часть (рисунок, г).

Следовательно, траловые работы не приводят к увеличению уровня загрязнения донных отложений хлорорганическими пестицидами, а характер распределения этих соединений объясняется перераспределением илистых фракций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский Л.П., Комаровский Ф.Я., Мережко А.Е. Персистентные пестициды в экологии пресных вод. — Киев.: Наукова Думка, 1979. — 8 с.
2. Фоновый мониторинг загрязнения экосистем суши хлорорганическими соединениями. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. — 272 с.

Л.С. ВОРОНЕНКО, С.М. ШЕПЕЛЕВА,  
Л.К. СЕБАХ, А.К. ЛЮБОМУДРОВ

## К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ НАКОПЛЕНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ ПИЛЕНГАСА

На основе пятилетнего мониторинга (1992-1997 гг.) токсикологического состояния пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне выявлено, что во всех исследованных его экземплярах содержатся остаточные количества хлорорганических соединений, основу которых в равных долях составляют ДДТ и его метаболиты и полихлорированные бифенилы. Преобладающим компонентом в группе ДДТ является его конечный метаболит — ДДЭ. В межгодовом плане отмечается тенденция к снижению содержания суммарного ХОС в мягких тканях рыб, межsezонные изменения синхронизируются с интенсивностью питания. Коэффициент биологической аккумуляции исследуемых токсикантов у рыб до возраста 2+ значительно выше, чем у рыб старших возрастных групп.

Глобальное загрязнение гидросферы хлорорганическими соединениями привело к хроническому воздействию малых доз токсикантов на все элементы экосистем. Подобное воздействие принимает явные или скрытые формы кумулятивного токсикоза у рыб, проявляющиеся в разных видах — от патологических изменений в крови до массовых заморов [Себастьян, 1985]. В этой связи весьма актуальна натурная оценка темпов аккумуляции и метаболизации токсичных веществ в объектах промысла и искусственного воспроизводства. Одним из таких объектов в Азово-Черноморском бассейне является пиленгас. С целью получения токсикологической оценки состояния данного вида был выполнен комплекс аналитических работ по определению содержаний наиболее токсичных для гидробионтов хлорорганических соединений (ДДТ, его метаболитов — ДДД и ДДЭ,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеров ГХЦГ, полихлорированных бифенилов — ПХБ).

Исходным материалом для оценки уровней накопления указанных токсикантов послужили результаты анализа 130 биологических проб тканей и органов 67 экземпляров рыб из уловов 1992-1997 гг. Пиленгас облавливался в период зимовки в Обиточном заливе и центральной части Азовского моря, весной — в период нерестовой миграции через Керченский пролив, а также в период нагула летом и осенью в Молочном лимане, Сиваше и Керченском проливе. Исследованные рыбы имели размеры от 29 до 56 см, возраст — от 2 до 6 лет.

Остаточные количества указанных выше хлорорганических соединений определялись методом газовой хроматографии [Методы определения..., 1992] на метрологически аттестованном хроматографе G-180 F.G. фирмы "Янако".

Результаты хроматографических исследований содержаний хлорорганических соединений (ХОС) в органах и тканях пиленгаса представ-

лены в табл. 1. За период наблюдений средние содержания суммарных количеств ХОС в мышцах составляли 0,041 мг/кг, в печени — 0,088 мг/кг и в гонадах — 0,044 мг/кг сырой массы. Максимальные их содержания были определены в 1993 г.: в мышцах — 0,093, в печени — 0,148, в гонадах — 0,100 мг/кг сырой массы. Минимальные содержания ХОС отмечены в 1997 г.: в мышцах — 0,015, в печени — 0,026, в гонадах — 0,013 мг/кг сырой массы.

Таблица 1.

**Среднее содержание хлорорганических соединений (мг/кг сырой массы) в органах и тканях пиленгаса (1992-1997 гг.)**

Год	ХОС, мг/кг сырой массы									
	Анализи- руемая часть	ДДТ	ДДД	ДДЭ	Σ гр. ДДТ	α- ГХЦГ	γ- ГХЦГ	Σ изом. ГХЦГ	ПХБ	Σ ХОС
1992	мышцы	0,002	0,011	0,009	0,022	0,0004	0,0009	0,0013	0,025	0,048
	печень	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	гонады	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1993	мышцы	0,002	0,012	0,018	0,032	0,0030	0,0020	0,0050	0,056	0,093
	печень	0,002	0,021	0,024	0,047	0,0030	0,0050	0,0080	0,094	0,149
	гонады	0,001	0,014	0,015	0,030	0,0030	0,0040	0,0070	0,063	0,100
1994	мышцы	0,010	0,004	0,007	0,021	0,0030	0,0010	0,0040	0,003	0,028
	печень	0,008	0,007	0,020	0,035	0,0030	0,0020	0,0050	0,013	0,053
	гонады	0,006	0,004	0,007	0,017	0,0010	0,0010	0,0020	0,004	0,023
1995	мышцы	0,003	0,008	0,012	0,023	0,0010	0,0020	0,0030	0,015	0,041
	печень	0,001	0,015	0,024	0,040	0,0020	0,0060	0,0080	0,032	0,080
	гонады	0,001	0,007	0,015	0,023	0,0070	0,0040	0,0110	0,015	0,049
1996	мышцы	0,000	0,002	0,004	0,006	0,0001	0,0001	0,0002	0,012	0,018
	печень	0,000	0,005	0,011	0,020	0,0004	0,0006	0,0010	0,012	0,033
	гонады	0,003	0,005	0,012	0,020	0,0009	0,0010	0,0020	0,012	0,034
1997	мышцы	0,001	0,004	0,007	0,012	0,0001	0,0002	0,0003	0,003	0,015
	печень	0,004	0,009	0,013	0,0003	0,0002	0,0005	0,0007	0,026	0,026
	гонады	0,001	0,002	0,006	0,009	0,0003	0,0003	0,0006	0,003	0,013
Среднее	мышцы	0,003	0,007	0,009	0,019	0,0010	0,0010	0,002	0,020	0,041
	печень	0,002	0,006	0,011	0,031	0,0020	0,0030	0,005	0,032	0,068
	гонады	0,003	0,010	0,018	0,020	0,0020	0,0030	0,005	0,019	0,044

Анализ удельного содержания компонентов хлорорганических соединений в различных органах и тканях пиленгаса, выполненный на основе данных, представленных в табл. 2, показал следующее. Во всех биологических пробах преобладающим компонентом кумуляции (около 90%) являются ДДТ с метаболитами и ПХБ. Изомеры ГХЦГ составляют незначительную часть (в среднем 7%). В доминирующих компонентах доля ДДТ с метаболитами и ПХБ примерно равны. В этой связи представляет интерес более детальное рассмотрение аккумуляции и трансформации в мышечных тканях и органах пиленгаса токсикантов группы ДДТ в накоплении пестицидов в различных органах пиленгаса. Уровень накопления ДДТ и его метаболитов возрастает в ряду:

**мышечная ткань — гонады — печень.**

В мышечной ткани содержание указанной группы веществ равняется в среднем 0,019 мг/кг, в гонадах — 0,020 мг/кг, в печени — 0,031 мг/кг сырой массы. Следует отметить значительную деструкцию ДДТ во всех

биологических пробах рыб. По степени трансформированности ДДТ наиболее метаболизирован — соотношение ДДТ: метаболиты в печени исследованных рыб составляет 1:6, в мышечных тканях и гонадах — 1:3 и 1:4 соответственно. Значительная разница в соотношениях ДДТ, ДДЭ позволяет предположить хорошие метаболические способности вида.

Таблица 2

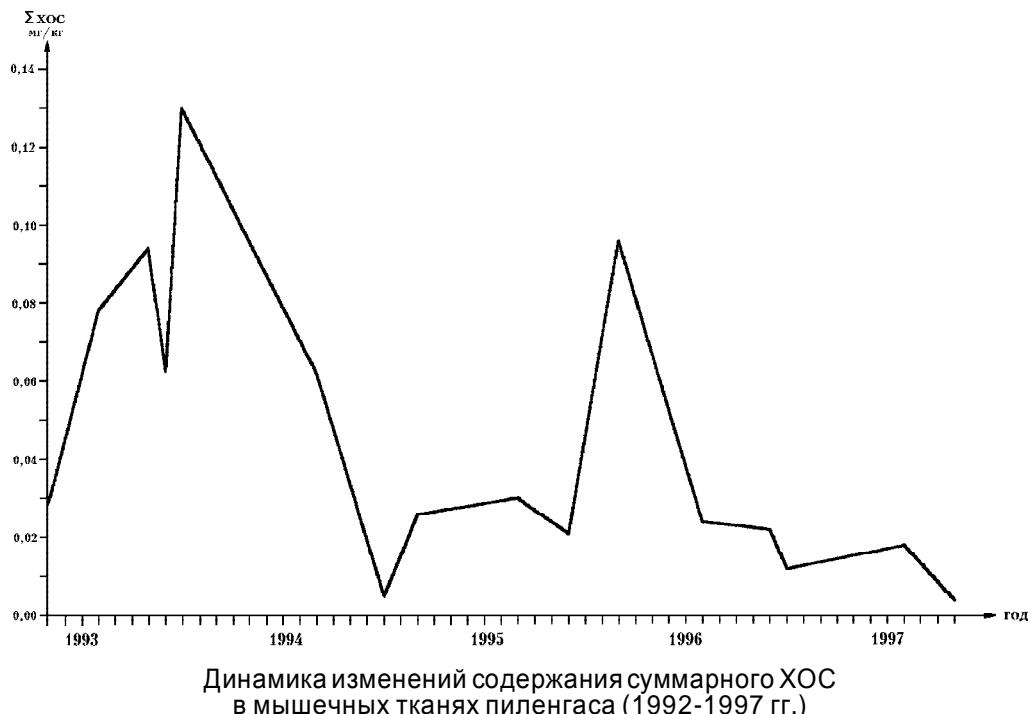
**Процентное содержание определяемых хлорорганических соединений в тканях и органах пиленгаса (1992-1997 гг.)**

Год	Образец	ДДТ	ДДД	ДДЭ	S гр. ДДТ	а-ГХЦГ	g-ГХЦГ	S изом. ГХЦГ	ПХБ
1992	мышцы	4,2	22,9	18,8	45,9	0,8	1,9	2,7	52,1
	печень	—	—	—	—	—	—	—	—
	гонады	—	—	—	—	—	—	—	—
1993	мышцы	2,2	12,9	19,4	34,5	3,2	2,2	5,7	60,2
	печень	1,3	14,1	16,1	31,5	2,0	3,4	5,4	63,1
	гонады	1,0	14,0	15,0	30,0	3,0	4,0	7,0	63,0
1994	мышцы	35,7	14,3	25,0	73,0	10,7	3,6	14,3	10,7
	печень	15,1	13,2	37,7	66,0	5,7	3,8	9,5	24,5
	гонады	26,0	17,4	30,4	7308	4,3	4,3	8,6	17,4
1995	мышцы	7,3	19,5	29,3	56,1	2,4	4,3	7,3	36,6
	печень	1,3	18,8	30,0	50,1	2,5	7,5	10,0	40,0
	гонады	1,6	14,3	30,6	46,5	14,3	8,2	22,5	30,6
1996	мышцы	1,7	11,1	22,2	36,7	0,6	0,6	12,0	66,7
	печень	12,1	15,2	33,3	60,6	1,2	1,8	3,0	36,4
	гонады	8,8	14,7	35,3	58,8	2,6	2,9	5,4	35,3
1997	мышцы	6,7	26,7	46,7	78,7	0,7	1,3	2,0	20,0
	печень	—	15,4	34,6	71,1	1,2	0,8	2,0	26,3
	гонады	7,7	15,4	46,2	72,3	2,3	2,3	4,6	23,1

В 1993 г. нами были тестированы рыбы, имеющие уродства (искривление туловища, хвоста, горбатость). Хроматографический анализ указанных рыб показал, что в их органах и тканях не содержится повышенных по сравнению с максимально допустимым уровнем количеств хлорорганических соединений.

На рисунке представлена динамика изменений содержания суммарного ХОС в мягких тканях пиленгаса уловов 1992-1997 гг. Межгодовая и внутрисезонная изменчивость в аккумуляции токсикантов имеет неравномерный характер. Кроме того, в межгодовом плане отмечается тенденция к уменьшению суммарного содержания определяемых токсикантов. Отмечено, что повышенные содержания суммарного ХОС в мягких тканях исследованных рыб приходятся на периоды нагула — времени интенсивного питания. Более низкие концентрации отмечены в периоды нереста.

В 1993-1994 гг. нами были выполнены работы по определению коэффициентов биологической аккумуляции ДДТ в мягких тканях рыб, которые в зависимости от возраста существенно изменяются: у рыб возраста 1+, 2+ и 3+ они составляют, соответственно,  $1,74 \cdot 10^{-3}$ ,  $3,46 \cdot 10^{-3}$  и  $0,20 \cdot 10^{-3}$ , что позволяет предположить адаптационный характер метаболических процессов.



Таким образом, на основе пятилетнего мониторинга токсикологического состояния пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне выявлено, что:

- во всех исследованных экземплярах пиленгаса содержатся остаточные количества хлорорганических соединений, основу которых в равных долях составляют ДДТ и его метаболиты и полихлорированные бифенилы;
- средние содержания суммарного ХОС в мышечных тканях составляют 0,041 мг/кг, в гонадах — 0,044 мг/кг, в печени — 0,068 мг/кг сырой массы;
- преобладающим компонентом в группе ДДТ является его конечный метаболит — ДДЭ. Соотношение ДДТ:ДДЭ составляет в печени, гонадах и мышечных тканях 1:6, 1:4 и 1:3 соответственно;
- рыбы с выраженным признаками уродства не содержат повышенных по сравнению с максимально допустимым уровнем количеств хлорорганических соединений;
- в межгодовом плане отмечается тенденция к снижению содержания суммарного ХОС в мягких тканях рыб, межсезонные изменения синхронизируются с интенсивностью питания;
- коэффициент биологической аккумуляции исследуемых токсикантов у рыб до возраста 2+ значительно выше, чем у рыб старших возрастных групп ( $3,46 \cdot 10^{-3}$  против  $0,20 \cdot 10^{-3}$  соответственно).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. — Справочник. Т. 1./Состав. Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф. — М.: Колос, 1992. — 567 с.
2. Себастьян А. Герлах. Загрязнение морей. Диагноз и терапия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1985. — 168 с.

Т.М. АВДЕЕВА, А.П. ИВАНЮТА, А.А. ДУБЦОВА

## РТУТЬ В МОРСКОЙ СРЕДЕ И ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ АЗОВСКОГО МОРЯ

Исследовано содержание ртути в воде, донных отложениях и промысловых рыбах Азовского моря. Повышенные концентрации металла в поверхностном слое воды определены в центральном районе западной части Азовского моря, в придонном горизонте и донных отложениях — в южной части. Показано, что содержание ртути в тканях и печени рыб ниже максимально допустимого уровня для пищевых продуктов. В целом, токсикологическую обстановку в Азовском море по ртути можно охарактеризовать как удовлетворительную.

Исследования свидетельствуют о способности водных организмов концентрировать содержащиеся в воде токсичные вещества. Интенсивность и направленность этого процесса обусловлены рядом абиотических и биологических факторов. В результате в живом организме накапливаются концентрации, достаточные для проявления токсического эффекта. Все соединения ртути высоко токсичны для рыб.

Нарушения различных сторон жизнедеятельности рыб объяснимы особым сродством ртути к SH-группам белков и вытеснением биологически активных металлов из простетической группы ферментов [Яцимирский, 1976]. Поэтому количество накопленной в организме гидробионтов ртути определяет эффект ее неблагоприятного действия.

Концентрация ртути в водной среде определяется процессами сорбции-десорбции металла взвешенными частицами. Так, сорбция взвешенными частицами и последующая седиментация играют важную роль в удалении металла из водных масс. Темпы сорбции ртути зависят, главным образом, от физико-химических характеристик донных отложений [Ramamoorthy et al., 1976]. Несмотря на то, что десорбция металла из донных отложений является медленным процессом, последние могут стать причиной вторичного загрязнения водных масс. В этой связи необходим контроль за уровнем ртути не только в воде, но и донных отложениях.

Целью настоящей работы явилось получение информации об уровне накопления ртути промысловыми рыбами с учетом реального загрязнения Азовского моря указанным металлом.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом исследований явились вода и донные отложения Азовского моря и промысловые рыбы (судак, камбала, осетр, пиленгас).

Отбор проб воды производился в процессе комплексных экологических съемок в течение 1997 г. батометрами Нансена и Ван-Дорна, донных отложений — дночерпательем Петерсена с площадью захвата  $0,1 \text{ м}^2$ . Содержание ртути определяли в мышечных тканях и печени рыб методом “холодного пара” на ртутном анализаторе HG-1, фирма “Хирарумы” (Япония) [ГОСТ 26927-87; Сборник ГОСТов, 1986].

Для сравнительной оценки уровня загрязнения морской среды использовали величину предельно допустимых концентраций (ПДК) для воды рыбохозяйственных водоемов [Перечень..., 1995], донных отложений — геохимический фон для Азово-Черноморского бассейна [Митропольский и др., 1982], гидробионтов — максимально допустимых концентраций для пищевых продуктов [Медико-биологические требования, 1990].

Результаты исследований содержания ртути в воде, донных отложениях, тканях и органах рыб представлены в таблице.

**Содержание ртути в морской среде и промысловых рыбах Азовского моря**

Объект	Количество проб	Пределы изменений (min-max)	Среднее	Средне-квадратичное отклонение, s
Вода, мкг/дм <sup>3</sup> пов. дно	21 21	0,02-0,10 0,01-0,08	0,053 0,048	0,022 0,025
Донные отложения, мкг/г сух. веса	22	0,01-0,11	0,059	0,027
Рыбы, мкг/г сух. веса				
Судак	мышцы печень	15 15	0,044-0,134 0,044-0,240	0,089 0,132
Осетр	мышцы печень	8 8	0,033-0,088 0,112-0,218	0,052 0,158
Камбала	мышцы	5	0,100-0,379	0,227
калкан	печень	5	0,026-0,148	0,091
Пиленгас	мышцы печень	7 7	0,038-0,090 0,066-0,159	0,055 0,100

Концентрации ртути в воде Азовского моря колеблются в пределах 0,02-0,10 мкг/дм<sup>3</sup> (поверхностный горизонт) и 0,01-0,08 мкг/дм<sup>3</sup> (придонный), что практически на порядок ниже предельно допустимых значений для рыбохозяйственных водоемов. Среднее содержание металла в поверхностном слое воды составило  $0,053 \pm 0,022$  мкг/дм<sup>3</sup>, в придонном —  $0,048 \pm 0,025$  мкг/дм<sup>3</sup>. В поверхностном слое количество ртути выше, чем в придонном, что скорее всего обусловлено дополнительным поступлением металла с атмосферными осадками.

В пространственном распределении ртути в поверхностном слое вод выделился локальный участок с повышенными ее концентрациями по сравнению с сопредельными акваториями в центральном районе западной части Азовского моря (рис. 1, а), в придонном горизонте область повышенных концентраций ртути тяготеет к южной части Азовского моря (Казантипскому и Арабатскому заливам (рис. 1, б).

Количество ртути в донных отложениях Азовского моря изменилось в пределах 0,01-0,11 мкг/г сухого веса, при среднем содержании  $0,059 \pm 0,03$  мкг/г, что значительно ниже геохимического фона, составляющего для Азово-Черноморского бассейна 0,4 мкг/г сухого вещества. В пространственном распределении ртути в донных отложениях выделилась область повышенных концентраций этого металла в центре западной части моря (рис. 2). Обращает внимание совпадение участков высоких содержаний ртути в донных отложениях и поверхностном горизонте воды.

Абиотические компоненты среды (вода, взвесь, донные отложения), накапливая ртуть, являются сложными передаточными звеньями в общей системе трансформации металла в экосистеме. Невысокие концентрации ртути в водной среде, по-видимому, явились определяющим фактором низкого содержания ртути в промысловых рыбах. Так в мышцах рыб среднее содержание ртути составило: судак —  $0,089 \pm 0,037$ , осетр —  $0,052 \pm 0,023$ , камбала калкан —  $0,0227 \pm 0,102$ , пиленгас —  $0,055 \pm 0,024$  мг/кг сухого вещества. При этом необходимо отметить, что ввиду малочисленности данных за 1997 г. минимальное количество членов выборки равнялось 5, максимальное — 15. Уровень содержания металла в печени рыб (кроме камбалы калкана) выше, чем в мышечной ткани. Соотношение указанных концентраций для судака составило 1,4:1, пиленгаса — 1,7:1, осетра — 3,04:1. Для камбалы калкана отмечена обратная связь: содержание ртути в мышцах изменялось в пределах 0,100-0,379 (в среднем 0,227), а в печени — 0,026-0,148 (в среднем 0,091) мг/кг (табл. 1) при соотношении указанных концентраций 1:2,5.

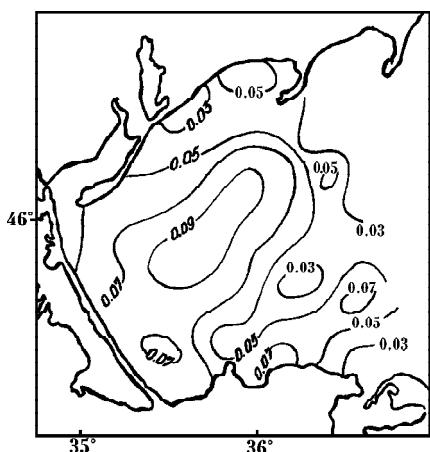


Рис. 2. Пространственное распределение ртути (мкг/г сухого вещества) в донных отложениях западной части Азовского моря в июне-июле 1997 года

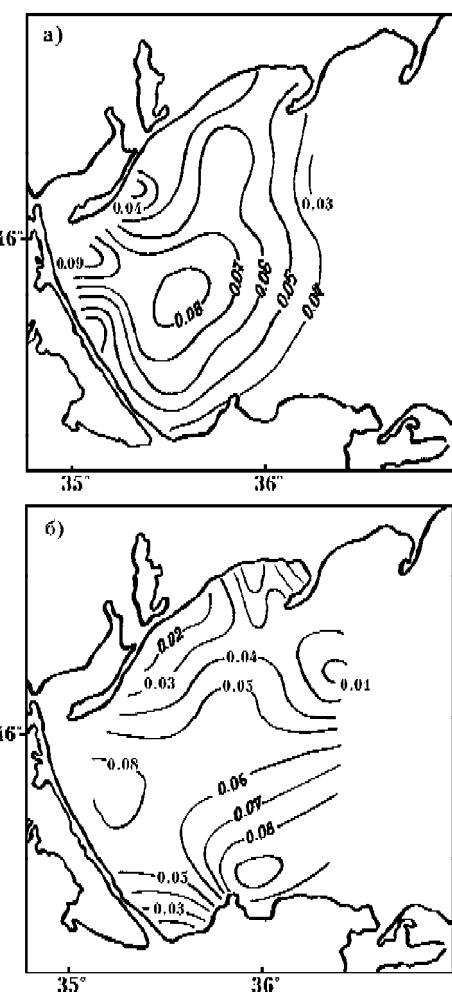


Рис. 1. Пространственное распределение ртути ( $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) в воде западной части Азовского моря в поверхностном (а) и придонном (б) горизонтах в июне-июле 1997 года

Содержание ртути в мышцах и печени проанализированных промысловых рыб даже в пересчете на сухое вещество ниже максимально допустимого уровня для пищевых продуктов (0,4 мг/кг сырой массы).

Таким образом, уровень накопления ртути в воде, донных отложениях и основных промысловых объектах Азовского моря характеризуется величинами, не превышающими нормативные показатели, что позволяет оценить токсикологическую обстановку по данному параметру как удовлетворительную.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 26927-87. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.
2. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 185 с.
3. Митропольский А.Ю., Безбород А.А., Овсяный Е.И. Геохимия Черного моря. — Киев: Наукова Думка, 1982. — 142 с.
4. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. — М.: Медикор, 1995. — 220 с.
5. Сборник ГОСТов «Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов». — М.: Изд-во стандартов, 1986. — 85 с.
6. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию. — Киев: Наукова Думка, 1976. — 142 с.
7. Ramamoorthy S., Rust B.R. Merkury sorption and desorption characteristics of some Ottawa River sediments//Canadian Journal of Earth Sciences, 1976, 13. — Pp. 530-536.

А.С. ТЕРЕНТЬЕВ

## ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И РУКОВОДЯЩИЕ ВИДЫ МАКРОЗООБЕНТОСА В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Изложен имеющийся в ЮгНИРО материал по систематическому составу и видовому богатству макрозообентоса в различных биотопах Керченского предпроливья Черного моря.

В настоящее время в литературе проявляется значительный интерес к вопросу о биоразнообразии.

Керченское предпроливье является в этом отношении одним из наиболее интересных районов, что объясняется, во-первых, его географическим положением — он расположен на границе Черного и Азовского морей, а во-вторых, испытывает сильнейшее антропогенное воздействие, проявляющееся в активном судоходстве, дампинге грунтов и проводившемся до 90-х годов донном траловом промысле.

В связи с этим изучение видового разнообразия и структуры макрозообентоса данного района является необходимым для решения в дальнейшем задач по охране природы Черного моря.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в 1986-90 гг. Пробы отбирались дночерпательями "Океан" и "Петерсена" на глубинах от 10 до 100 м. Всего было выполнено 340 станций.

По имеющимся данным определялась средняя численность и биомасса как отдельных видов, так и сообщества в целом.

Постоянство видов (С) рассчитывалось по формуле:

$$C = \frac{r}{P} \cdot 100$$

где  $r$  — число проб, содержащих данный вид,  $P$  — общее количество проб.

В зависимости от значения (С) выделялись следующие категории видов: более 50% — постоянные, 25-50% — добавочные, менее 25% — редкие [Bodenheimer, 1955; Balogh, 1958]. Виды, встреченные единично, выделялись в категорию очень редких видов.

Видовая структура сообществ изучалась с помощью индекса полидоминантности Симпсона [по Песенко, 1982].

В качестве меры различия между фаунами отдельных биотопов использовался показатель различия Престона [Preston, 1962].

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элтригхом [Eltringham, 1971].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В зообентосе Керченского предпроливья Черного моря было обнаружено 118 видов. В процессе исследований выявлено, что количество видов животных неравномерно распределено по глубинам (рис. 1). Так с возрастанием глубины от 10 до 25 м наблюдается увеличение видового богатства. В дальнейшем оно сокращается в среднем на 20% на каждые 10 м. Подобная зависимость уже неоднократно отмечалась в литературе [Зенкевич, 1963; Виноградов, 1967; Заика, 1992].

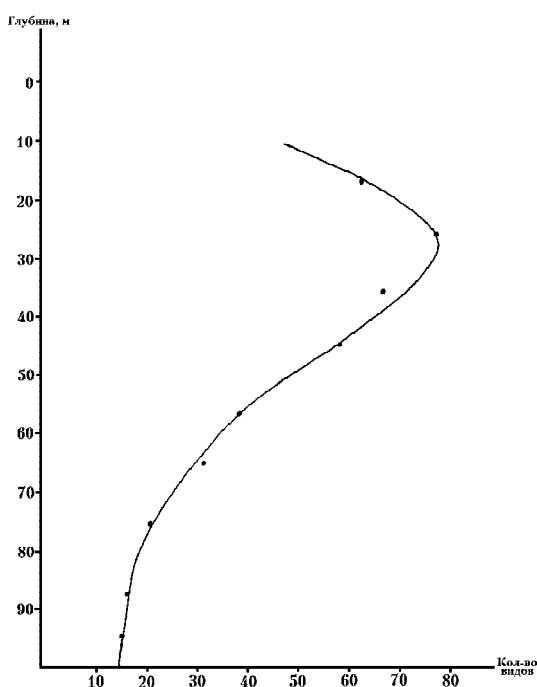


Рис. 1. Изменение числа видов макробентоса с глубиной

Очевидно состав бентоса зависит не только от глубины, но и от состава грунта.

На обследованной акватории было выделено 8 типов грунта: песок, песчаная ракушка, ракушка, илистый песок, песчанистый ил, заиленная ракушка, ил, фазеолиновый ил. Обнаруженные биотопы лежат на разных глубинах. Выше всего расположен биотоп песка. Самым глубоководным являлся биотоп фазеолинового ила (рис. 2).

Сравнение при помощи дисперсионного анализа степени влияния глубины и типа грунта на видовое обилие показало, что оно в большей степени зависит от типа грунта. Так изменение видового обилия на  $59 \pm 8\%$  определяется типом грунта и только на  $19 \pm 4\%$  глубиной.

Распределение животных в различных биотопах представлена в табл. 1.

Из таблицы видно, что наибольшее количество видов было обнаружено в биотопе заиленной ракушки. Здесь отмечено 75% всех встреченных видов. Наиболее бедным видовым составом отличался биотоп песка. В нем обнаружено всего 18% всех встреченных на обследованной акватории видов.

Сравнивая видовой состав на различных грунтах, видим, что все биотопы можно разбить на две группы (рис. 3).

К первой группе принадлежат сообщества, лежащие на песчаных и ракушечных грунтах. Данная группировка, относительно мелководная, располагалась на глубинах до 30 м. В ее составе обнаружено 48 видов. Наиболее сходный видовой состав наблюдался в сообществах, расположенных на ракушечных и песчанисто-ракушечных грунтах.

Ко второй группировке относились сообщества заиленных грунтов. Она располагалась по всему диапазону рассматриваемых глубин. В ее составе было отмечено 108 видов животных. Наиболее сходными были фауны песчанистого ила и заиленной ракушки.

Следует учитывать, что одного количества видов недостаточно для описания видового разнообразия [Hurlbert, 1971]. Следует принимать во внимание и его количественные характеристики [Песенко, 1962].

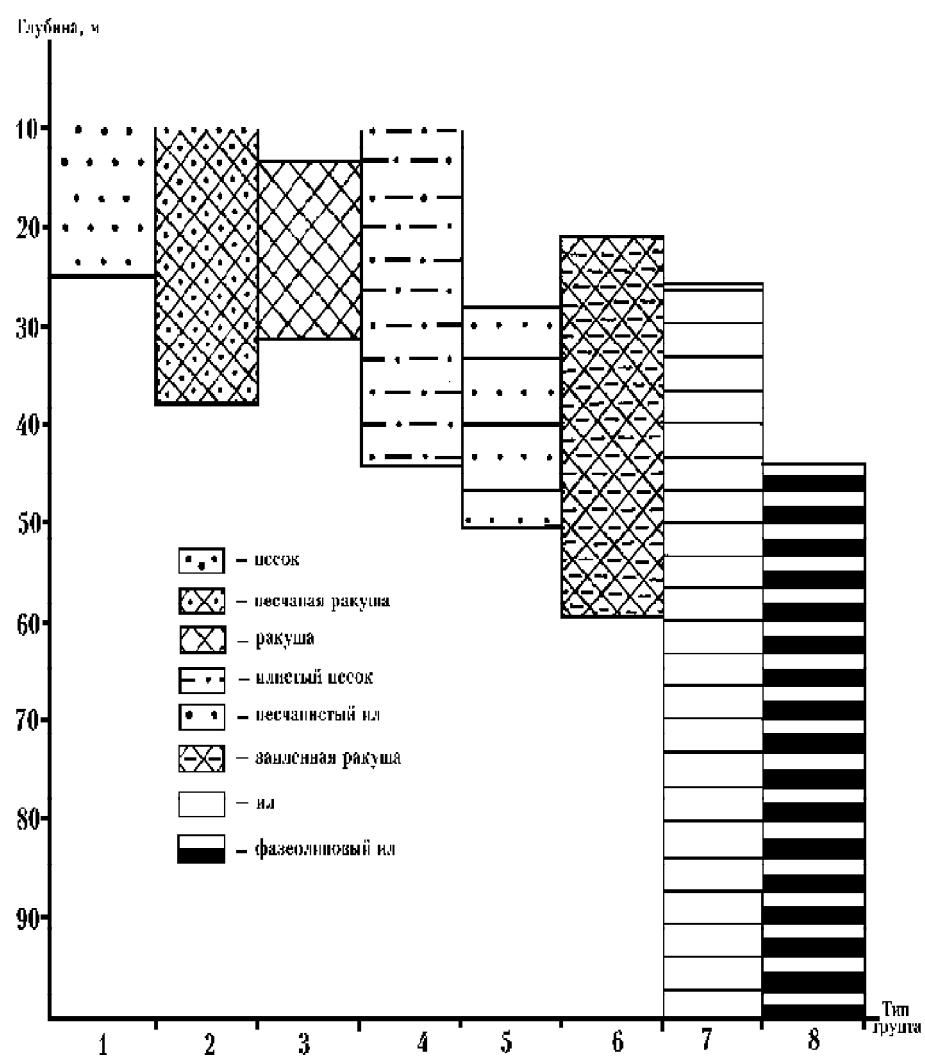


Рис. 2. Распределение биотопов по глубине

Как видно из таблицы (табл. 2), наибольшим разнообразием отличается биотоп заливной ракушки, наименьшим — песка.

Сообщество фазеолинового ила при относительно высоком видовом богатстве отличается крайне низким индексом полидоминантности, свидетельствующим о том, что в данном биоценозе руководящим является только один вид. В целом, как показывает индекс полидоминантности, в рассматриваемых биотопах можно выделить относительно небольшое по сравнению с видовым богатством число руководящих видов. Для этого рассмотрим вначале, какие виды наиболее часто встречались в указанных биотопах. Так, в биотопе песчаного грунта это — моллюски *C. gallina*, *G. minima*, *P. rudis*, *S. subtruncata*, *S. triangula*, *T. reticulata*, полихета *N. hombergii* и усоногий рак *B. improvisus*. Последний поселяется на створках моллюсков. В биотопе песчаной ракушки — моллюски *C. chinensis*, *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, *P. exiguum*, *P. rudis*, *P. aurea*, *P. petalina*, *S. subtruncata*, *T. reticulata*, полихеты *M. palmata*. В биотопе ракушки это моллюски *C. chinensis*, *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, *P. exiguum*, *P. rudis*, *P. petelina*, ракообразные *B. improvisus*, ацидии *A. aspersa*. В биотопе илистого песка наиболее часто встречались моллюски *C. chinensis*, *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, *P. rudis*, *S. subtruncata*, *T. reticulata*,

Таблица 1

**Видовой состав зообентоса на различных грунтах Керченского предпроливья Черного моря в 1986-90 гг.**

Вид	Тип грунта							
	П	ПР	Р	ИП	ПИ	ЗР	Ил	ФИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип: Porifera Класс: Porifera								
<i>Halidona angulata</i>								Op
<i>Halidona gracilis</i>								P
<i>Halidona pallida</i>								Op
<i>Halidonissa digitata</i>				Op			P	Op
<i>Mycale syrinx</i>							Op	Op
<i>Spongia</i> g. sp.					P		Op	
<i>Suberites carnosus</i>						Op		
<i>Suberites prototipus</i>								Op
<i>Sycon ciliatum</i>								Op
Тип: Coelenterata Класс: Hydrozoa								
<i>Hydractinia carnea</i>							Op	
<i>Obelia longissima</i>							P	
Класс: Anthozoa								
<i>Actinothoe clavata</i>	P	Op		P	Op	P	Op	
<i>Edwardsia claparedii</i>						Op		
<i>Pachycerianthus solitarius</i>						Op	P	Д
Тип: Nemertini Класс: Nemertini								
<i>Lineus lacteus</i>			P		P	P	Op	
<i>Nemertini</i> g. sp.							P	
Тип: Annelida Класс: Polychaeta								
<i>Amphitrite gracilis</i>		P	Op	P	Д	P	Op	Op
<i>Capitella capitata</i>		Op				Op		Op
<i>Capitomastus minimus</i>		Op				Op		Op
<i>Clymenes collaris</i>				Op		Op		
<i>Clymenes patermitata</i>		Op			P	P		
<i>Eunice vitata</i>		P				Op		
<i>Glycera alba</i>		Op				Op		
<i>Glycera gigantea</i>		Op				Op		
<i>Glycera tridactyla</i>	Op	Op		P	P	Op		
<i>Harmothoe imbricata</i>					Op	Op		
<i>Harmothoe reticulata</i>					P	Op		

продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Heteromastus filiformis</i>				Op				
<i>Leiochone clypeata</i>	Op	Op	P	P	P	P	P	P
<i>Melinna palmata</i>	Op	D	P	P	P	P	P	P
<i>Mercierella enigmatica</i>	Op	Op						
<i>Nephthys cirrosa</i>						D	R	Op
<i>Nephthys hombergii</i>	D	P	Op	D	P	P	D	P
<i>Nephthys longicornis</i>					Op	P	D	P
<i>Nereis diversicolor</i>								Op
<i>Nereis longissima</i>		Op			P	P		P
<i>Nereis rava</i>		Op						
<i>Nereis succinea</i>				Op	Op			
<i>Nereis zonata</i>				Op		P		
<i>Nerinides tridentata</i>					Op			
<i>Notomastus latericeus</i>						P	Op	P
<i>Notomastus profundus</i>						P		
<i>Pectinaria koreni</i>	P		Op	P	D	P		
<i>Perinereis cultrifera</i>	P	P	P	P	D	P		
<i>Pholoe synophtalmica</i>						Op		
<i>Phyllodoce lineata</i>								Op
<i>Phyllodoce maculata</i>					Op	Op	Op	P
<i>Phyllodoce paretti</i>						Op		
<i>Phyllodoce tuberculata</i>						P		
<i>Phyllodoce vitata</i>						P		Op
<i>Platynereis dumerilii</i>						P		
<i>Policirrus pallidus</i>						Op		
<i>Pomatoceros triqueter</i>						P		
<i>Spio filiformis</i>						Op		
<i>Terebellides stroemi</i>	Op	P	P	P	P	P	P	P
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>						Op		
Тип: Tentaculata Класс: Phoronidae								
<i>Phoronis psammophilia</i>				P		P	P	

продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип: Aztropoda Класс: Crustacea								
<i>Ampelisca diadema</i>		Op	P		P	Op	Op	
<i>Apseudopsis ostroumovi</i>	D	P	P	P	P	Op	Op	
<i>Balanus improvisus</i>						P	Op	
<i>Colomastix pusila</i>							Op	
<i>Diogenes pugilator</i>				P	P	P		
<i>Disidea fragilis</i>				P		Op		
<i>Gammarus subtilicus</i>						Op		
<i>Gmelina costata</i>						Op		
<i>Iphinoe maeotica</i>						P		
<i>Microdeutopus damnoniensis</i>		Op						
<i>Phtisica marina</i>			P					
<i>Pilumnus hitrellus</i>		P						
<i>Sphaeroma pulchellum</i>						Op		
<i>Sphaeroma serratum</i>				Op		P		
<i>Synisoma capito</i>				Op	Op	P		
Тип: Mollusca Класс: Loricata								
<i>Lepidochitona cinerea</i>				Op		p		
Класс: Gastropoda								
<i>Bela nebula</i>						Op		
<i>Bittium reticulatum</i>	P	D	P	D	P	P	R	
<i>Calyptraea chinensis</i>						R	Op	
<i>Cerithidium pusillum</i>						P		
<i>Gibbulia albida</i>				Op				
<i>Tritia reticulata</i>	P	D	R	P	D	D	R	
<i>Trophonopsis breviflata</i>				Op		R		
Класс: Bivalvia								
<i>Abra alba</i>		Op			Op	Op		
<i>Abra nitida</i>		P		Op	Op	Op	R	
<i>Abra ovata</i>				Op	Op	P		
<i>Abra renieri</i>				Op	P	R		

продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	Ор	Р			Д	Р	Д	Ор
<i>Acanthocardia tuberculata</i>			Ор	Ор				Ор
<i>Cerastoderma glaucum</i>	Р	Р	Ор	Р	Д	Р	Р	Ор
<i>Chamelea gallina</i>	П	П	Д	Д	Д	Р	Ор	
<i>Cunearca cornea</i>			Ор					
<i>Donax semistriatus</i>				Р				
<i>Flexopecten ponticus</i>					Ор	Р		
<i>Gastrana fragilis</i>	Ор							
<i>Gouldia minima</i>	П	Д	П	Д	П	Д	Ор	
<i>Loripes lucinalis</i>			П	Д		Р		
<i>Modiolus adriaticus</i>		Д	П	Д	П	П		Ор
<i>Modiolus phaseolinus</i>			Ор	Ор	Ор	Р	Р	П
<i>Moerella donacina</i>	Ор							
<i>Mya arenaria</i>		Ор						
<i>Mysella bidentata</i>						Ор		
<i>Mytilaster lineatus</i>		Р	Р	Ор	Р	Р		
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Ор	Д	Д	Д	Д	П	Ор	Ор
<i>Parvicardium exiguum</i>	Р	Д	Д	Ор	Р	Р		
<i>Pitar rudis</i>	П	П	П	П	П	П	Ор	Ор
<i>Plagiocardium papulosum</i>						Р	Д	Ор
<i>Plagiocardium simile</i>	Ор				Ор	Р	Р	Ор
<i>Polititapes aurea</i>		Д	Ор	Р	Д	Д		
<i>Polititapes petalina</i>	Ор	Д	Д		Р	Д		
<i>Spisula subtruncata</i>	Д	Д	Р	Д	Д	Р		
<i>Spisula triangula</i>	Д				Ор	Ор	Ор	
Тип: Echinodermata								
Класс: Holothuroidea								
<i>Leptosunapta inchaerens</i>					Ор		Р	
<i>Stereoderma kirchbergi</i>						Р	Р	Р
Класс: Ophiuroides								
<i>Amphiura stepanovi</i>			Р		Р	Р	Р	Д
Тип: Chordata								
Класс: Ascidiacea								
<i>Ascidia aspersa</i>			Р	Д	Р	Д	Д	

окончание табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Botryllus schlosseri</i>					Op			Op
<i>Ciona intestinalis</i>					Op	P		
<i>Ctenicella appendiculata</i>					Op	P	Op	P
<i>Eugira adriatica</i>					P	P	P	P
<i>Molgula aeroporta</i>					Op	P		P

П — песок, ПР — песчаная ракуша, Р — ракуша, ИП — илистый песок, Пи — песчаный ил, ЗР — заиленная ракуша, ФИ — фазеолиновый ил.

полихеты *N. hombergii*, *T. stroemi*. В биотопе песчанистого ила — моллюски *A. paucicostata*, *C. chinensis*, *C. glaucum*, *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, *P. rudis*, *P. aurea*, *S. subtruncata*, *T. reticulata*, полихеты *A. gracilis*, *N. hombergii*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *T. stroemi*, а также асцидия *A. aspersa*. В биотопе заиленной ракуши массовыми являлись моллюски *C. chinensis*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, *P. rudis*, *P. aurea*, *P. petalina*, *T. reticulata*, полихеты *N. cirrosa*, *N. hombergii*, *T. stroemi* и асцидия *A. aspersa*. В биотопе ила обычными были двустворчатые моллюски *A. paucicostata* и *P. papilosum*, полихеты *N. hombergii*, *N. longicornis*, *T. stroemi*, а также змеевхвостка *A. stepanovi*. На фазеолиновом иле преобладали моллюски *M. phaseolinus*, *P. papilosum*, полихеты *T. stroemi*, амфиура *A. stepanovi*, кишечнополостные *P. solitarius*. В различных биотопах на массовые виды приходилось от 8 до 38% видового состава в среднем  $26 \pm 4\%$ . Таким образом, к массовым видам относится четвертая часть всего видового состава.

Таблица 2

**Характеристика видового разнообразия донных биотопов  
Керченского предпроливья Черного моря**

Биотопы	Индекс полидоминантности	Количество видов
Песок	$4,10 \pm 0,02$	21
Песчаная ракуша	$6,53 \pm 0,02$	41
Ракуша	$5,49 \pm 0,01$	26
Илистый песок	$4,13 \pm 0,01$	44
Песчанистый ил	$9,43 \pm 0,01$	47
Заиленная ракуша	$9,69 \pm 0,01$	87
Ил	$3,14 \pm 0,02$	31
Фазеолиновый ил	$1,10 \pm 0,01$	48

Рассмотрим теперь, какая часть численности и биомассы зообентоса приходится на массовые виды (табл. 3).

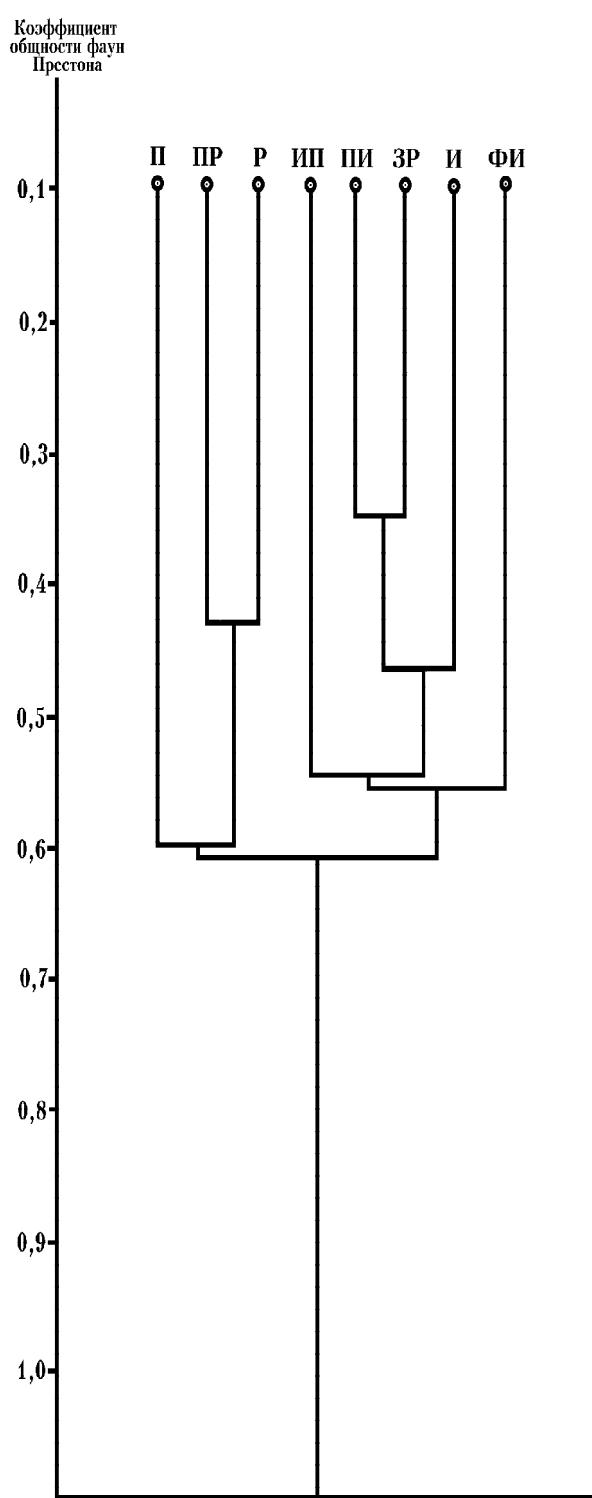


Рис. 3. Дендрограмма таксономического сходства населения различных биотопов по индексу Престона. Условные обозначения: П — песок, ПР — песчаная ракушка, Р — ракушка, ИП — илистый песок, ПИ — песчанистый ил, ЗР — заиленная ракушка, И — ил, ФИ — фазеолиновый ил

Из таблицы видно, что большая часть численности и биомассы приходится на массовые виды. В среднем их численность составляла  $85\pm20\%$ , биомасса —  $88\pm21\%$ .

Но надо учитывать, что не все массовые виды являются доминантными.

В биотопе песка доминировала *C. gallina*. На ее долю приходилось  $38\pm13\%$  численности и  $71\pm21\%$  биомассы зообентоса. Доминантами второго порядка являлись *S. subtruncata* и *G. minima*.

В биотопе песчаной ракушки до 20-метровой изобаты доминировали *C. gallina* и *M. adriaticus*:  $54\pm14\%$  численности и  $74\pm17\%$  биомассы. Глубже доминировали *M. galloprovincialis*, *M. adriaticus* и *A. aspersa*:  $48\pm20\%$  численности и  $82\pm34\%$  биомассы зообентоса.

В биотопе ракушки до 20-метровой изобаты доминировали *C. gallina* и *P. rudis*:  $69\pm45\%$  численности и  $85\pm57\%$  биомассы зообентоса. Глубже доминировали *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*:  $67\pm30\%$  численности и  $81\pm26\%$  биомассы зообентоса.

В биотопе илистого песка до 20-метровой глубины доминировали *C. gallina* и *M. adriaticus*:  $51\pm21\%$  численности и  $71\pm36\%$  биомассы зообентоса. На больших глубинах преобладали *M. galloprovincialis*, *M. adriaticus* и *A. aspersa*:  $35\pm7\%$  численности и  $80\pm30\%$  биомассы.

Таблица 3

**Роль массовых видов в макрообентосе  
Керченского предпроливья Черного моря**

Биотопы	Численность зообентоса (экз./ м <sup>2</sup> ), доля массовых видов (%)	Биомасса зообентоса (г/ м <sup>2</sup> ), доля массовых видов (%)
Песок	523±92/ 97±24	268±49/ 98±26
Песчаная ракушка	201±22/ 84±18	285±70/ 90±19
Ракушка	490±290/ 91±53	530±150/ 90±44
Илистый песок	354±64/ 75±28	323±81/ 88±34
Песчанистый ил	328±74/ 93±6	530±310/ 98±7
Заиленная ракушка	268±22/ 87±11	360±45/ 93±17
Ил	102±48/ 54±14	17±7/ 42±15
Фазеолиновый ил	644±59/ 98±16	175±14/ 98±17

В биотопе песчанистого ила доминировали *M. adrianicus* и *M. galloprovincialis*. Причем до 30-метровой глубины преобладал первый из них. На долю этих видов приходилось 36±5% численности и 71±13% биомассы.

В биотопе заиленной ракушки до 20-метровой глубины доминировали *M. adriaticus* и *C. gallina*: 42±9% численности и 73±17% биомассы зообентоса. На глубинах между 20 и 30 м преобладали *M. galloprovincialis* и *M. adriaticus*: 35±5% численности и 67±9% биомассы зообентоса. В более глубоких горизонтах единственным доминантным видом являлся *M. galloprovincialis*: 39±6% численности и 91±21% биомассы зообентоса.

В биотопе ила до 30-метровой глубины по численности доминировал *N. hombergii*: 22±8% численности и всего 8±7% биомассы зообентоса. На больших глубинах преобладал *T. stroemi*: 80±30% численности и 56±12% биомассы зообентоса.

В биотопе фазеолинового ила доминировал *M. phaseolinus*. Но до 50-метровой глубины в составе сообщества присутствовало значительное количество видов, характерных для биотопа заиленной ракушки. Доминантом второго порядка в данной области был *M. galloprovincialis*. На долю доминантных видов приходилось 96±22% всей численности и 97±22% всей биомассы зообентоса. Данная область по своему фаунистическому составу являлась переходной от сообщества заиленной ракушки к сообществу фазеолинового ила, что ранее отмечалось Л.И. Якубовой [1948]. Глубже располагалось собственно сообщество фазеолинового ила, в котором единственным доминантным видом являлся *M. phaseolinus*: 96±10% численности и 96±12% биомассы всего сообщества.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в каждом биотопе доминантными были 1-3 вида, а именно двустворчатые моллюски *C. gallina*, *M. adriaticus*, *M. phaseolinus*, *M. galloprovincialis*, асцидия *A. aspersa* и полихета *T. stroemi*— 6 видов или 5% всего видового состава. Большинство этих видов рассматривалось как доминантные на различных биотопах Черного моря и другими авторами [Арнольди, 1941; Зенкевич, 1963; Киселева, 1981; Николаенко, Повчун, 1993].

Доля доминантных видов в биомассе сообществ различных биотопов была практически одинаковой. В среднем она составляла 81±8% от всей биомассы зообентоса данного биотопа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольди Л.В. Материалы по количественному изучению зообентоса в Черном море// Тр. Зоологического института. Т. 7. Вып. 2. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1941. — С. 94-113.

2. Виноградов К.А., Лосовская Г.В., Каминская Л.Д. Краткий обзор видового состава фауны беспозвоночных северо-западной части Черного моря (по систематическим группам)//В кн.: Биология северо-западной части Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1967. — С. 177-201.
3. Заика В.Е. Общая характеристика изменений в черноморском бентосе//В кн.: Многолетние изменения зообентоса Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1992. — С. 4-9.
4. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. — М.: Изд. АН СССР, 1963. — 739 с.
5. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1981. — 165 с.
6. Николаенко Т.В., Повчун А.С. Бентос Керченского предпроливья//Экология моря. Вып. 44. — Киев: Наукова думка, 1993. — С. 46-50.
7. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. 287 с.
8. Якубова ЛИ К вопросу о распределении *Modiola phaseolina* (Phil) в Черном море// Тр. Севастопольской биологической станции. Т. 6. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1948.— С. 286-297.
9. Balogh J. Lebensgemeinschaften der Landtiere. Berlin, 1958. — 560 p.
10. Bodenheimer F.S. Precis d'ecologie animal. — Paris, 1955. — 315 p.
11. Eltringham S.K. Life in Mud and Sand. The English Universities Press Ltd. — London, 1971. — 218 p.
12. Hurlbert S.H. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters//Ecology, 1971. Vol. 52. No 4. — P. 577-586.
13. Preston F.W. The canonical distribution of commonness and rarity//Ecology, 1962. V. 43. No 3. — P. 410-432.

А.С. ТЕРЕНТЬЕВ

## ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППИРОВКИ ПОЛИХЕТ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Изложен имеющийся в ЮгНИРО материал по трофической структуре и видовому богатству сообщества полихет в различных биотопах Керченского предпроливья Черного моря.

Многощетинковые кольчатые черви — одни из наиболее многочисленных и интересных представителей морской фауны.

Большую роль они играют в трофической структуре различных донных сообществ. Будучи представлены во всех трофических группировках, в отдельных случаях они являются доминантами в той или иной из них. Поэтому особый интерес представляет изучение их сообществ в различных биотопах.

Эта работа посвящена трофическим группировкам полихет Керченского предпроливья Черного моря.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в 1986-90 гг. Пробы отбирались дночерпательями "Океан" и "Петерсена" на глубинах от 10 до 100 м. Всего было выполнено 340 станций.

По имеющимся данным определялась средняя численность и биомасса как отдельных видов, так и трофических группировок в целом.

В качестве меры сходства сообщества полихет различных биотопов использовался индекс Чекановского-Серенса [по Песенко, 1982].

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элтригхом [Eltringham, 1971].

Способы питания полихет взяты из литературных источников.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В донной фауне Керченского предпроливья Черного моря было обнаружено 41 вид полихет, относящихся к 6 трофическим группировкам (табл 1.).

Наибольшим видовым богатством отличались плотоядные. В эту группировку входило 14 видов. Несколько меньшее видовое богатство наблюдалось у полихет, собирающих детрит с поверхности грунта, и безвыборочных глотальщиков в толще грунта. Эти группировки насчитывали по 8 видов. В группировку полифагов входило 7 видов. Низким видовым богатством отличались сестонофаги — всего 3 вида. Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта были представлены только одним видом.

В различных биотопах были обнаружены различные виды полихет.

В биотопе песка — *G. tridactyla*, *M. palmata*, *N. hombergii*, *T. stroemi*.

Таблица 1

**Видовой состав и трофические характеристики  
полихет Керченского предпроливья Черного моря**

Вид	Способ питания	№ источника в списке литературы
<i>Pectinaria koreni</i>	безвыборочный глотательщик верхнего слоя грунта	9
<i>Capitella capitata</i> , <i>Capitomastus minimus</i> , <i>Clymene collaris</i> , <i>Clymene patermitata</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Leiochone clypeata</i> , <i>Notomastus profundus</i>	безвыборочный глотательщик в толще грунта	2; 6; 8; 9
<i>Mercierella enigmatica</i> , <i>Pomatoceros triqueter</i> , <i>Vermiliopsis infundibulum</i>	сестонофаги	9
<i>Amphitrite gracilis</i> , <i>Melinna palmata</i> , <i>Nerinides tridentata</i> , <i>Perinereis cultrifera</i> , <i>Pholoe synophtalmica</i> , <i>Policirrus pallidus</i> , <i>Spio filiformis</i> , <i>Terebellides stroemi</i>	собирающие детрит с поверхности грунта	1; 3; 4; 6; 8; 9; 13; 15
<i>Eunice vitata</i> , <i>Glycera alba</i> , <i>Glycera gigantea</i> , <i>Glycera tridactyla</i> , <i>Harmothoe reticulata</i> , <i>Nephthys cirrosa</i> , <i>Nephthys hombergii</i> , <i>Nephthys longicornis</i> , <i>Phyllodoce lineata</i> , <i>Phyllodoce maculata</i> , <i>Phyllodoce pareti</i> , <i>Phyllodoce tuberculata</i> , <i>Phyllodoce vittata</i>	плотоядные	4; 5; 6; 7; 8; 9; 11; 12; 14; 16; 17
<i>Nereis cerrosa</i> , <i>Nereis diversicolor</i> ; <i>Nereis longissima</i> ; <i>Nereis rava</i> ; <i>Nereis succinea</i> ; <i>Nereis zonata</i> <i>Platynereis dumerilii</i>	полифаги	5; 6; 7; 9; 16; 17; 19

На ракушечнике — *A. gracilis*, *L. clypeata*, *M. palmata*, *N. hombergii*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *T. stroemi*.

На песчаной ракуше — *A. gracilis*, *C. capitata*, *C. minimus*, *E. vitata*, *G. alba*, *G. gigantea*, *G. tridactyla*, *L. clypeata*, *M. palmata*, *M. enigmatica*, *N. hombergii*, *N. longissima*, *N. rava*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *T. stroemi*.

В биотопе илистого песка — *A. gracilis*, *C. patermitata*, *G. tridactyla*, *H. filiformis*, *M. palmata*, *N. hombergii*, *N. succinea*, *N. tridentata*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *P. maculata*, *T. stroemi*.

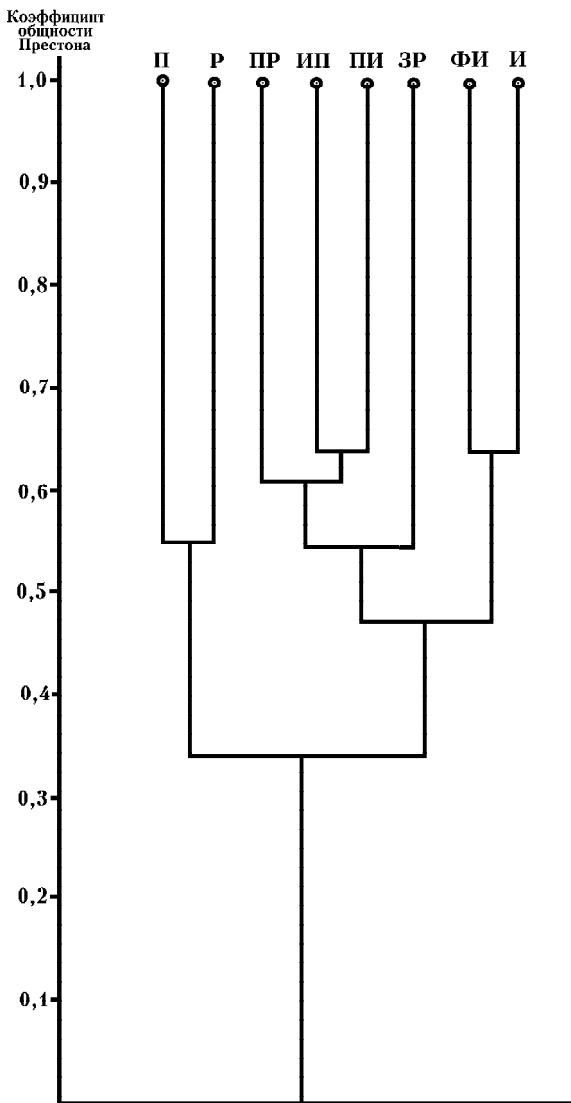
На песчанистом иле — *A. gracilis*, *E. vitata*, *G. tridactyla*, *H. reticulata*, *M. palmata*, *N. hombergii*, *N. longicornis*, *N. longissima*, *N. succinea*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *P. tuberculata*, *T. stroemi*.

На заиленной ракуше — *A. gracilis*, *C. minimus*, *C. collaris*, *E. vitata*, *G. alba*, *G. tridactyla*, *H. imbricata*, *H. reticulata*, *M. palmata*, *N. cirrosa*, *N. hombergii*, *N. longicornis*, *N. longissima*, *N. zonata*, *N. latericeus*, *N. profundus*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *P. synophtalmica*, *P. maculata*, *P. paretti*, *P. tuberculata*, *P. vittata*, *P. dumerilii*, *P. pallidus*, *P. triqueter*, *S. filiformis*, *T. stroemi*, *V. infundibulum*.

На фазеолиновом иле — *A. gracilis*, *C. capitata*, *M. palmata*, *N. cirrosa*, *N. hombergii*, *N. longicornis*, *N. diversicolor*, *N. longissima*, *N. latericeus*, *P. lineata*, *P. maculata*, *P. vittata*, *T. stroemi*.

На илах — *C. capitata*, *H. reticulata*, *M. palmata*, *N. cirrosa*, *N. hombergii*, *N. longicornis*, *N. latericeus*, *P. maculata*, *T. stroemi*.

Сравним сходство видового состава полихет в различных биотопах. Как видно из графика (рисунок), наибольшее видовое сходство наблюдалось в сообществах фазеолинового ила и ила, а также в сообществе илистого песка и песчанистого ила. К последней паре примыкало сообщество песчаной ракуши. Обособленно располагались сообщества песка и ракуши. Обращает на себя внимание последовательность расположения биотопов на графике. Они располагаются в порядке увеличения илистостной фракции в их составе. Таким образом, мы можем группировать все, рассматриваемые нами грунты, по видовому составу населяющих их полихет в 4 типа и расположить в порядке увеличения содержания ила. В первый вошли биотопы песка и ракуши, во второй — песчаная ракуша, илистый песок и песчанистый ил, в третий — только заиленная ракуша, в четвертый — илы и фазеолиновый ил.



Дендрограмма таксономического сходства населения полихет в различных биотопах по индексу Чекановского-Серенса. Условные обозначения: П — песок, Р — ракуша, ПР — песчаная ракуша, ИП — илистый песок, ПИ — песчанистый ил, ЗР — заиленная ракуша, ФИ — фазеолиновый ил, И — ил

плотоядные. Сестонофаги были обнаружены только на песчаной и заиленной ракушке. Безвыворочные глотальщики верхнего слоя грунта избегали биотопы песка, фазеолинового ила и ила. Полифаги не были обнаружены на песке, ракушке и илистом песке.

Рассмотрим теперь уровень развития различных трофических группировок полихет на различных грунтах (табл. 2).

Наибольшим видовым богатством отличался биотоп заиленной ракушки (71% всех обнаруженных видов), а наименьшим — песка (всего 10%). На песках присутствовали только полихеты, собирающие детрит с поверхности грунта, и



Наиболее высокая численность полихет наблюдалась на илах, самая низкая — на песке — в  $5,4 \pm 1,6$  раза ниже. Наиболее низкая биомасса отмечалась в биотопах песка, ракушки и на фазеолиновых илах.

На всех грунтах преобладала группировка полихет, собирающих детрит с поверхности грунта. На их долю приходилось от 36% биомассы полихет биотопа песка и до 90% в биотопе ила. В этой группировке доминировал *T. stroemi*. Его доля по биомассе изменялась от 27% в биотопе песка до 90% в биотопе ила.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Драголи А.Л. Об особенностях питания черноморской полихеты *Melinna palmata* (Grube)//Доклады АН СССР, 1961. Т. 138. № 4. — С. 970-973.
2. Киселева М.И., Витюк Д.М. Питание полихет семейства *Capitellidae* в Черном море//В кн.: Эколого-морфологические исследования донных организмов. — Киев: Наукова думка, 1970. — С. 67-75.
3. Киселева М.И. К биологии многощетинкового черва *Perinereis cultrifera* G.R. (сем. *Nereidae*) в Черном море//В сб.: Биология моря. Вып. 26. — Киев: Наукова думка, 1972. — С. 3-17.
4. Киселева М.И. Пищевые спектры некоторых донных беспозвоночных Черного моря//Зоологический журнал, 1975. Т. LIV. Вып. 11. — С. 1595-1601.
5. Киселева М.И. Трофическая структура некоторых биоценозов рыхлых грунтов Черного моря//Биология моря, 1977. № 4. — С. 33-39.
6. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1981. — 165 с.
7. Кузнецов А.П. О трофической структуре и зональности распределения донной фауны Азовского и Балтийского морей//Экология и распределение морской донной фауны и флоры. — Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 88. — М.: Наука, 1970. — С. 81-97.
8. Лосовская Г.В. Экологические комплексы полихет Черного моря по характеру субстрата и типам питания//В сб.: Биологические проблемы океанографии Южных морей. — Киев: Наукова думка, 1969. — С. 78-80.
9. Лосовская Г.В. Экология полихет Черного моря. — Киев: Наукова думка, 1977. — 91 с.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. — 287 с.
11. Свешников В.А. Стратегия жизненных циклов полихет (*Polychaeta*)//В сб.: Исследования фауны морей, 34(42). Многощетинковые черви. — Л., 1985. — С. 112-117.
12. Стрельцов В.Е. Количественная характеристика питания *Harmothoe imbricata* (L.) (*Polychaeta, Errantia*)//Тр. Мурманского биологического института. Вып. 17(21). — Мурманск, 1968. — С. 96-104.
13. Стрельцов В.Е. Биология питания плотоядного многощетинкового черва *Harmothoe imbricata* (L.) в Дальнезелецкой губе Баренцева моря//Тр. Мурманского морского биологического института. Вып. 11(15). — Мурманск, 1966. — С. 115-121.
14. Турпаева Е.П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных//Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 7. — М., 1953. — С. 259-299.
15. Хлебович В.В. Многощетинковые черви семейства *Nereididae* морей России и сопредельных вод//Фауна России и сопредельных стран. Многощетинковые черви. Т. 3. — Санкт-Петербург: Наука, 1996. — 223 с.
16. Цихон-Луканина Е.А., Солдатова И.Н. Усвоение пищи водными беспозвоночными//В кн.: Трофология водных животных (итоги и задачи). — М.: Наука, 1973. — С. 108-121.
17. Яблонская Е.А. Исследование трофических связей в донных сообществах Южных морей//В сб.: Ресурсы биосферы. Итоги советских исследований по международной биологической программе. Вып. 2. — Л.: Наука, 1976. — С. 117-144.
18. Eltringham S.K. Life in Mud and Sand. — The English Universities Press Ltd. London, 1971. — 218 p.
19. Esselink Peter, Zwarts Leo. Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*/Mar. Ecol. Progr. Ser. 56. No 3. 1989. — P. 243-254.

А.И. МИРОШНИЧЕНКО, В.Н. МАЛЬЦЕВ

## НОВЫЕ ДЛЯ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА ВИДЫ ГИРОДАКТИЛЮСОВ (*MONOGENEA:* *GYRODACTYLIDAE*) ОТ ПИЛЕНГАСА

В 1995-1998 гг. в различных акваториях бассейна Азовского моря (Молочном лимане, Сиваше, Обиточном заливе, Керченском проливе) исследованы 493 экз. пиленгаса, 32 экз. сингиля и 17 экз. лобана. Обнаружены 3 вида гиродактилюсов: *Gyrodactylus anguillae*, *G. mugili* и *G. zhukovi*, которые ранее в Азово-Черноморском бассейне не отмечались. В работе приводятся описания обнаруженных видов на оригинальном материале, данные об особенностях зараженности ими пиленгаса и лобана, распространении в бассейне Азовского моря; обсуждается их эпизоотологическое значение.

Паразитологические исследования пиленгаса (*Mugil soiuy*) Азовского моря выявили у него трех представителей рода *Gyrodactylus* Nordmann, 1832: *Gyrodactylus anguillae* Ergens, 1960, *G. mugili* Zhukov, 1970 и *G. zhukovi* Ling, 1962. Два из них, а именно *G. mugili* и *G. zhukovi*, описаны от пиленгаса из дальневосточных рек и залива и впоследствии нигде не отмечались. *G. anguillae* известен как широко распространенный в процессе перевозок хозяев паразит европейского (*Anguilla anguilla*) и японского (*A. japonica*) угрей. Эти виды — новые для Азовского и Черного морей элементы фауны. В доступной литературе, в т. ч. в "Определителе паразитов позвоночных Черного и Азовского морей" (1975) сведений о них нет.

В настоящей работе приводятся описания видов на оригинальном материале с рисунками наиболее важных в их определении хитиноидных структур прикрепительного диска, данные о зараженности ими пиленгаса и азово-черноморского лобана (*Mugil cephalus*), распространении в бассейне Азовского моря. Обсуждаются вопросы дифференциации обнаруженных видов гиродактилюсов от других, морфологически близких к ним, некоторые их экологические особенности и патогенное влияние на своих хозяев, профилактические меры, препятствующие дальнейшему распространению вселенцев. Работа предназначена для паразитологов, работников ветеринарной и санитарной служб, рыбоводов, как сигнальная информация о вселенцах, требующих особого внимания и контроля.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал собирали в различных акваториях бассейна Азовского моря (Молочном лимане, Сиваше, Обиточном заливе, Керченском проливе) в период с 1995 по 1998 г. Рыб отлавливали подъемными кефалевыми заводами, жаберными сетями с ячеей 40-55 мм, мальковой волокушей с ячеей 5 мм, удочкой. Методом полных и частичных паразитологических вскрытий исследованы 493 экз. пиленгаса, 32 экз. сингиля (*Liza aurata*) и 17 экз. лобана. Гиродактилюсов искали на

жабрах, в соскобах с кожи и плавников. Из обнаруженных моногеней готовили глицерин-желатиновые препараты, которые исследовали под микроскопом МБИ-3 с фазово-контрастной приставкой КФ-1 на увеличениях 40 x 7, 90 x 5, 90 x 7, 90 x 10 и 90 x 15 с иммерсией. Рисунки готовили с помощью рисовального аппарата РА-4.

Масштабы линейки на рисунках соответствуют 10 мкм. Зараженность рыб характеризовали общепринятыми в паразитологии значениями экстенсивности инвазии (ЭИ), интенсивности инвазии (ИИ), средней интенсивности инвазии (СИ) и индекса обилия (ИО). В таблице "lim" — пределы изменчивости, " — среднее статистическое с ошибкой. В тексте "n" — объем выборки. Мы признательны сотрудникам кафедры зоологии Мелитопольского педагогического института И.С. Митяю и С.Н. Заброде, студентам этого института В. Демченко и Н. Скидан, а также сотруднику ЮгНИРО В.Н. Ждамирову за помощь в сборе полевых материалов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Gyrodactylus zhukovi* Ling, 1962 (рис. 1)

**Хозяин:** *Mugil soiuy*.

**Локализация:** плавники, поверхность кожи, жабры.

**Места находок:** бассейн Азовского моря (Молочный лиман, Обиточный залив, Сиваш).

Длина тела 0,30-0,50, ширина на уровне первого эмбриона 0,10-0,14 мм. Фаринкс из двух отделов: передний длиной 16,0-21,0, шириной 25,0-28,0, задний длиной 17,0-28,0, шириной 25,0-35,0 мкм. Копулятивный орган округлый 13,5-18,0 x 13,0-18,0 мкм, расположен сразу позади глотки слева, вооружен длинным, серповидно изогнутым крючком, острие которого охватывается с боков шиповидными выростами сравнительно крупных изогнутых хитиноидных пластинок. Прикрепительный диск округло-треугольной формы длиной 50,0-75,0, шириной 70,0-80,0 мкм.

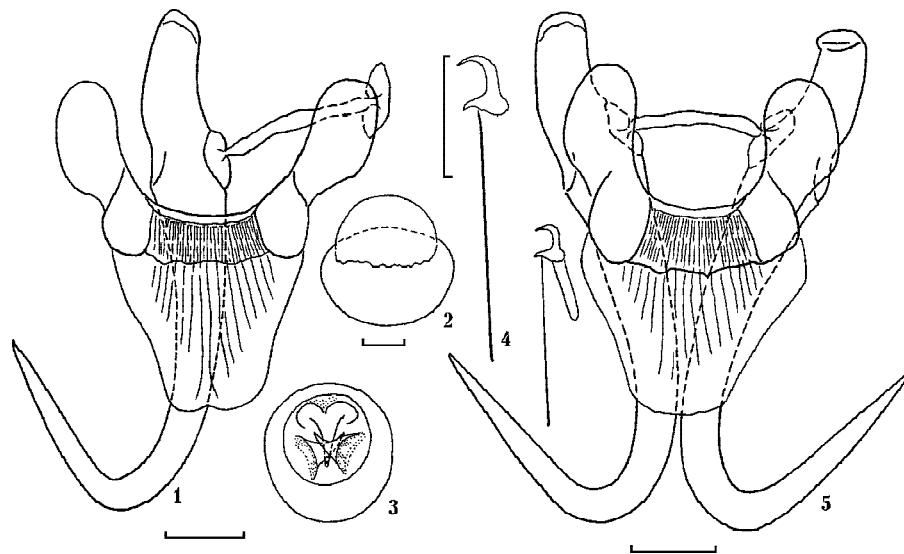


Рис. 1. Хитиноидное вооружение прикрепительного диска и копулятивного органа, глотка *Gyrodactylus zhukovi*: 1 — срединный крючок с вентральной и дорсальной соединительными пластинками; 2 — глотка; 3 — копулятивный орган; 4 — краевой крючок; 5 — срединные крючья с вентральной и дорсальной соединительными пластинками (оригинал)

Срединные крючья крупные, занимают весь диск и частично выступают за задний край диска. Их общая длина 57,0-66,0 (чаще 62,0), длина основной части 44,0-50,0 (чаще 48,0), длина внутреннего отростка 16,0-20,0 (чаще 18,0), остряя 24,0-32,0 (чаще 29,0-30,0) мкм. Вентральная соединительная пластинка крупная с большими уховидными выростами и широким мембрановидным продолжением, которое обычно в передней четверти шире собственно соединительной пластинки. Общая длина ее 40,0-48,0, ширина 33,0-40,0, длина собственно соединительной пластинки посередине 6,0-10,0 (обычно 7,0-8,0), ширина 22,0-27,0 (чаще 25,0), длина мембрановидного продолжения (бороды) 18,0-20,0 (чаще 19,0), длина уховидных выростов 12,0-16,0 (чаще 15,0), расстояние между уховидными выростами 13,0-16,0 (чаще 14,0) мкм. Длина дорсальной соединительной пластинки 2,0-2,5 (чаще 2,0), ширина 14,0-20,0 (чаще 14,0-15,0) мкм. Краевые крючки типа *Gyrodactylus gobii*. Их общая длина 24,0-27,0 (чаще 26,0), длина рукоятки 20,0-22,0 (чаще 21,0), длина собственно крючка 5,0, его базы 2,0, стебля (лезвия) 3,0, остряя — 2,5, ширина базы 3,5-4,5 (чаще 4,0), длина петли (уздечки) 6,0-9,0 (чаще 7,0) мкм.

*G. zhukovi* был описан Лин Мо-еном [Ling Mo-en, 1962] с жабр тихоокеанского пиленгаса из р. Ляохэ. Описание по современным представлениям неполное и содержит ошибки. Е.В. Жуков [1970] привел хороший рисунок срединных крючьев *G. zhukovi*, однако не дал рисунка краевого крючка и копулятивного органа. По его данным длина срединных крючков составляет 62,0, их остряя — 30,0, общая длина краевых крючков — 26,0 мкм, что полностью соответствует средним показателям наших измерений. Е.В. Жуков обратил внимание на неточности, допущенные Лин Мо-еном. На его рисунках длина основной части срединных крючьев составляет не менее 40 мкм, в то время как в описании указано 16 мкм.

Позднее Р. Эргенс [1985] уточнил и дополнил описание *G. zhukovi* по единственному сохранившемуся экземпляру из р. Ляохэ. Он впервые привел рисунок краевого крючка и его размеры (общая длина 17,0, длина собственно крючка 4,5 мкм).

Среди видов, имеющих вентральную соединительную пластинку с большими уховидными выростами, наиболее близки к *G. zhukovi* следующие: *G. callariatis* Malmberg, 1957, *G. arcuatus* Bychowsky, 1933, *G. hrabei* Ergens, 1957, *G. katharineri* Malmberg, 1964, *G. ophiocephali* Gussev, 1955.

Однако, наряду с чертами сходства, они имеют существенные отличия от него. Так *G. katharineri*, обладающий очень похожими по форме, размерам и направлению уховидными выростами, отличается мембрановидным продолжением (оно значительно уже, его передний край занимает лишь половину заднего края вентральной пластинки). Кроме того, *G. katharineri* значительно крупнее как размерами тела, так и размерами всех хитиноидных элементов (например, общая длина срединных крючьев 71,0-112,0 мкм), формой краевых крючков и спинной соединительной пластинки. Это пресноводный вид, паразитирующий на жабрах, коже и плавниках сазана, карася, усача и других карловых рыб.

*G. ophiocephali*, как и *G. katharineri*, имеет мембрановидное продолжение с узким передним краем. Краевые крючки крупнее (общая длина 27,0-30,0 мкм, собственно крючок 7,0-9,0) и отличаются по форме (острие собственно крючка значительно длиннее, заходит за уровень его базы). Пресноводный вид, паразитирующий на плавниках змееголова и мальков сазана.

У *G. callariatis*, *G. arcuatus* и *G. hrabei* в отличие от двух предыдущих видов передний край мембрановидного продолжения занимает почти весь задний край вентральной соединительной пластинки. Отли-

чается *G. hrabei* от *G. zhukovi* большими размерами краевых крючков (общая длина 38,0-42,0, собственно крючок 8,0 мкм) и других хитиноидных элементов прикрепительного диска. Паразит подкаменщиков.

*G. arcuatus* отличается от *G. zhukovi* меньшими размерами всех хитиноидных образований прикрепительного диска, в том числе краевых крючков (их длина всего 20,0-24,0 мкм) и срединных крючьев (их общая длина 31,0-46,0 мкм). Паразитирует на жабрах, коже, плавниках колюшек.

*G. callariatis* отличается большими размерами краевых крючков, меньшими размерами срединных крючьев и других хитиноидных элементов. Паразитирует на жабрах балтийской трески.

### *Gyrodactylus mugili* Zhukov, 1970 (рис. 2)

**Хозяева:** *Mugil soiuy*, *Mugil cephalus*.

**Локализация:** жабры (лепестки).

**Места находок:** Керченский пролив, Обиточный залив Азовского моря, Шаболатский рыбопитомник.

Длина тела 0,19-0,49, ширина на уровне первого эмбриона 0,07-0,13 мм. Фаринкс округлый 25,0-35,0 x 25,0-40,0 мкм. Копулятивный орган овальный 9,0-15,0 x 8,0-11,0 мкм. Прикрепительный диск 0,06-0,09 x 0,07-0,11 мм. Срединные крючья изящные, тонкие элегансного (*G. elegans*) типа, занимают большую часть прикрепительного диска. Их общая длина 53,0-56,0, длина основной части 42,0-47,0, длина внутреннего отростка 20,0-25,0, острия 21,0-25,0 мкм. Отношение длины внутреннего отростка к длине основной части крючка 0,48-0,58, отношение длины острия к общей длине крючка 0,37-0,45, отношение длины острия к длине основной части крючка 0,48-0,57.

Вентральная соединительная пластинка типа *G. sprostona* с небольшим, сужающимся кзади мембрановидным продолжением (бородой). Длина вентральной пластинки 4,0-5,5, ее ширина 19,0-23,0, длина

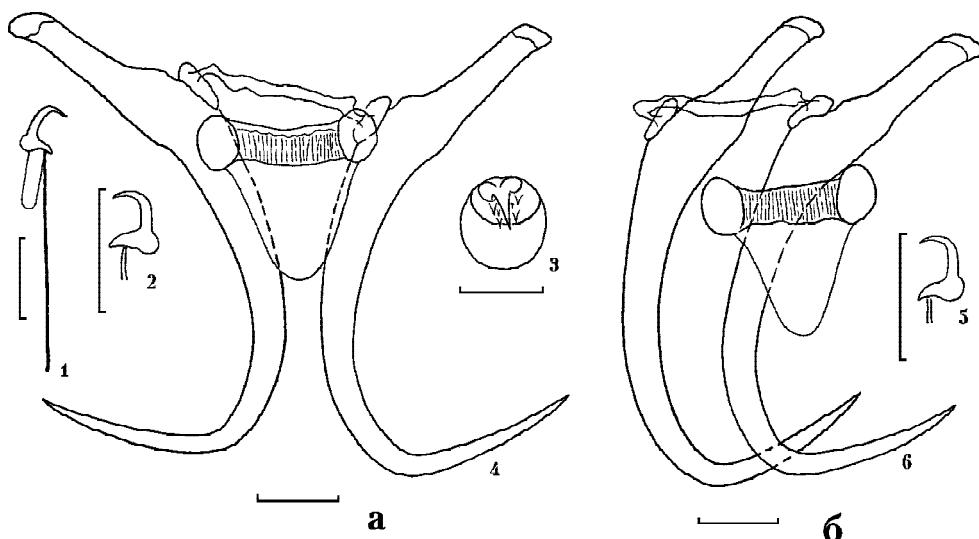


Рис. 2. Хитиноидное вооружение прикрепительного диска и копулятивного органа *Gyrodactylus mugili*: а — с жабр пиленгаса (1 — краевой крючок; 2 — собственно крючок краевого крючка; 3 — копулятивный орган; 4 — срединные крючья с вентральной и дорсальной соединительными пластинками); б — с жабр лобана (5 — собственно крючок краевого крючка; 6 — срединные крючья с вентральной и дорсальной соединительными пластинками) (оригинал)

мембрановидного продолжения 11,0-15,0 мкм. Длина дорсальной соединительной пластиинки 1,0-2,0, ее ширина 16,0-20,0 мкм.

Краевые крючки типа *G. cerniae*. Их общая длина 28,5-33,0, длина стержня 25,0-27,5, длина собственно крючка 5,0-5,5, его базы — 2,0, стебля (лезвия) 3,0-3,5, ширина базы 3,0-3,5, длина петли (уздечки) 6,0-8,0 мкм. Острие крючка не заходит за уровень его базы. Отношение длины стержня (рукоятки) к длине собственно крючка 4,5-5,5.

*G. mugili* описан Е.В. Жуковым [1970] по 6 экз. червей, собранных с жаб тихоокеанского пиленгаса из залива Посьета Японского моря. Описание довольно полное, не указаны размеры собственно крючка краевых крючьев и длины соединительных пластиинок срединных крючьев, а также размеры копулятивного органа. На рисунке изображены только срединные крючья с соединительными пластиинками, отсутствует краевой крючок и копулятивный орган. В дифференциальном диагнозе Е.В. Жуков указывает, что *G. mugili* ближе всего стоит к *G. misgurni* Ling Mo-en, 1962 с жабрами амурского вьюна и отличается от него меньшими размерами тела и большей величиной крючков прикрепительного диска. Следует добавить, что отличается он также формой краевых крючков и вентральной соединительной пластиинки. По этим же признакам *G. mugili* отличается от *G. elegans* Nordmann, 1832, паразитирующего на жабрах леща и белоглазки и от *G. luckyi* Ergens, 1970, паразитирующего на жабрах пятнистого губача.

Формой и размерами брюшной соединительной пластиинки и срединных крючьев *G. mugili* близок к *G. sprostonaе* Ling, 1962, однако отличается от него большими размерами и формой краевых крючьев, формой вентральной соединительной пластиинки и другими признаками. *G. sprostonaе* паразитирует на жабрах серебряного карася, европейского и амурского сазанов, амурского жереха.

### *Gyrodactylus anguillae* Ergens, 1960 (рис. 3)

**Хозяин:** *Mugil soiuy*.

**Локализация:** жабры (тычинки, лепестки), поверхность кожи.

**Места находок:** бассейн Азовского моря (Молочный лиман, Обиточный залив, Сиваш, Керченский пролив).

Длина тела 0,33-0,52, ширина на уровне первого эмбриона 0,10-0,17 мм. Фаринкс 30,0-43,5 x 25,0-41,5 мкм. Копулятивный орган округлый 9,0-15,0 x 10,0-15,0 мкм.

Прикрепительный диск поперечно-овальный длиной 55,0-68,0, шириной 85,0-106,0 мкм. Срединные крючья мелкие, их общая длина 30,0-35,0 (чаще 33,0), длина основной части 26,0-30,0 (чаще 27,0), длина внутреннего отростка 10,0-13,0 (чаще 12,0), длина острия 14,0-18,0 мкм.

Вентральная соединительная пластиинка с мембрановидным продолжением, которое почти не суживается кзади. Ее длина 4,0-5,0 (чаще 4,5), ширина 13,0-16,5 (чаще 15,0), длина мембрановидного продолжения (бороды) 8,0-12,0 (чаще 9,0-10,0), ширина 6,0 мкм.

Дорсальная соединительная пластиинка с прогибом посередине. Ее длина 1,0-2,0, ширина 12,0-15,0 мкм. Краевые крючки с длинным стержнем (рукояткой). Их общая длина 26,0-29,0 (чаще 28,0), длина собственно крючка 5,0-5,5, длина рукоятки 21,0-23,5, длина уздечки 6,0-8,0 мкм. Острие крючка не заходит за уровень его базы.

*G. anguillae* описан Р. Эргенсом [1960] с жабр европейского угря; им же в 1985 г. приведены новые рисунки к описанию этого вида [Эргенс, 1985], но и среди них не изображен копулятивный орган.

Г. Мальмберг [1970] дополнил описание этого вида, обратив внимание на то, что у гиродактилюсов угря из пресных вод мембрановидное продолжение вентральной соединительной пластиинки суживается к зад-

нему концу, а из морской воды — не суживается. Такая же пластинка отмечена и нами у *G. anguillae* из Азовского моря. Г. Мальмберг приводит рисунок копулятивного органа, но в таком ракурсе, который не позволяет судить о его отличиях от копулятивных органов других видов.

К сожалению, и наш рисунок копулятивного органа мало в чем способствует лучшему представлению о его особенностях. Это связано с тем, что у особей этого вида он вообще обнаруживается, а хитиноидные структуры, за исключением одного крупного крючка, плохо просматриваются.

П.П. Головин [1977] приводит краткое описание *G. anguillae* с рисунками срединных крючьев, соединительных пластинок и краевого крючка. Из рисунков видно, что спинная соединительная пластинка имеет втячивание (прогиб) посередине, что не было отражено на рисунках Р. Эргенса и Г. Мальмберга. Нам представляется ошибочной величина срединных крючьев 24,0-26,0 (вероятно 34,0-36,0), указанных П.П. Головиным, так как из его рисунка видно, что она более 30,0 мкм. П.П. Головин подтверждает наблюдения Г. Мальмберга о том, что это эвригалинний вид, паразитирующий на молоди (Г. Мальмберг находил его на жабрах, в глотке и носовых ямках угрей), а также обращает внимание на то, что это опасный паразит, который в японских угревых хозяйствах приводил к массовой гибели молоди.

Все эти наблюдения подтверждаются и нами, что, наряду с совпадающими морфометрическими данными, позволило нам отнести описанный в этой работе вид к *G. anguillae*. В то же время мы видим и некоторые существенные особенности — краевые крючки крупнее, хозяин (пиленгас) очень далек в родственных отношениях от угря, а это для гиродактилюсов, отличающихся строгой специфичностью, очень

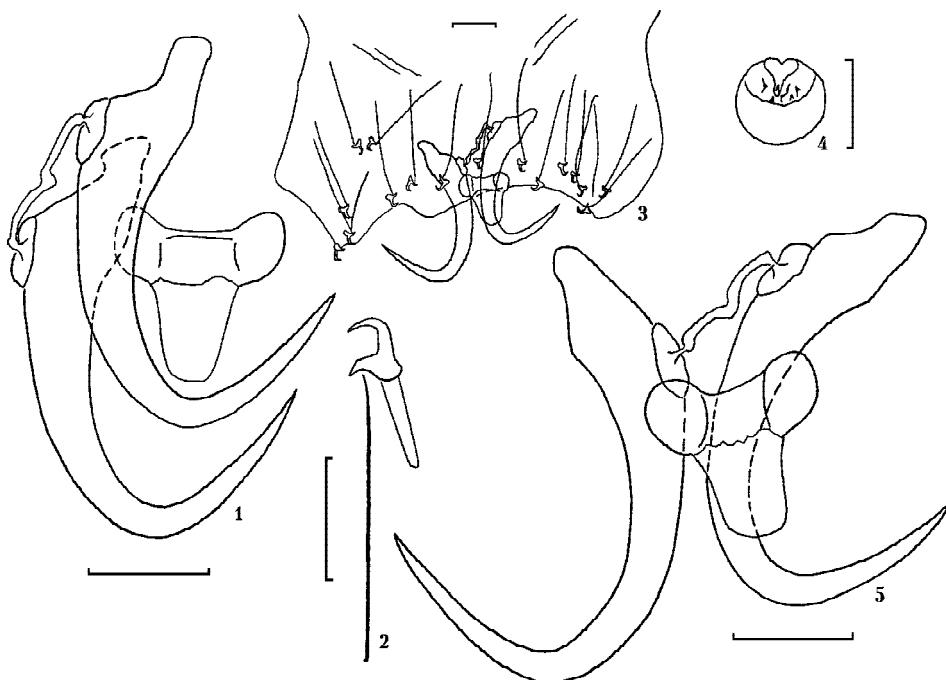


Рис. 3. Хитиноидное вооружение прикрепительного диска и копулятивного органа *Gyrodactylus anguillae*: 1, 5 — срединные крючья с вентральной и дорсальной соединительными пластинками; 2 — краевой крючок; 3 — прикрепительный диск с хитиноидным вооружением; 4 — копулятивный орган (оригинал)

важно. Возможно, это новый вид, который мы пока воздерживаемся выделять. Во-первых, не исключено, что это случайное попадание угревого гиродактилюса на пиленгаса, во-вторых, есть проверенные опытами и наблюдениями сведения Р. Эргенса [1965], И.В. Кулеминой [1977] и других паразитологов о том, что размеры хитиноидных элементов прикрепительного диска у гиродактилюсов зависят от температуры и химического состава воды. Поэтому необходимы дополнительные исследования.

### Особенности зараженности

*G. zhukovi* зарегистрирован на плавниках (главным образом анальном и хвостовом), поверхности кожи, жабрах (при сильных инвазиях) молоди (0+ - 3+). Впервые массово отмечен у сеголетков в Молочном лимане в октябре 1996 г.: ЭИ 82,2%, ИИ 3-350, СИ 90,0±39,4, ИО 81,8±35,9 (n=11) экз. В 1997 г. обнаружен в Молочном лимане, Обиточном заливе и Сиваше: сеголетки — ЭИ 9,1%, ИИ 4-8, СИ 5,7±0,8, ИО 0,6±0,2 экз.; двухлетки — ЭИ 12,8%, ИИ 4-200, СИ 74,0±36,2, ИО 9,5±5,9 экз.; трех-четырехлетки — ЭИ 6,5%, ИИ 5-10, СИ 7,5±2,5, ИО 0,7±0,5 (n=131) экз., распределение во всех случаях было перерассеянным. В Керченском проливе отсутствовал. В 1997 г. наивысшие показатели инвазии отмечены в мае в Молочном лимане: ЭИ 58,8%, ИИ 1-100, СИ 16,5 (n=28) экз. В апреле 1998 г. в той же акватории зараженность годовиков была следующей: ЭИ 90,6%, ИИ 1-500, СИ 71,6±17,3, ИО 64,9±16,1 (n=32) экз.

При интенсивности инвазии около 50 экз. на особь мы наблюдали воспаление и разрушение плавников (в первую очередь хвостового), более 100-150 экз. — появление на коже локальных кровоизлияний, ее воспаление, частичное опадение чешуи. Сильно зараженные особи выглядели истощенными (голова значительно шире тела, глаза впалые, сквозь кожу проступают контуры ребер); их морфо-физиологические показатели (размеры, вес, упитанность) уступали таковым менее зараженных рыб (таблица).

### Зависимость между морфо-физиологическими показателями и зараженностью *G. zhukovi* годовиков пиленгаса

Признаки	Керченский пролив, апрель 1997, n=10		Молочный лиман, май 1997, n=28		Молочный лиман, апрель 1998, n=32	
	lim	X±Sx	lim	X±Sx	lim	X±Sx
Длина промысловая, см	6,5-9,3	8,0±0,4	5,2-6,3	6,7±0,2	4,4-7,0	5,4±0,1
Вес тела, г	3,7-12,5	7,5±0,9	2,3-9,2	5,5±0,4	1,2-3,6	2,1±0,1
Коэффициент упитанности по Фультону	1,4-2,5	1,7±0,1	1,0-2,1	1,5±0,04	0,9-1,6	1,3±0,04
Экстенсивность инвазии, %	—	0	—	58,8	—	90,6
Интенсивность инвазии, экз.	—	0	1-100	16,5	1-500	71,6±17,3

*G. mugili* паразитирует на жабрах исключительно взрослых рыб (4-6+). В различные годы в Керченском проливе зараженность была следующей: в июле 1995 г. ЭИ 30,8%, ИИ 8-90, СИ 27,8±1,6 (n=27) экз., в июне-июле 1996 г. — ЭИ 7,4%, ИИ 8-16, СИ 12,0±1,2 (n=21) экз., в июне-июле 1997 г. — ЭИ 14,3%, ИИ 80-1400, СИ 435,0±322,1, ИО 62,0±50,0 (n=19) экз. В апреле 1998 г. *G. mugili* впервые был отмечен у пиленгаса Обиточного залива: ЭИ 12,5%, ИИ 2, ИО 0,25 (n=8) экз.

В 1997 г. распределение *G. mugili* в популяции своего хозяина было перерассеянным. У 5,3% рыб интенсивность инвазии достигала уровня (более 1000 экз. на особь), при котором паразиты могли становиться патогенными для своих хозяев. В этом же году *G. mugili* впервые зарегистрирован у азово-черноморского лобана: ЭИ 17,6%, ИИ 1-3, СИ 2,3, ИО 0,4 (n=17) экз.

В июне 1996 г. в бассейнах Шаболатского рыбопитомника (Одесская область), при высоких плотностях посадки производителей, температуре воды 20-24°C и солености 17-22‰, мы наблюдали вспышку численности *G. mugili*, от исходной 8-16 до 1500 экз.

*G. anguillae* паразитирует преимущественно на жаберных тычинках, реже — на жаберных лепестках, очень редко — на коже молоди (0+ - 1+). Впервые обнаружен в апреле 1997 г. в Керченском проливе, впоследствии, в том же году, в Молочном лимане, Обиточном заливе, Сиваше. В 1997 г. показатели инвазии, рассчитанные для всего бассейна Азовского моря, были следующими: ЭИ 9,1%, ИИ 2-8, СИ 4,0±1,0, ИО 0,4±0,2 (n=131) экз. В апреле 1998 г. в Молочном лимане отмечали наивысшую зараженность этим видом: ЭИ 53,1%, ИИ 2-100, СИ 19,6±6,8, ИО 10,4±4,0 (n=24) экз. Распределение в популяции хозяина в 1997 и 1998 гг. было перерассеянным. Высокая зараженность *G. anguillae* часто была сопряжена с повышенной зараженностью жабр *Trichodina* sp. (до 6 экз. на увеличении 40x7). Присутствие этих паразитов приводило к анемичности жабр, аномалиям в структуре жаберного эпителия.

### Эпизоотологическое значение

Гиродактилезы как пресноводных рыб (карпы, амуры и др.), так и морских (треска, лососи, кефали, колюшки и др.) являются опасными заболеваниями, часто сопровождающимися массовой гибелью рыб на хозяйствах и в естественных водоемах. Наиболее наглядный пример — опустошительные эпизоотии атлантического лосося, вызванные *G. salaris* Malmberg, 1957 в реках и фермах Норвегии и других стран Северной Европы [Карасев, Митенев, 1996]. По данным Хокстада и Скардала [Hokstad, Skurdal, 1996], в связи с гиродактилезом запасы атлантического лосося в 38 реках Норвегии снизились почти до нулевой отметки.

Наши данные по зараженности и распространению *G. zhukovi* свидетельствуют о том, что этот вид прижился в новом для себя регионе, расширив тем самым свой ареал. Это один из наиболее патогенных паразитов молоди пиленгаса, вызывающий явную и скрытую патологии, характерные для гиродактилезов (разрушение плавников, эпидермиса кожи, как результат — нарушение водно-солевого обмена, почечная недостаточность, в крайних случаях — дегенерация и некроз почек). Молодь Молочного лимана в наибольшей степени поражена этим паразитом, чем, вероятно, наряду с другими причинами, можно объяснить резкое снижение темпов ее роста, размерно-весовых характеристик, наблюдавшиеся в последние годы [Семененко, 1996]. Не в появлении ли и распространении *G. zhukovi* на нерестилищах пиленгаса в Азовском море причина аномально высокой естественной смертности (70%) младших возрастных групп (до четырехгодовиков) пиленгаса, которую по результатам зимних траловых съемок отмечали Э.Г. Яновский и др. [1997]? Прямой ответ на этот вопрос можно получить лишь в ходе более длительных мониторинговых исследований нерестилищ пиленгаса или экспериментально, оценив смертность молоди при той или иной зараженности *G. zhukovi*.

Массовое обнаружение *G. zhukovi* весной при температуре воды ниже 15°C может свидетельствовать о его относительной холодолюбивости. Вероятно оптимальные условия для заражения *G. zhukovi* создаются на зимовках молоди, во время образования плотных скоплений

сеголетков в опресненных участках моря, заливах, каналах и речках. Очевидно он положительно реагирует на понижение солености. Распространителем *G. zhukovi* по акватории бассейна Азовского моря, на наш взгляд, являются трехчетырехлетки, у которых *G. zhukovi* отмечен с невысокой интенсивностью, но которые более мобильны. Естественное расселение *G. zhukovi* за пределы Азовского моря, в Черное и далее, на наш взгляд, ограничено барьером солености. Возможен его занос в пресноводные хозяйства вместе с выловленным в бассейне Азовского моря рыбопосадочным материалом (сеголетками-годовиками).

*G. mugili*, как и предшествующий вид, прижился в Азовском море, расширив свой ареал. Паразитируя на взрослых рыбах, он менее опасен для естественных популяций пиленгаса, чем *G. zhukovi*. В то же время, при содержании производителей в искусственных условиях, *G. mugili* способен быстро достичь уровня инвазии, при котором может стать патогенным для своих хозяев.

Заслуживает внимания также уже свершившийся факт перехода *G. mugili* с пиленгаса на азово-черноморского лобана. Практика акклиматизаций рыб демонстрирует множество примеров крайне негативных последствий перехода паразитов от основного хозяина к близкородственному, но не резистентному виду [Bauer, 1991].

*G. mugili* интересен еще и тем, что массово встречается только у рыб, мигрирующих через Керченский пролив. В связи с этим он, вероятно, может служить естественной меткой в исследованиях внутривидовой структуры пиленгаса Азовского моря.

Судя по характеру сезонной и региональной встречаемости, *G. mugili* теплолюбивый вид, предпочитающий воду с повышенной соленостью. Так как его распространителями являются высокомобильные взрослые особи, обнаружение *G. mugili* следует ожидать в различных районах Черного моря и Средиземноморье.

Эпизоотологическое значение *G. anguillae* для пиленгаса Азовского моря пока невелико. Однако, как показали данные, полученные в апреле 1998 г. в Молочном лимане, численность этого вида нарастает, и его уже нельзя называть редким. Паразитируя совместно с высокопатогенным *G. zhukovi* на молоди пиленгаса, он усугубляет ее состояние.

В качестве санитарно-профилактических средств против гиродактилезов используют следующее: формалиновые ванны в концентрации 0,025% (1:4000 — 1:5000) в течение 15-25 минут, многократно; солевые ванны в концентрации 5% в течение 5 минут, однократно; аммиачные ванны в концентрации 0,1-0,2% в течение 0,5-1 минут, однократно [Бауэр и др., 1981; Hodneland, Nilsen, 1994]; лечение фенбендазолом в концентрации 1,5 мг/л и триклабендазолом в концентрации 25 мг/л [Tojo et al., 1992]. П.П. Головин [1977] отмечал, что солевые ванны непригодны как профилактическое средство против *G. anguillae*, тогда как раствор фиолетового "К" в концентрации 0,25 мг/л полностью освобождает рыб от этого паразита.

Эпизоотологические последствия появления в Азово-Черноморском бассейне новых видов гиродактилюсов требуют дальнейших исследований, но также и мер, предотвращающих их распространение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бауэр О.Н., Мусселиус В.А., Стрелков Ю.А. Болезни прудовых рыб. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 320 с.
2. Головин П.П. Моногенеи угря при его искусственном выращивании на теплых водах//Исследования моногеней в СССР: Материалы Всесоюзного симпозиума по моногенеям. — Л., 1977. — С. 144-150.

3. Жуков Е.В. Новые виды трематод и моногеней морских рыб залива Посыета (Японское море)//Паразитология, 1970. Т. 4. Вып. 4. — С. 321-326.
4. Карасев А.Б., Митенев В.К. Гиродактилез атлантического лосося — проблема стран Северной Европы//Рыбное хозяйство, 1996. № 6. — С. 54-56.
5. Кулемина И.В. Метрическая изменчивость прикрепительных образований у некоторых гиродактилюсов//Исследования моногеней в СССР: Материалы Всесоюзного симпозиума по моногенеям. — Л, 1977. — С. 38-41.
6. Семененко Л.И. Рекомендации по отлову молоди пилленгаса для зарыбления водоемов Украины. Отчет о НИР АзЮгНИРО. — Бердянск, 1996. — 49 с.
7. Эргенс Р. Гельминтофауна некоторых рыб Албании//Ceskosl. Parasitol, 1960, 7. — Р.49-90.
8. Эргенс Р. Отряд *Gyrodactylea*. Определитель паразитов рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные. — Л.: Наука, 1988. — С. 269-347.
9. Яновский Э.Г., Изергин Л., Демьяненко К.В. и др. Современное состояние промысловых ресурсов рыб и беспозвоночных в Азовском море и прогноз их изменения на 1998-1999 гг. Отчет о НИР АзЮгНИРО. — Бердянск, 1997. — 117 с.
10. Bauer O.N. Spread of parasites and diseases of aquatic organisms by acclimatisation: a short review//Journal of Fish Biology, 1991, 39. — Р. 679-686.
11. Ergens R. Die Morphogenese der chitinoiden Teile des Haptors bei *Gyrodactylus decorus* Malmberg, 1956 (*Monogeneoidea*) und ihre morphologisch — metrische Variabilität//Zeitschr. Parasitenk, 1965, Bd. 25, — Р. 359-370.
12. Hodneland K., Nilsen F. Gyrodactylosis in farmed Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus* L.)//Intern. Symp. on Aquat. Anim. Health. Program and Abstacts. Davis, CA USA California, School of Veter. Medicine, 1994. — Р. 49.
13. Hokstad O., Skurdal J. Spreading of freshwater organisms in Norway//Fauna-Blindern, 1996. V. 49. No 1. — Р. 10-19.
14. Ling Mo-en. Notes on seven new parasitic species of monogenetic trematodes — *Gyrodactylus* from fresh-water fishes of China//Acta Hydrobiol. Sinica, 1962, 2. — Р. 67-78.
15. Malmberg G. The excretory systems and the marginal hooks as a basis for the systematics of *Gyrodactylus* (*Trematoda, Monogenea*)//Arkiv för Zoologi, 1970. Serie 2. Bd 23. No 1. — 255 p.
16. Tojo J., Santamarina M.T., Uberina F.M., Esteves J., Sanmartin M.L. Anthelmintic activity of benzimidazoles against *Gyrodactylus* sp. infecting rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*//Dis. Aquat. Org. 1992. V. 12. No 3. — Р. 185-189.

В.С. МИРОШНИКОВ, Э.Г. ЯНОВСКИЙ,  
Л.В. ИЗЕРГИН (АзЮгНИРО)

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОЦЕНОЗОВ НА ИСКУССТВЕННЫХ РИФАХ В АЗОВСКОМ МОРЕ

С 1984 г. АзЮгНИРО проводит исследования по оценке эффективности искусственных рифов-нерестилищ различных конструкций, в том числе и из изношенных автошин. Это продиктовано необходимостью создания искусственного субстрата для нереста бычков из-за сокращения нерестовых площадей более чем в 6 раз, причиной чему стало заиление значительной части моря. На экспериментальном полигоне (Обиточный залив) прослежены особенности освоения гидробионтами рифов линейно-плоскостного и объемного типов. Наблюдается зависимость интенсивности обрастания модулей рифа макрофитами и беспозвоночными от глубины и степени инсолиации.

Постоянными обитателями рифов являются азовские бычки, которые здесь активно нерестятся.

Гидробионты-обрастатели и органические осадки, покрывая автошину многослойной капсулой, изолируют ее от внешней среды и не влияют на активность нереста бычков.

Анализ экологии и промысла рыбы в условиях изменяющегося режима Азовского моря свидетельствует о том, что основной причиной резкого уменьшения запасов наиболее многочисленных донных рыб, таких, как бычки, является значительное заиление и сокращение нерестовых площадей более чем в 6 раз [Гудимович, 1946; Трифонов, 1955; Костюченко, 1964; Ковтун, 1980]. Следовательно, с расширением площади нерестового субстрата можно ожидать увеличения запасов бычков.

Нерестовым субстратом для бычков служат углубления и лагуны твердого грунта, камни, уплотненный ракушечник, песчаник, где самцы устраивают нерестовые гнезда.

Имея значительный положительный опыт работ на Азовском бассейне, АзЮгНИРО, учитывая экологию нереста бычков, в 1984 г. приступило к научно-исследовательским работам по оценке эффективности сооружения в море искусственных рифов-нерестилищ (ИР-нерестилищ) из изношенных автошин [Яновский, Гроут, 1990].

Экспериментальные ИР из автошин были установлены на испытательном полигоне в Обиточном заливе. До 1988 г. здесь ежегодно выставлялись и испытывались ИР различных конструкций. Основу рифов составляют линейные носители шин из капронового каната диаметром 20-30 мм, на котором гирляндой через каждые 1,5-2,0 м закреплены модули из одиночных, трех-пяти шин, или закрепленных между собой в форме треугольников (тэтраэдров), в зависимости от конструкции рифов. Для придания более объемной формы и увеличения площадинского субстрата часть модулей обтянута капроновой сетью б/у с ячеей 6,5-36 мм. Длина носителей 150 м, оба их конца закреплены якорями. В июне 1987 г. был установлен экспериментальный

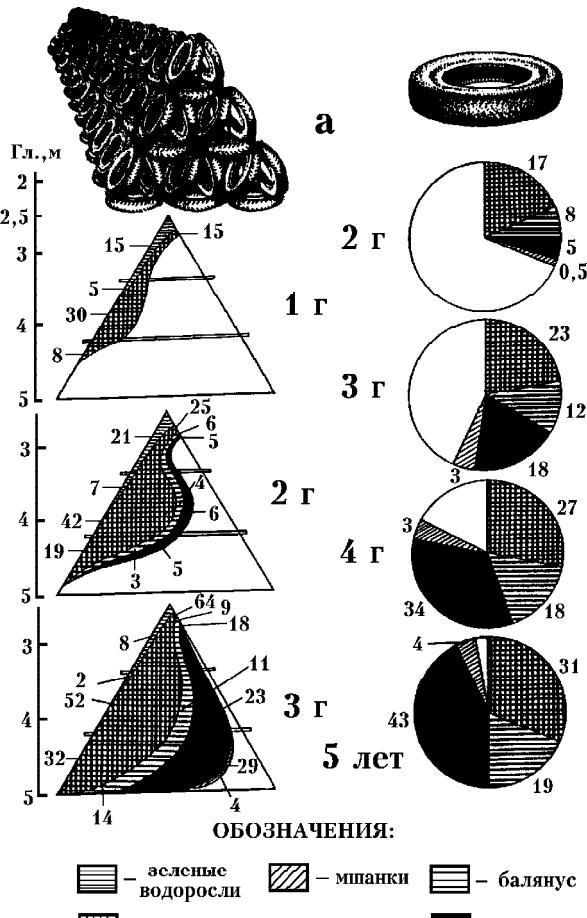
риф сплошного объемного типа (рисунок). Он состоит из шести линейных носителей с модулями — тэтраэдрами (всего 180 шин). Длина рифа — 10 м, ширина основания и высота — около 3 м. Нижний ярус состоит из трех носителей, средний — из двух и верхний — одного. Все модули и носители скреплены между собой капроновыми канатами, риф укреплен якорями и имеет вид треугольной призмы.

Экспериментальные рифы установлены в 200 м от берега на глубине

4,5-5,0 м, объемный риф — в 300 м на глубине 6 м. Наблюдения на рифах за ходом их обрастания гидробионтами проводились ежегодно (весной, летом и осенью) непосредственно под водой с помощью аквалангов.

Плотность обрастания поверхности шин гидробионтами определялась с помощью площадной дециметровой рамки. Начало и ход обрастания рифов первого года мы рассмотрим на примере объемного рифа, остальные рифы линейно-плоскостного типа изучались начиная с двухлетнего "возраста".

В середине июня, спустя 12 дней после постановки рифа объемного типа, поверхность шин слегка была покрыта органическими осадками в виде серого налета, скользкого на ощупь. Этот покров достигал толщины 1-2 мм. В начале сентября на наружных поверхностях шин верхнего яруса, наиболее подверженных инсоляции, появился первый невысокий (1,5-2,0 см) макрофит — зеленые водоросли *Enteromorpha* и красные *Ceramium*, плотностью 5-10 растений на 1 дм<sup>2</sup>.



Распределение гидробионтов на модулях искусственных рифов объемного (а) и линейно-плоскостного (б) типов

появились первые невысокие (1,5-2,0 см) макрофиты — зеленые водоросли *Enteromorpha* и красные *Ceramium*, плотностью 5-10 растений на 1 дм<sup>2</sup>. Численно зеленые водоросли здесь незначительно преобладали над красными. На внутренних и теневых поверхностях шин, а также на шинах среднего и нижнего ярусов (на глубине 4-5 м) водоросли и беспозвоночные отсутствовали до конца наблюдений (ноябрь). С наступлением весны следующего года (апрель) характер обрастаний на рифе после зимовки практически оставался на прежнем уровне. По мере прогревания воды (середина мая) интенсивность обрастания начала заметно увеличиваться. В июле фотическая поверхность шин верхнего яруса на 30% была покрыта зелеными и красными водорослями (рисунок). Высота их достигала 3-4 см при плотности 28-32 ед./дм<sup>2</sup>. На шинах

среднего яруса зеленые водоросли отмечены преимущественно в верхней части, занимая всего лишь 5% площади при плотности 5-8 ед./дм<sup>2</sup> и 2-3 см. На глубине более 3,5 м преобладали красные водоросли. Фотическая поверхность шин среднего яруса была покрыта ими на 30% при средней плотности около 30 ед./дм<sup>2</sup>. На нижнем, наименее освещенном ярусе площадь красных водорослей резко сокращается, достигая 8% от поверхности шин и практически исчезая на глубине более 4,5 м. Плотность их здесь уменьшилась до 5 ед./дм<sup>2</sup>, а размеры не превышали 2 см.

Следует отметить, что на теневых и внутренних поверхностях рифа макрофиты отсутствовали. По всей поверхности рифа, за исключением внутренних полостей шин, относительно равномерно распределялись редкие бляшки усоногих раков (*Balanus*). Их плотность составляла 5-7 ед./дм<sup>2</sup> при размерах 1-1,5 мм в диаметре. Также на поверхности рифа наблюдались и единичные сеголетки мидии *Mytilus galloprovincialis*, размерами 10-13 мм длины раковины.

Весной, на втором году существования рифа, характер обрастаний оставался примерно на уровне осеннего прошлого года, что объясняется минимальной биологической активностью гидробионтов в период зимовки.

В июле, при двухлетнем "возрасте" рифа, обрастания его заметно увеличились. Из водорослей наибольшего развития достигли красные, преимущественно на среднем ярусе (рисунок). Их размеры здесь увеличились до 5,5-6,0 см, а численность на площадь оставалась примерно на уровне прошлого года. К этому времени заметно увеличились в размерах усоногие раки, достигая 4 мм, и мидия — 25-30 мм. Площадь, занимаемая ими, составляла не более 3-6%. Эпизодически на среднем и нижнем ярусах рифа наблюдались небольшие колонии мшанок *Bryozoa*, площадью 80-150 мм<sup>2</sup>. Нижний ярус обрастаниями покрывался в наименьшей степени.

В трехлетнем возрасте объемный риф был более, чем на три четверти, покрыт обрастателями. К этому времени нижний ярус был так же активно освоен гидробионтами. Наружная поверхность его, занятая мидией, составила уже 29%.

Следует отметить, что наружные поверхности шин, расположенные внутри рифа, в 1,5-2,0 раза были меньше покрыты мидией и балянусом, а красные водоросли в небольших количествах присутствовали только на тех участках шин, куда свободно проникал солнечный свет, и преимущественно на верхнем ярусе.

Характер обрастания рифов линейно-плоскостного типа очень схож с таковым объемного рифа, за исключением того, что на линейно-плоскостных отсутствуют зеленые водоросли. Обрастания "трехлетних" шин нижнего яруса рифа объемного типа и шин линейно-плоскостного качественно идентичны, а количественно у последнего они почти на треть меньше из-за отсутствия обрастаний на нижней поверхности, лежащей непосредственно на грунте. Вместе с тем площадь обрастания шин основания объемного рифа почти в 1,5 раза уступала площади обрастания шин линейно-плоскостного рифа и прежде всего за счет слабого развития здесь красных водорослей. По-видимому это связано с более слабой инсолиацией шин основания объемного рифа.

Пятилетний модуль линейно-плоскостного рифа почти полностью покрыт обрастаниями. Площадь, покрытая мидией преимущественно пятилетнего возраста (размером 50 мм), составила 43%.

Следует заметить, что у рифов любого типа наружные площади, свободные от обрастаний, практически на 10-15% больше, чем это представлено на рисунке, так как площади гидробионтов взаимно несколько перекрываются. Так, водоросли, усоногие раки и мшанки

частично поселяются на створках мидии, которые, в свою очередь, также отмечались и среди водорослей. Из приведенных материалов видно, что интенсивность обрастания рифов гидробионтами наиболее высока в первые три года существования. В дальнейшем их полному обрастанию начинает препятствовать ряд биотических факторов. Известно, что наиболее активными обитателями рифов из представителей ихтиофауны являются бычки (*Gobiidae*) [Гроут, Мирошников, 1990]. Подводными наблюдениями установлено, что они объедают с поверхности шин мелких моллюсков, а в преднерестовый период самцы очищают участки шин от водорослей для нерестовых гнезд. Кроме того, гидробионты обрастаний являются объектами питания и ряда других рыб и беспозвоночных (морские собачки *Blenneidae*, креветки *Palaemonidae*, крабы *Brachinotus* и др.).

Вместе с тем изучение шин многолетнего пребывания под водой (более 5-10 лет) свидетельствует о том, что экспериментальные рифы в ближайшие 2-3 года будут полностью покрыты обрастателями, включая и шины, расположенные внутри объемного рифа. Интенсивность нереста бычков при этом не снижается, так как икра успешно откладывается ими на колониях мидии и мшанки.

Модули-тэтраэдры, обтянутые мелкой капроновой делью, в возрасте 2-3 года почти лишены водной растительности, однако беспозвоночные обрастатели активно покрывают их поверхность. Капроновая дель снаружи обрастает красными водорослями и мидией, увеличивая активность рифов как биофильтров и нерестилищ.

Внутренние поверхности многолетних шин также покрыты гидробионтами, однако здесь почти всегда отсутствуют водоросли. Обследование очищенных участков шин многолетнего пребывания под водой свидетельствует о том, что каких-либо существенных разрушений или "выветривания" не наблюдалось. Гидробионты обрастания и бактериальная органическая пленка (детрит) со временем покрывают шину многослойной капсулой, изолируя и предохраняя ее от внешней среды.

Важно отметить, что помимо указанных гидробионтов обрастания, в весенне-летний период с марта по август постоянно присутствуют на рифах и временные обрастатели — кладки икры бычков [Гроут, Мирошников, 1990]. В пик нереста наружные и внутренние поверхности шин, а также площади, занимаемые гидробионтами-обрастателями, до 50 и более процентов покрываются кладками икры бычков.

Таким образом, искусственные рифы любого типа из б/у автошин с первого года своего существования в Азовском море активно обрастают гидробионтами. Основные организмы обрастания представлены мидий, водорослями и усоногими раками. Наиболее активно в первые годы существования рифов (3-4 года) обрастают наружные, наиболее освещенные поверхности шин. У рифов более старшего возраста (более 5-6 лет) обрастатели покрывают и внутренние поверхности. Рифы в возрасте 3-5 лет вступают в наиболее активную стадию своей деятельности как рифы-биофильтры, эффективность которых подлежит изучению в ближайшее время. Исключительно важную роль в Азовском море искусственные рифы выполняют и в качестве нерестилищ для азовских бычков [Гроут, Мирошников, 1990].

## ЛИТЕРАТУРА

- Гроут Г.Г., Мирошников В.С. Особенности экологии гидробионтов на искусственном рифе объемного типа в Азовском море//Сб. научных трудов. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 94-98.
- Гудимович П.К. Состояние промысла бычка в Азовском море//Рыбное хозяйство, 1946. № 8. — С. 16-19.

3. Ковтун И.Ф. Экология и промысел бычка в условиях изменяющегося режима Азовского моря//Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. — Ростов-на-Дону, 1980. — С. 93-164.
4. Костюченко В.А. Биология бычка-кругляка в Азовском море//Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. — Днепропетровск, 1964. — С. 19.
5. Трифонов Г.П. Биология размножения азовских бычков//Труды Карадагской биологической станции, 1955. — Вып. 13. — С. 5-47.
6. Яновский Э.Г., Гроут Г.Г. Искусственные рифы в Обиточном заливе Азовского моря// Сб. научных трудов. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 86-93.

В.И. ВИЖЕВСКИЙ

**ОЦЕНКА КОЛЛЕКТОРОВ  
НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА  
ПРОДУКЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ  
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИДИЙ**

Определены продукционные показатели для мидий, выращиваемых на коллекторе "новой" конструкции в условиях Керченского пролива. Для оценки его "работы" приведен их сравнительный анализ с аналогичными продукционными показателями, полученными на применяемом ранее коллекторе.

В связи с развитием промышленного выращивания мидий на Черном море, наряду с обоснованием районов и масштабов выращивания, большое значение приобретает вопрос выбора оптимальных технических средств для крупномасштабного культивирования моллюсков.

Обычно при оценке результатов культивирования мидий большинство исследователей оперируют только конечной биомассой моллюсков, выращенных на коллекторах [Иванов, 1971; Спичак, 1980; Шепель, 1986; Переладов, 1986]. Безусловно, что это один из показателей при товарном выращивании мидий. Однако существует целый ряд других балансовых величин популяции, выращиваемой на коллекторах, которые более разносторонне характеризуют "работу" коллектора. В этом плане несомненный интерес представляют такие продукционные показатели, как величина продуцируемой на коллекторах биомассы моллюсков (включая продукцию элиминированных особей), удельная (месячная или суточная) скорость продукции, Р/В-коэффициент за год или цикл выращивания, величина элиминации моллюсков на коллекторах за тот или иной период времени.

После длительного периода испытаний в ЮгНИРО был разработан и в 80-х годах внедрен в практику промышленного культивирования серийный коллектор-носитель непрерывного типа Н7-ИКА 128-000 и ряд его модификаций. В течение ряда лет эксплуатации в различных районах Черного моря конструкция зарекомендовала себя в основном с положительной стороны. Несмотря на это, в последние годы в ЮгНИРО была предпринята попытка создать более усовершенствованный коллектор-носитель подобного типа. Одновременно преследовалась такая, несомненно важная цель, как повышение его технологических характеристик и снижение себестоимости. Новый коллектор-носитель (Н7-ИКМ 129.000), не пройдя каких-либо серьезных испытаний в море, был использован в качестве базового варианта для создания в Керченском проливе мидийной плантации. Как следствие, возник закономерный вопрос о его преимуществе перед "старой" конструкцией и о целесообразности его использования в дальнейшем в качестве базового носителя для создания промышленных мидийных плантаций. Все это вызвало много споров, к сожалению, не подкрепленных какими-либо экспериментальными дан-

ными. В связи с чем несомненный интерес в сравнительном плане будут представлять продукционные показатели, полученные нами в ходе эксплуатации "новой" и "старой" конструкций коллектора-носителя непрерывного типа. Подобные расчеты для "старой" конструкции были сделаны в 90-е годы, при ее эксплуатации в Керченском проливе [Золотницкий, Вижевский, 1987] и в оз. Донузлав [Вижевский, 1994]. Аналогичные расчеты были сделаны и для "новой" конструкции, в сезон культивирования 1996-1997 гг., поскольку здесь мы имели дело с одной генерацией мидий. В ходе проводимых исследований было принято, что анализируемая группа мидий на коллекторах оседания весенней генерации 1996 г. представляет собой отдельную когорту моллюсков. Исходя из этого была рассчитана продукция ( $P$ ),  $P/B$ -коэффициент и удельная продукция ( $C_v$ ) для отдельных периодов времени. Во всех случаях продукцию определяли методом Бойсен-Ненсена, по формуле:

$$P = B_{t+1} - B_t + B_e,$$

где  $B$  и  $B_{t+1}$  — биомасса мидий на 1 м коллектора за время от  $t$  до  $t+1$ ;  $B_e$  — биомасса элиминированных особей.

$B_e$  рассчитывалась по формуле:

$$B_e = 1/2(W_1 + W_2)(N_1 - N_2),$$

где  $W_1$ ,  $N_1$  — средняя масса (г) и численность (экз./м) в начале анализируемого периода;  $W_2$ ,  $N_2$  — то же в конце анализируемого периода.

Полученные результаты подтвердили ранее выявленные общие закономерности. Так, в частности, величина продукции мидий на коллекторах в течение года заметно изменялась и зависела от сезона. Наиболее высоких величин продукция моллюсков достигала в весенний и осенний периоды, а также в отдельные летние месяцы, при наиболее благоприятных значениях таких факторов среды, как температура воды, кормовая база и пр., предопределявших оптимальное состояние моллюсков.

На "новой" конструкции коллектора величина среднесуточной продукции составляла в среднем 19,2 гм/сут., за полуторагодичный период культивирования — 9,3 кг/м, конечная биомасса мидий — 5,6 кг/м; на "старой" конструкции в Керченском проливе, соответственно: 28,4 гм/сут., 14 кг/м, 9,9 кг/м; на оз. Донузлав: 164,7 гм/сут., 41,05 кг/м и 16,7 кг/м.

Удельная скорость продукции мидий на коллекторах значительно менялась в зависимости от времени года и колебалась от 0,08 в начале до 0,008 в конце цикла культивирования. Поэтому в сравнительном плане более показателен  $P/B$ -коэффициент, рассчитанный за цикл культивирования. Для "нового" коллектора его величина составляла — 2,34; для "старого" в Керченском проливе — 3,03, в оз. Донузлав — 3,73.

Величина элиминации мидий на "новом" коллекторе равнялась в среднем — 27%, на "старом" в Керченском проливе — 17,8%, в оз. Донузлав — 70,8%, что связано с высокой общей продукцией моллюсков на коллекторах в этом районе.

Таким образом, основываясь на приведенном выше сравнительном анализе продукционных показателей и принимая во внимание техническое состояние мидийной плантации после трех лет ее эксплуатации, можно утверждать, что коллектор-носитель марки Н7-ИКА 128.000 намного предпочтительней для выращивания мидий в промышленных масштабах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вижевский В.И. Культивирование мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lum.) на оз. Донузлав//Гидробиологический журнал, 1989. №4. — С. 41-47.

2. Вижевский В.И. Продукция и элиминация мидий, культивируемых в оз. Донузлав// Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 1994. Т. 40. — С. 103-105.
3. Золотницкий А.П., Вижевский В.И. Рост и продукция мидий Керченского пролива// В сб.: Биология и культивирование моллюсков. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 80-87.
4. Иванов А.И. Предварительные результаты работ по культурному выращиванию мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lum.) в Керченском проливе и некоторых районах Черного моря//Океанология, 1971. № 11. Вып. 5. — С. 889-899.
5. Переладов М.В., Заграницкий С.В., Хвацкий Н.В. Опыт промышленного выращивания мидий у южных берегов Крыма//Probleme de Maricultura. — Constanta, 1986. — С. — 49-56.
6. Спичак С.К. Биологические аспекты выращивания мидий в Азовском море//Гидробиологический журнал, 1980. Т. 16. № 2. — С. 47-53.
7. Шепель Н.А. Биологические основы культивирования съедобной мидии в Южном Приморье//Биология моря, 1986. № 4. — С. 14-20.

Л.В. ИЗЕРГИН, Э.Г. ЯНОВСКИЙ (АзЮгНИРО)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РИФОВ-БИОФИЛЬТРОВ В АЗОВСКОМ БАССЕЙНЕ

Дан исторический обзор развития мирового рифостроения.

Рассмотрены известные конструкции рифов-биофильтров и определены признаки для формирования необходимых биоценозов.

Приводится анализ результатов исследований в области создания искусственных рифов-биофильтров в Азовском море.

Строительство искусственных рифов (ИР) с рыбохозяйственными целями наиболее широко развито в Японии, США, Тайване и Австралии. В последние годы это направление начинает развиваться также в ряде других стран.

Мировое первенство в технологии ИР держит Япония, имеющая многовековые традиции их строительства и эксплуатации. Значительные исследования по использованию ИР для повышения продуктивности прибрежной зоны моря проводились в начале 50-х годов, когда правительство Японии приняло решение субсидировать эти работы. Вскоре после определившейся тенденции к установлению 200-мильных экономических зон, опираясь на крупномасштабное строительство искусственных рифов в прибрежной части шельфа. В настоящее время ежегодный объем дотаций государства на работы с рифами составляет около 100 млн. долларов, и проводятся они более чем в 100 районах моря. Налаженная индустрия производства искусственных рифов разных конструкций и размеров базируется на использовании в качестве основного сырья как отходов производства (угольная зола электростанций), так и современных строительных материалов (бетон, стеклопластик).

Строительство ИР в Японии приняло характер государственной политики, включающей принятие соответствующих планов, целевое финансирование и проведение дорогостоящих комплексных исследований с участием государственных и частных предприятий. Сейчас в Японии ведутся исследовательские работы по закладке сверхкрупных искусственных рифов, соответствующих по габаритам природным рифовым образованиям.

В Соединенных Штатах Америки массовое строительство искусственных рифов, которое шло по пути использования дешевых материалов (отходы промышленности, строительства и транспорта) и широкого привлечения добровольной рабочей силы, приходится на начало XX века. Основной упор был сделан на рекреационное использование построенных ИР для любительского рыболовства и подводной охоты. Растущие требования к эксплуатации природных ресурсов, интерес к использованию ИР в промысловых целях, но в то же время недостаточ-

ные знания принципов и техники их сооружения побудили местные и федеральные власти в начале 60-х годов начать научные исследования в этой области. Результаты показали явное увеличение популяций рыб и беспозвоночных. Заслуживает внимания тот факт, что сооружение ИР не снижает запасы рыб вокруг естественных рифов, даже если те, и другие находятся в непосредственной близости. Кроме вышеперечисленных материалов большой популярностью для постройки рифов в США пользуются изношенные шины автомобилей. Они имеются в изобилии во всех районах страны, легко транспортируются, дешевы и долговечны. Шины собирают в блоки различных форм и веса. Перспективным материалом для создания ИР в последнее время считают блоки из продуктов сгорания каменного угля на тепловых электростанциях. Испытания показали долговечность материала и его пригодность с точки зрения воздействия на окружающую среду. Не менее перспективным материалом для создания ИР являются прекратившие работу нефтяные и газовые платформы.

В последние годы Соединенные Штаты Америки проявляют активный интерес к японской технологии промышленного производства рифовых модулей. Сделаны первые шаги в изготовлении рифов из бетона, специально для этого подбранной формы.

В настоящее время в США, в развитие закона об улучшении национального рыболовства, разработан национальный план создания искусственных рифов, который представляет собой результат работы большой группы представителей правительственные учреждений, рыбаков, ученых. Начал работу Национальный центр по развитию ИР.

В СССР работы по ИР находились в стадии научных разработок. Но уже сейчас, благодаря полученным надежным результатам, определились основные аспекты использования искусственных рифов как одного из направлений марикультуры.

Применение искусственных рифов с формирующими на их основе локальными экосистемами для биологической очистки морских вод особенно актуально в период нарастающего антропогенного воздействия.

На Азовском бассейне исследования по применению ИР впервые были начаты АзЮГНИРО с 1984 г. по распоряжению и субсидированию Совета Министров СССР. В 1989 г. исследования были включены в Государственный проект "РИФ", стоящий в одном ряду с проектом "КОСМОС".

Поскольку под ИР вообще и ИР-биофильтрами, в частности, понимают техногенные сооружения, меняющие природную обстановку в месте их размещения в море, от их размеров, конфигурации и других составляющих конструкции будет зависеть характеристика возникающего биотопа.

Рассмотрены известные конструкции рифов-биофильтров, для них определены конструктивные признаки, с помощью которых формируется необходимый биоценоз. Принимая во внимание качественный состав загрязнений, включающий в себя вещества, удельный вес которых по отношению к морской воде различен, выявлено преимущество донного варианта построения ИР-биофильтра.

Наиболее известны искусственные рифы-биофильтры [Королев и др., 1987], построенные путем соединения эластических камер торOIDальной формы, расположенных последовательно во взаимно-перпендикулярных плоскостях. Такая конструкция дает возможность рационально использовать круглую форму и кольцеобразное строение камер для создания из них минимального количества объемных конструкций, что обеспечивает дополнительное место для обрастателей. Биотоп, образованный из рифов-биофильтров такой конструкции, можно использовать на

различных грунтах и в условиях с повышенной активностью подводных течений, поскольку он обладает сравнительно небольшим весом и достаточно высокой "прозрачностью".

Известны конструкции в виде решеток-блоков, изготовленных из бетона или отходов шлаков, имеющих пространственную конфигурацию и обеспечивающих тем самым хорошие условия для существования моллюсков, растений и других гидробионтов, участвующих в доочистке воды.

Сравнение двух последних конструкций показывает большую технологичность первой. Этот параметр при анализе элементов рифа имеет большое значение в связи с масштабностью эксперимента по созданию биотопа. Компромиссной формой по отношению к названным конструкциям является вариант, предложенный как риф для обитания водных организмов, представляющий собой куб из перфорированных труб, перегородки которых выполнены в виде спиралей [Маркевич, 1987].

Все названные выше конструкции обладают большим или меньшим рядом положительных отличительных признаков и предназначены для установки на дне. В то же время известно, что большое количество загрязнителей находится в верхних горизонтах и на поверхности воды. В связи с этим значительный интерес представляют собой конструкции рифов-биофильтров, устанавливаемые в мезопелагиали и работающие по доочистке приповерхностных и поверхностных вод.

Ранее была обнаружена прямая пропорциональность между массой обросшего камня и средней массой населяющих его организмов. Такая установленная связь представляет несомненный интерес и должна быть проверена в условиях, приближенных к экстремальным [Костылев, Кирилюк, 1987]. На локальность некоторых эффектов, связанных с самоочищением воды на ИР-биофильтрах, указывается в другой работе [Губанов и др., 1987], где вводится понятие "малые акватории". Северное Приазовье отличается тем, что основные источники загрязнения акватории достаточно обособлены. В таких условиях хорошие результаты достигаются строительством рифов в виде насыпей из бетона, гранита и т.д., когда верхняя часть рифа находится в 1,5-2,0 м от поверхности. Таким образом, конструкция рифа создавала условия, при которых 95-98% культур, выделенных из его зоны, обладали очищающей способностью.

Идентификация условий по характеру грунтов и глубин установки ИР-биофильтров позволила определить отличительные положительные признаки в архитектуре рифостроения и схеме установки рифов. Получены положительные результаты при установке "линейно-плоскостных рифов" в шахматном порядке.

Искусственные рифы в месте их размещения влияют на все виды биотических связей, начиная от первичной продукции и заканчивая высшими звенями трофической цепи. Как носители субстрата, искусственные рифы повышают роль всех видов обрастания в экосистеме. Возрастание продукции в целом во многом определяется обрастающими организмами и их внутренними связями.

Сообщества гидробионтов, которые формируются на искусственных рифах, оказывают прямое влияние на гидрохимические свойства воды и донных осадков путем утилизации и выделения органических и минеральных соединений азота и фосфора, кислорода, фильтрации воды, биоседиментации взвеси, накопления различных веществ и передачи их по пищевым цепям и т.д. При существенном изъятии речного стока и соответственного сокращения поступления в море биогенных веществ, роль искусственных рифов определенно возрастает. Они могут стать одним из основных источников некоторых биогенных веществ в конкретных прибрежных зонах моря.

В течение ряда лет в Северо-Западном Приазовье изучались структурно-функциональные параметры растительных сообществ на двух типах искусственных рифов: "объемном" и "линейно-плоскостного типа". Анализ исследований показывает, что гидротехнические сооружения типа искусственных рифов, расположенные на участках побережья с дефицитом твердого субстрата, способствуют увеличению обилия водорослей, что в свою очередь обеспечивает дыхание, питание и укрытие для многих гидробионтов.

Кроме того, исследованиями других ученых достоверно отмечено, что с увеличением обилия макрофитов возрастает значение явления сапроптизации кишечной группы эпифитных бактерий, что представляет одну из важнейших составляющих процесса очищения вод [Еременко, Миничева, 1987].

Проблема очистки прибрежной акватории от загрязнения и эвтрофикации стоит в настоящее время очень остро для целого ряда районов моря. Нам представляется, что одним из путей ее решения является выставление в загрязненных районах мидийных носителей, которые будут профильтровывать воду, утилизируя дополнительную первичную продукцию и загрязняющие вещества. Однако при этом надо учитывать уровень солености акватории, при котором происходит нерест мидии и оседание мидийного шпата. Использование мидийных установок в качестве биофильтров значительно более эффективно, чем создание поселений мидий на гидротехнических сооружениях с шероховатой поверхностью. Биомасса мидий в несколько раз больше, чем на искусственных донных банках, следовательно, во столько же раз более интенсивно протекают процессы фильтрации и очистки воды. Мидийные установки позволяют периодически изымать нарастающую биомассу и тем самым избегать вторичного загрязнения. В зависимости от характера загрязняющих веществ мидии, после соответствующей очистки, могут быть использованы на пищевые, кормовые и технические цели [Переладов, Заграницкий, 1987].

Отмечено, что некоторые моллюски способны вырабатывать системы детоксикации. Показательной также является реакция водорослей на нефть и ее низкомолекулярные ароматические компоненты, заключающаяся в стимуляции фотосинтеза при низких концентрациях и ингибировании при высоких. Известна способность некоторых растений накапливать токсины в количествах, намного превышающих их фоновые значения.

Обобщая известный материал в области конструкций рифов-биофильтров (большинство из них разработано в целях закрепления на них фильтраторов моллюсков), можно говорить о высокой универсальности конструкций. Выбор же той или иной конструкции и ее модернизация должны производиться в зависимости от нескольких факторов:

- глубины акватории и характера распределения токсикантов;
- рельефа дна;
- масштабов строительства рифового сооружения и преобладающих процессов очищения.

Полученные достоверные результаты научных исследований уже сгодня позволяют приступить к широкомасштабным работам по сооружению искусственных рифов в Азовском море. АзЮГНИРО разработал проект сооружения искусственного рифового пояса в Бердянском заливе, способного существенно улучшить экологическое состояние залива и повысить его биологическую продуктивность. Но на сегодняшний день проблема финансового обеспечения таких проектов является камнем преткновения на пути их внедрения в бассейне Азовского моря.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов В.В. Возможности использования искусственных рифов в повышении потенциала самоочищения морской среды от бактериального загрязнения//Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 102-103.
2. Еременко Т.И., Миничева Г.Г. Обогащение растительности морских акваторий методом искусственных рифов//Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 81-83.
3. Королев А.Н. Применение искусственных рифов для мелиорации прибрежных вод Балтийского моря//Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 58-60.
4. Костылев Э.Ф., Кирилюк М.М. Использование искусственных рифов для доочистки сточных вод в прибрежной зоне моря//Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 39-40.
5. Маркевич А.И. Рыбы искусственных рифов в заливе Петра Великого Японского моря// Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 92-93.
6. Переладов М.В., Загорничный С.В. Носители для выращивания мидий — вариант полифункционального искусственного рифа: опыт эксплуатации и перспективы применения//Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. — М., 1987. — С. 63-66.

М.А. ПИНЧУКОВ, В.В. ТИМОФЕЕВ

## КРАТКИЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО ПРОМЫСЛОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

Исследования ЮгНИРО промысловых и перспективных в промысловом отношении беспозвоночных в Индийском океане за последние 35 лет позволили изучить их видовой состав, географическое распространение, пространственную и внутривидовую структуру, жизненный цикл и состояние сырьевых ресурсов.

Полученные результаты позволяют рекомендовать рыбной промышленности наиболее перспективные районы и объекты добычи.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследования промысловых беспозвоночных в Индоокеанском бассейне ЮгНИРО осуществляется с 1961 г. Степень их изученности для различных районов неодинакова и определяется промысловой значимостью. Наиболее пристальное внимание уделялось объектам районов интенсивного отечественного рыболовства, в первую очередь Аденского залива и Мозамбикского пролива. Менее детально изучались беспозвоночные южной части Красного моря, прибрежных вод Индии и Сомали, океанических вод в районах банок Сая-де-Малья и ЗИХ, а также пелагиали океана в целом. Лишь эпизодически удавалось обследовать воды у побережий Кении, Танзании и в районах ЦИХ и ВИХ.

Исследования проводились в соответствии с гидробиологическими методиками, разработанными в системе НИИ Минрыбхоза СССР (в том числе в ЮгНИРО) и АН СССР и Украины. В отдельных случаях методология видоизменялась в соответствии с конкретной спецификой поставленных задач.

Работы осуществлялись в тесном творческом сотрудничестве с ППО "Югрыб поиск", ИнБЮМ АН Украины, а также Центром морских наук (Йемен, Аден) и Институтом рыболовства и рыбоводства (Мозамбик, Мапуту).

Ниже кратко изложены основные результаты изучения наиболее массовых промысловых и перспективных для промысла ракообразных и головоногих моллюсков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

#### Ракообразные

К настоящему времени составлено достаточно полное представление о видовом составе крупных ракообразных западной части Индийского океана. Описаны 1 новый вид омара и 5 новых видов креветок [Буруковский, Аверин, 1976; Тимофеев, 1993; 1997; Burukovsky, Averin, 1977], уточнены границы ареалов ряда видов лангустов и креветок [Аверин,

1969; 1972; Аверин, Кондрицкий, 1975; Тимофеев, 1997; Ivanov, Averin, 1979; Timofejev, in press], а также выявлены особенности их биологии и специфики добычи [Макаров, Аверин, 1968; Кондрицкий, 1971; 1975; Аверин, 1975; Аверин, Сороколит, 1975; Асеев, 1989].

В водах Йемена — в Аденском заливе и у о. Сокотра — глубоководный комплекс креветок представлен 31 видом, относящимся к 14 родам и 5 семействам. Более половины видов принадлежат сем. *Penaeidae* и *Pandalidae*.

В таксономическом распределении глубоководных креветок в Аденском заливе заметно некоторое последовательное географическое изменение: с 17 видов в западной части их количество постепенно снижается до 13 в восточной. Наибольшее видовое разнообразие характерно для склонов о. Сокотра — 21 вид.

В первом районе среди глубоководных креветок преобладают виды-эндемики Красного моря и широкорасселенные индовестпацифические виды, у о. Сокотра — эндемики северо-западной части океана. Эти особенности подтверждают мнение ряда зоогеографов о том, что залив является экотоном, переходной полосой между Красноморской и Восточно-Африканской провинциями.

Вертикальное распределение креветок отчетливо стратифицировано (рис. 1). Максимум численности красноморских видов и видов-эндемиков приходится на диапазон глубин 400-600 м. Доля индоокеанских видов с глубиной уменьшается более чем в 2 раза. При этом количество широко распространенных видов заметно возрастает. Это хорошо согласуется с общей тенденцией вертикального распределения таксоцена креветок Мирового океана.

По результатам учетных траловых съемок ЮГНИРО, осуществленных в 1987-91 гг., запас глубоководных ракообразных в водах Йемена устойчиво держится на одном уровне: для лангуста (*Puerulus sewelli*) он составляет 2 тыс. т, для креветок — 2,2 тыс. т.

В водах Мозамбика зарегистрировано 133 вида креветок, относящихся к 64 родам и 14 семействам. Наиболее богаты видами сем. *Penaeidae*, *Paleomonidae* и *Alpheidae*. В глубоководном комплексе креветок самыми массовыми являются 14 видов, 10 из которых относятся к промысловым. Вертикальное распределение массовых видов (рис. 2) весьма сходно с таковым в водах Йемена. Здесь индоокеанские виды также тяготеют к верхним участкам материкового склона с глубинами 300-500 м, индовестпацифические обитают в широком диапазоне глубин — 300-800 м, а космополиты наиболее характерны для горизонтов ниже 500-600 м.

Оценка запаса промысловых видов креветок Мозамбика неоднократно осуществлялась специалистами СССР и ГДР в середине 80-х годов и носила осторожный характер. Полученная величина была небольшой и варьировалась в узких пределах — 3,7-4,9 тыс. т. Однако по данным последней учетной траловой съемки ЮГНИРО, осуществленной в 1988 г., запас объекта определен в значительно большем объеме: для мелководных креветок он составил 15 тыс. т, для глубоководных — 5 тыс. т.

### Каракатицы

Исследования каракатиц проводились, главным образом, в северо-западной части океана, где изучались их видовой состав, пространственная и внутривидовая структура, жизненный цикл и возможности рациональной добычи [Хоменко, 1973; 1975; 1980; 1983; Хоменко, Хромов, 1984; Пинчуков, Аль-Бахсани, 1987; Кухарев и др., 1993].

В водах Аденского залива и Аравийского моря зарегистрировано 10 видов каракатиц, принадлежащих 2 родам и 1 семейству. Из них наибольшей массостью выделяется фараонова каракатица — *Sepia*

*pharaonis* — интенсивно добываемая у берегов Йемена и Индии. Доля остальных видов (в первую очередь *S. prashadi* и *S. stellifera*) в уловах невелика.

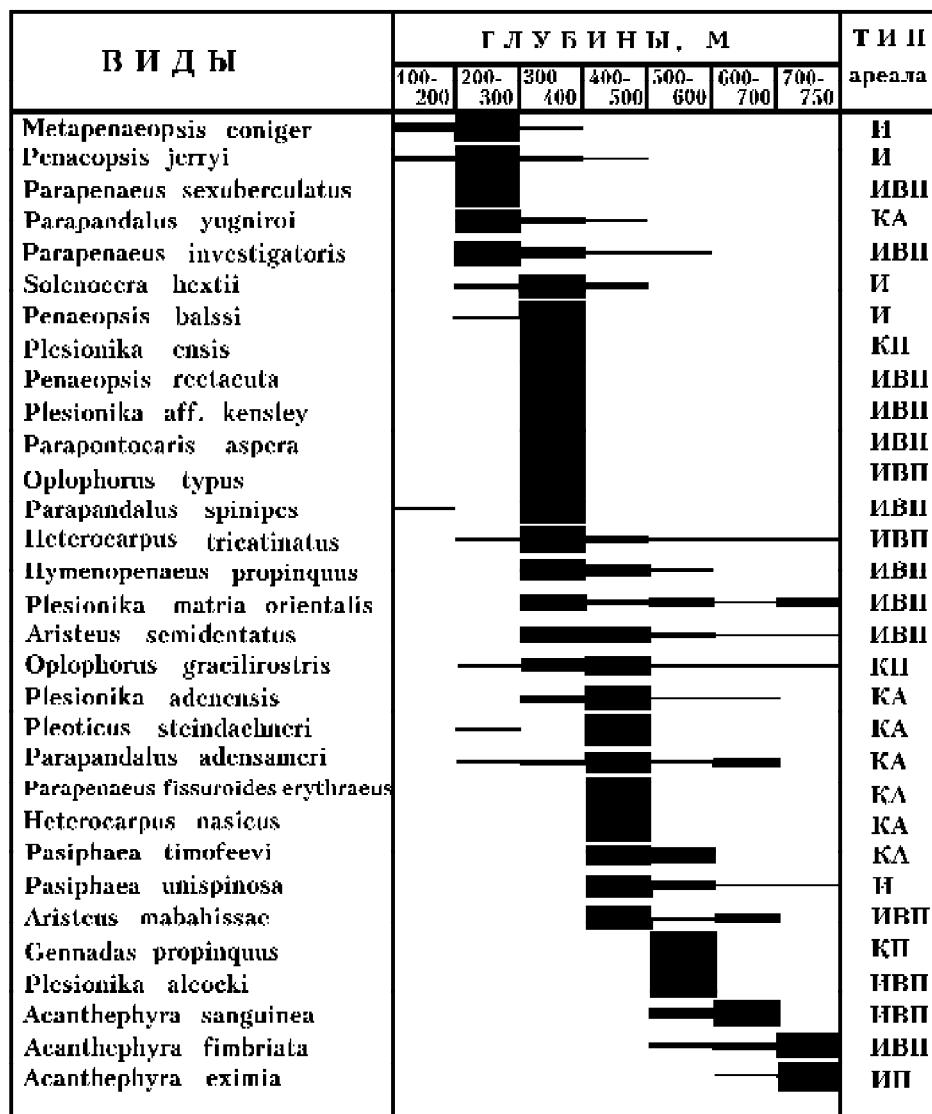


Рис. 1. Батиметрическое распределение глубоководных креветок в водах Йемена:

(сокращения: КА — эндемики Красного моря и Аденского залива; И — виды, обитающие в Индийском океане и прилегающих морях; ИВП — индовостпацифические виды; КП — космополиты)

Наиболее детально изучена фараонова каракатица Аденского залива. Здесь на северном шельфе выделены 3 субизолята: Западный — между Баб-эль-Мандебским проливом и м. Кальб; Восточный — между м. Кальб и м. Фартак; Оманский — в заливе Камп. Основные различия субизолятов выражены в размерной структуре их населения, темпах созревания и сроках нереста.

Внутривидовая структура фараоновой каракатицы характеризуется наличием скороспелой и позднеспелой группировок, особи которых

живут 6 и 12-18 месяцев соответственно, достигая в Восточном субизоляте в среднем размеров 11 и 25-36 см, массы — 0,16 и 1,0-2,6 кг.

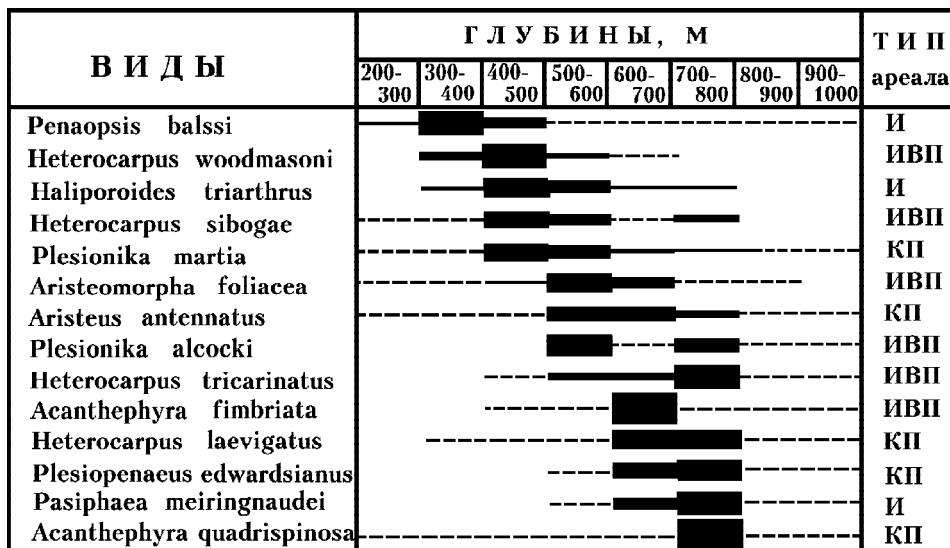


Рис. 2. Батиметрическое распределение массовых глубоководных видов креветок в водах Мозамбика (сокращения см. на рис. 1)

Нерест позднеспелой группировки Восточного субизолята протекает с осени по весну с пиками интенсивности в сентябре, январе и марте. Особи осенней генерации составляют основу промыслового запаса вида. Размножение и откладка икры на дно происходит на прибрежном мелководье с глубинами 2-6 (10) м. Период развития икры зависит от температуры воды и длится 30-50 суток. Выклонувшиеся мальки мигрируют на внешнюю часть шельфа и ниже, до глубины около 200 м. Здесь ранняя молодь активно питается мелкими ракообразными и личинками рыб. Весной неполовозрелые каракатицы размерами 15-20 см перемещаются вверх по шельфу и в начале лета на глубинах 60-100 м формируют нагульные скопления, пригодные для тралового облова. Главной пищей в этот период им служат крабы-плавунцы и молодь донных рыб. С развитием Аравийского апвеллинга в летние месяцы холодные воды постепенно вытесняют каракатицу на прогретое мелководье, где в августе происходит массовое спаривание, а в сентябре — нерест. Основу нерестующей части населения составляют особи длиной 25-30 см, массой 0,6-1,0 кг.

Абсолютные месячные линейные приrostы особей позднеспелой группировки постепенно увеличиваются от 0,86 до 2,6 см в возрасте 1-4 месяца и, затем, постепенно уменьшаются от 2,5 до 1,8 см в возрасте 5-18 месяцев (табл. 1).

Весовые приросты в течение жизни каракатиц постоянно возрастают.

Продукция фараоновой каракатицы исключительно высока (табл. 2), что определяет возможность большой интенсивности ее промысла.

Донный траловый промысел фараоновой каракатицы на северном шельфе Аденского залива ведется с июня по ноябрь с перерывом в сентябре. По данным учетных траловых съемок ЮГНИРО в 1982-1990 гг. запас объекта здесь варьировал в широких пределах: 5,4-22,0 тыс. т. Согласно производственным особенностям вида (удельная суточная продукция близка к 0,01, см. табл. 2) ОДУ может составить величину равную 50% запаса. При этом, однако, по требованию министерства рыбных богатств Йемена, ВДУ не должен превышать 25% учтенной биомассы.

Таблица 1

**Абсолютные линейные и весовые приrostы позднеспелой формы  
фараоновой каракатицы Восточного субизолята в Аденском заливе  
согласно уравнению линейного роста Берталанфи**

Возраст (t), месяцы	Ср. длина мантии (L), см	Абсолютные линейные приросты		Средняя масса особи (W), кг	Абсолютные приросты массы	
		см/ месяц	см/ сутки		г/ месяц	г/ сутки
1	0,86	0,86	0,03	0,0003	0,3	0,01
2	2,0	1,14	0,04	0,0025	2,2	0,07
3	3,8	1,8	0,06	0,0112	8,5	0,28
4	6,4	2,6	0,09	0,04	29	0,95
5	8,9	2,5	0,08	0,089	49	1,61
6	11,3	2,4	0,08	0,158	69	2,27
7	13,7	2,4	0,08	0,251	93	3,06
8	16	2,3	0,08	0,364	113	3,72
9	18,3	2,3	0,08	0,502	138	4,54
10	20,5	2,2	0,07	0,658	156	5,13
11	22,6	2,1	0,07	0,834	176	5,72
12	24,7	2,1	0,07	1,033	199	6,55
13	26,8	2,1	0,07	1,257	224	7,37
14	28,8	2,0	0,07	1,494	237	7,8
15	30,7	1,9	0,06	1,742	248	8,16
16	32,6	1,9	0,06	2,012	270	8,88
17	34,5	1,9	0,06	2,306	294	9,67
18	36,3	1,8	0,06	2,606	300	9,87

Таблица 2

**Продукционные характеристики позднеспелой формы фараоновой каракатицы Восточного субизолята в Аденском заливе, полученные для выборки в 100 экз. на основе кривой выживания в мае 1988 года**

Возраст, месяцы	Численность, %	Биомасса возрастной группы, кг	Месячная продукция группы, кг	Месячная удельная продукция группы	Суточная удельная продукция группы
1	16,57	0,005	0,005	1,000	0,0329
2	15,5	0,039	0,034	0,872	0,0287
3	13,88	0,153	0,118	0,771	0,0254
4	11,7	0,468	0,339	0,724	0,0238
5	9,78	0,87	0,479	0,551	0,0181
6	7,9	1,248	0,545	0,437	0,0144
7	6,57	1,649	0,611	0,371	0,0122
8	5,26	1,915	0,594	0,310	0,0102
9	4,08	2,048	0,563	0,275	0,0090
10	3,09	2,033	0,482	0,237	0,0078
11	2,28	1,902	0,401	0,211	0,0069
12	1,58	1,632	0,314	0,192	0,0063
13	1,00	1,257	0,224	0,178	0,0059
14	0,56	0,837	0,133	0,159	0,0052
15	0,24	0,418	0,060	0,144	0,0047
16	0,01	0,020	0,003	0,150	0,0049
M				0,297	0,0098
E	100	16,494	4,905		

### Кальмары

В исследовании индоокеанской тектонической фауны основное внимание уделено изучению видового состава, географического распространения, особенностей горизонтального и вертикального распределения [Корзун и др., 1979; Пинчуков, 1979; 1980; 1983; 1984; 1985; 1986; 1989; Пинчуков, Корзун, 1980; Архипкин и др., 1983; Корзун, 1983; 1992; Корзун, Садков, 1983; Нигматуллин и др., 1983; Корзун, Алексеев, 1991; Троценко, Пинчуков, 1994; Pinchukov, Makarova, 1984; Trotsenko, Pinchukov, 1994], а также выявлению ресурсов и определению методов промыслового освоения массовых форм [Самышев, Пинчуков, 1979; Пинчуков, 1989; Корзун и др., 1992; Будниченко и др., 1993; Pinchukov, 1994].

Эгопсидные кальмары в Индийском океане представлены не менее чем 94 видами, принадлежащими 54 родам и 20 семействам. Наибольшим видовым разнообразием отличается сем. *Enoploteuthidae* — 16 видов. 10 видов принадлежит сем. *Histioteuthidae* и по 8 видов — сем. *Onychoteuthidae* и *Mastigoteuthidae*. Остальные семейства насчитывают по 1-4 вида. Кальмары сем. *Batoteuthidae*, *Gouiniteuthidae* и *Promachoteuthidae* в Индийском океане неизвестны.

Большинство видов — 63 — являются широко распространенными, они известны также в Тихом и Атлантическом океанах. Чисто индоокеанских видов насчитывается только 5: *Enigmoteuthis dubia* (Красное море), *Abrolia renschi*, *A. steindachneri*, *Mastigoteuthis glaukopis* и *Leachia* sp. c.

Тепловодные виды в количественном отношении значительно преобладают над холодноводными — 67 против 27. В умеренных и высоких широтах, в сравнении с низкими, отмечено отсутствие поверхностного комплекса видов и обеднение среднеглубинного. При этом в холодных водах первый и второй комплексы замещены эврибатными видами среднеглубинного и глубоководного комплексов.

Объектом ближайших промысловых перспектив является тропический пелагический пурпурный кальмар — *Stenoteuthis oualaniensis*. Он характеризуется широким распространением (площадь ареала в Индийском океане в течение года варьирует в пределах 25,7-34,2 млн. км<sup>2</sup>), сложной внутривидовой структурой (известно 3-5 группировок), огромной плодовитостью (от нескольких сот тысяч до одного миллиона и более яиц), коротким жизненным циклом (6-12 месяцев), высокими темпами роста и крупными размерами (достигают длины 69 см, массы — 10 кг) и, как следствие, большим запасом (только часть населения, учитывая ночные у поверхности воды, для разных сезонов составляет от 1,9 до 2,7 млн. т).

Естественные скопления пурпурного кальмара привержены к крупномасштабным зонам подъема богатых биогенами глубинных вод. Наиболее плотные концентрации его обнаружены в Аравийском море. Здесь, к северу от северного тропического фронта ( $15^{\circ}$  с. ш.) за пределами 200-мильных экономических зон, на площади в 0,53 млн. км<sup>2</sup>, запас объекта в слое 0-100 м, по данным учетных траловых съемок ЮГНИРО, летом 1989 г. оценен в  $0,95 \pm 0,1$  млн. т, зимой 1990 г. — в  $1,48 \pm 0,27$  млн. т. При этом ОДУ кальмаров крупноразмерной поздненеспелой группировки здесь в скоплениях промысловой плотности определен равным 0,05 млн. т.

Эксперименты ЮГНИРО по облову пурпурного кальмара в Аравийском море позволили получить принципиальное доказательство возможности организации здесь специализированного высокорентабельного промысла. Установлено, что судно типа СРТМ, оснащенное 12 автоматизированными кальмароловными удами (разработчик — Клайпедский филиал НПО промрыболовства), на скоплениях объекта способно за-

ночь вылавливать 5-6 т, за сутки — до 9 т. С учетом погодных условий и особенностей биологии кальмара, добыча его может быть наиболее эффективной в октябре-апреле.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционно основными районами отечественной добычи ракообразных и головоногих моллюсков в Индийском океане до недавнего времени являлись Аденский залив и Мозамбикский пролив. Наряду с этим результаты рыбохозяйственных исследований ЮгНИРО позволяют надеяться на включение в их число в перспективе северной части Аравийского моря, для которой получено принципиальное доказательство возможности организации здесь современного рыболовства на базе значительных сырьевых ресурсов пелагического пурпурного кальмара. Помимо этого в сферу промысловых интересов Украины целесообразно вовлечение массовых беспозвоночных прибрежных вод Западного Индостана, где возможна успешная добыча каракатицы и глубоководного лангуста, склонов банки Сая-де-Малья, где в последние годы запас глубоководного лангуста восстанавливается после его интенсивной добычи в 70-х годах, а также склонов банок ЗИХ ("102", "150" и "251"), где ловушечный промысел крупного скального лангуста может быть высокорентабельным.

Рациональное использование запасов приведенных здесь беспозвоночных позволит добывающему флоту Украины иметь в Индийском океане достаточно высокий и устойчивый их улов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверин Б.С. Лангуст у юго-западного побережья Индостана//В сб.: Всесоюзн. конфер. мол. уч. — Мурманск: ПИНРО, 1969. — С. 57-62.
2. Аверин Б.С. Новая находка лангуста *Projasus parkeri* (*Decapoda, Palinuridae*)// Зоологический журнал, 1972. Т. 51. Вып. 6. — С. 918-919.
3. Аверин Б.С. К методике поиска промысловых скоплений глубоководных лангустов// Тр. ВНИРО: Сыревые ресурсы Инд. ок., их освоение и использ. — М.: ВНИРО, 1975. Т. 36. — С. 136-138.
4. Аверин Б.С., Кондрицкий А.В. О систематическом положении восточно-африканского лангуста *Palinurus gilchristi* Stebb. (*Decapoda, Palinuridae*)//Зоологический журнал, 1975. Т. 54. Вып. 8. — С. 138-141.
5. Аверин Б.С., Сороколит Л.К. Особенности биологии и промысла лангуста//Тр. ВНИРО: Сыревые ресурсы Инд. ок., их освоение и использ. — М.: ВНИРО, 1975. Т. 36. — С. 138-141.
6. Архипкин А.И., Зуев Г.В., Несис К.Н., Нигматуллин Ч.М., Пинчуков М.А., Цымбал М.А., Шевцов Г.А. Распределение и основные черты биологии кальмара *Thysanoteuthis rhombus*//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 130-131.
7. Асеев Ю.П. Креветки//В кн.: Биологические ресурсы Индийского океана. — М.: Наука, 1989. — С. 201-208.
8. Будниченко В.А., Троценко Б.Г., Кухарев Н.Н., Пинчуков М.А. Сыревые ресурсы экономзоны Индостана и возможности ведения промысла крупно-тоннажным флотом Украины//В сб.: Осн. рез-ты компл. иссл. ЮгНИРО в Азово-Черном. басс. и Мир. ок. — Керчь: ЮгНИРО, 1993. — С. 99-103.
9. Буруковский Р.Н., Аверин Б.С. *Bellator grobovi* gen. et. sp. n. — новый представитель семейства *Nephropidae* (*Decapoda, Crustacea*) из района острова Херд в субантарктике//Зоологический журнал, 1976. Т. 55. Вып. 2. — С. 296-301.
10. Кондрицкий А.В. Характер промысла и распределение лангуста в зимний период в западной части Индийского океана//Рыбн. хоз-во, 1971. № 6. — С. 9-10.
11. Кондрицкий А.В. Распределение биомассы зообентоса в северо-западной части Индийского океана//Океанология, 1975. Т. XV. Вып. 1. — С. 137-139.
12. Корзун Ю.В. О таксономическом положении кальмаров рода *Doryteuthis* западной части Индийского океана//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 98-99.
13. Корзун Ю.В. Обнаружение кальмара *Loligo edulis* Hoyle, 1885 в юго-западной части Индийского океана//Экология моря. — Киев: Наукова думка, 1992. — С. 66-68.

14. Корзун Ю.В., Алексеев Д.О. Систематическое положение кальмара *Loligo singhalensis* (*Cephalopoda, Loliginidae*)//Зоологический журнал, 1991. Т. 70. Вып. 4. — С. 23-27.
15. Корзун Ю.В., Вайтекус И.П., Романов А.В. Нетрадиционный способ добычи кальмаров в Индийском океане//Рыбн. хоз-во, 1992. № 1. — С. 25.
16. Корзун Ю.В., Несис К.Н., Нигматуллин Ч.М., Остапенко А.А., Пинчуков М.А. Новые данные о распространении кальмаров семейства *Ommastrephidae* в Мировом океане//Океанология, 1979. № 4. — С. 707-711.
17. Корзун Ю.В., Садков А.М. О биологии кальмара *Todarodes angolensis* Adam (*Ommastrephidae*) в юго-западной части Индийского океана//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 125-126.
18. Кухарев Н.Н., Ребик С.Т., Пинчуков М.А., Исаенок Л.А. Морские ресурсы Йеменской республики и перспективы лицензионного промысла//В сб.: Основные рез-ты компл. иссл. ЮГНИРО в Азово-Черномор. бас. и Мир. ок. — Керчь: ЮГНИРО, 1993. — С. 108-113.
19. Макаров Ю.Н., Аверин Б.С. О количественном распределении зообентоса вод Мозамбикского пролива//Океанология, 1968. № 6. — С. 1074-1076.
20. Нигматуллин Ч.М., Щетинников А.С., Базанов С.Н., Пинчуков М.А. Питание кальмара *Stenoteuthis oualaniensis* в Индийском океане и Красном море//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 111-113.
21. Пинчуков М.А. Тектоника юго-восточной части Индийского океана//Тр. ВНИРО. Т. 139 а. — М.: ВНИРО, 1979. — С. 70-80.
22. Пинчуков М.А. О биологии, структуре и величине популяции кальмара *Doryteuthis singhalensis* (Ortmann) из района банки Сая-де-Малья//Тр. ВНИРО: Результаты океанич. иссл. АзЧерНИРО в Инд. океане. — М.: ВНИРО, 1980. — С. 64-72.
23. Пинчуков М.А. Пространственная разобщенность внутривидовых группировок кальмара *Stenoteuthis oualaniensis* (Lesson)//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 91-92.
24. Пинчуков М.А. Вертикальное распределение кальмара *Sthenoteuthis oualaniensis* (*Cephalopoda, Ommastrephidae*) в восточной части Индийского океана//В сб.: Пром. ресурсы крупн. хищн. рыб пелаг. откры. вод Инд. ок. — М.: ВНИРО, 1984. — С. 96-102.
25. Пинчуков М.А. Результаты исследований АзЧерНИРО ресурсов эпипелагических кальмаров в Индийском океане и проблемы промыслового освоения//В сб.: Дальнейшее развитие промысла в откры. район. Мир. ок. — М.: ЦНИИТЭИРХ, МРХ СССР, 1985. — С. 91-94.
26. Пинчуков М.А. Фауна головоногих моллюсков поднятий дна умеренной зоны Индийского океана по данным исследований АзЧерНИРО//В сб. ВНИРО: Сырьевые ресурсы подн. откры. части Инд. ок. — М.: ВНИРО, 1986. — С. 114-122.
27. Пинчуков М.А. Океанические кальмары//В кн.: Биол. рес. Инд. ок., — М.: Наука, 1989. — С. 184-194.
28. Пинчуков М.А., Аль-Бахсани С.С. Предварительные данные о возрасте, пространственной структуре и динамике промысла фараоновой каракатицы на шельфе НДРИ//Сб.: Результаты научных исследований морских ресурсов НДРИ. — Аден: ЦМНИР, 1987. — С. 1-7. (На арабском языке).
29. Пинчуков М.А., Корзун Ю.В. О находках представителя рода *Nototodarus* (*Cephalopoda: Ommastrephidae*) в западной части Индийского океана//Труды 4-й конфер. мол. учен. — М.: ВИНИТИ, 1979. — С. 144-146.
30. Самышев Э.З., Пинчуков М.А. К экспертной оценке перспектив промысла головоногих моллюсков//Э. И., 1979. Сер. 1. Вып. 12. — С. 9-12.
31. Тимофеев В.В. Новые виды креветок из Аденского залива//Зоологический журнал, 1993. Т. 72. Вып. 9. — С. 37-46.
32. Тимофеев В.В. Новые обнаружения креветок рода *Pasiphaea* (*Crustacea, Decapoda, Pasiphaeidae*) с описанием *Pasiphaea arabica* sp. n. из западной части Индийского океана//Зоологический журнал, 1997. Т. 76. № 2. — С. 142-146.
33. Троценко Б.Г., Пинчуков М.А. Особенности мезомасштабного распределения пурпурного кальмара *Stenoteuthis oualaniensis* в зависимости от структуры верхнего квазиоднородного слоя в западной части Индийского океана//Океанология, 1994. Т. 34. № 3. — С. 417-423.
34. Хоменко Л.П. Каракатицы — перспективный объект промысла//Рыбное хозяйство, 1973. — С. 13-14.
35. Хоменко Л.П. Некоторые данные по биологии и распределению *Sepia pharaonis* и *S. brevimana* (сем. *Sepiidae*) у западного побережья Индии//Тр. ВНИРО: Сырьевые ресурсы Инд. ок., их осв. и использ. — М.: ВНИРО, 1975. Т. 36. — С. 141-147.

36. Хоменко Л.П. Видовой состав, биология, распределение и перспективы промысла каракатиц у западного побережья Индии//Тр. ВНИРО: Результаты океанич. иссл. АзЧерНИРО в Инд. ок. — М.: ВНИРО, 1980. — С. 73-81.
37. Хоменко Л.П. Распределение головоногих моллюсков у западного побережья Индостана//В сб.: Систематика и экология головоногих моллюсков. — Л.: ЗИН АН СССР, 1983. — С. 86.
38. Хоменко Л.П. Каракатицы//В кн.: Биологические ресурсы Инд. ок. — М.: Наука, 1989. — С. 195-201.
39. Хоменко Л.П., Хромов Д.Н. Новый вид рода *Sepia* (*Cephalopoda, Sepiidae*) из Аравийского моря//Зоологический журнал, 1984. Т. 63. Вып. 8. — С. 1150-1158.
40. Burukovsky R.N., Averin B.S. A replacement name *Thymopides*, proposed for the preoccupied generic name *Bellator* (*Decapoda, Nephropidae*)//Crustaceana, 1977. Vol. 32. Part 2. — P. 216.
41. Ivanov B.G., Averin B.S. Investigation of commercially important invertebrates//In.: Western Indian Ocean fisheries resources survey. FAO/UNDP/USSR/Cooperative Project. FAO Indian Programme, Devel. Rep. No 46, IOFC/Dev./79/46 (IOFC:X/8/79/Int.10). — Rome, 1979. — Pp. 112-121.
42. Pinchukov M.A. Arabian purple-back squid — a promising target for oceanic fisheries// Biogeoch. Proces. in the Arab. Sea. MHI UNAS, 1994. — P. 200.
43. Pinchukov M.A., Makarova L.M. Feeding and helminth fauna of the demersal squid *Doryteuthis singhalensis* in the western part of the Indian Ocean//Malacological Review, 1984. Vol. 17. — P. 130.
44. Timofeyev V.V. Description of the immature rock lobster of the genus *Panulirus* White, 1947 (*Crustacea, Decapoda, Palinuridae*) from the Gulf of Aden//Arthropoda Selecta, in press.
45. Timofeyev V.V., Korzun Yu.V. Finding of South African deep water lobster *Palinustus unicornutus* Berry, 1979 (*Crustacea, Decapoda, Palinuridae*) in the waters of Kenya//Arthropoda Selecta, in press.
46. Trotsenko B.G., Pinchukov M.A. Distribution of squid *Oualaniensis* depending on the structure of upper mixed layer in the western Indian Ocean//Biogeoch. Proces. in the Arab. Sea. MHI UNAS, 1994. — Pp. 203-204.

Н.Н. КУХАРЕВ, А.С. ПИОТРОВСКИЙ,  
И.Г. ТИМОХИН, Н.А. ИВАНИН

## ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЛУБОКОВОДНОГО ПРОМЫСЛА РЫБ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

Выполнен краткий обзор истории и современного состояния глубоководного промысла рыб в Индийском океане на основе данных ЮгНИРО, ВНИРО и ППП "Югрыбпоиск", материалов ФАО, АНТКОМ, электронной энциклопедии FishBase 98. Под глубоководным промыслом в работе понимается промысел на глубинах более 200 м, которые заняты, по Н.В. Парину, батиальными, талассобатиальными и мезопелагическими группировками (ихтиоценами) рыб. С 1952 г. в мезопелагалии Индийского океана на глубинах 200-400 м суда-ярусоловы Японии, Тайваня, Южной Кореи и др. ведут промысел большеглазого и длинноперого тунца. Советские промысловые суда с 1967 до 1991 г. работали в батиали и талассобатиали в районе хребта Кергелен, на банках Обь и Лена на скоплениях серой нототении (*Lepidonotothen squamifrons*), мраморной нототении (*Notothenia rossi*), патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*), полосатой (щуковидной) белокровки (*Champsoscephalus gunnari*) при поддержке научных экспедиций АзЧерНИРО (теперь ЮгНИРО) и Управления "Югрыбпромразведка" (ППП "Югрыбпоиск"). С 1992 г. основным объектом лова в этом районе стал клыкач, в 1997-1998 расщепленном году его регулируемый промысел вели Франция, ЮАР и Австралия — в своих экономзонах, Украина — в зоне Франции (о. Кергелен), Испания и Уругвай — на банках Обь и Лена. За период с 1971 по 1996 г. всеми странами в индоокеанском секторе Антарктики добыто 950 тыс. т нототеноидных рыб, в т. ч. щуковидной белокровки 344, мраморной нототении 324, сквамы 187, клыкача 44, прочих рыб 21 тыс. т. Интенсивно развивается нерегулируемый и нелегальный (браконьерский) промысел клыкача. В 1971-1972 гг. экспедиции ЮгНИРО и ППП "Югрыбпоиск" обнаружили на материковом склоне Южной Африки на глубинах 800-1100 м промысловые скопления бугристого солнечника — аллоцита *Allocyttus verrucosus* (Gilchrist) биомассой около 400 тыс. т, а на материковом склоне Южной Аравии на глубинах 200-400 м — промысловые скопления мелкой масляной рыбы (*Psenopsis sualea*) биомассой до 135 тыс. т. Проведен экспериментальный облов скоплений, промысел не был организован. В 1978 г. советские экспедиции на новых судах-супертраулерах РТМС "Героевка" и "Новоукраинка" на банках Западно-Индийского хребта (ЗИХ) обнаружили промысловые скопления берикса (*Beryx splendens*) и крупной масляной рыбы-шедофа (*Schedophilus sp. cf. ovalis*), гипероглифа (*Hyperoglyphe antarctica*), красноглазки (*Emmelichthys nitidus*), рыбакабана (*Pseudopentaceros richardsoni*) и эпигонусов (*Epigonus angustifrons* и *E. telescopus*). За период с 1980 по 1997 гг. на банках ЗИХ выловлено 31 тыс. т рыбы, преимущественно берикса и красноглазки. С начала 90-х годов на банках ЗИХ ведут промысел донными ярусами португальские суда под флагом ЮАР или Мозамбика. Вероятно, промысел ориентирован на полиприонов (*Polyprion oxygeneios* и *P. americanus*, сем. *Polyprionidae*). С 1989 г. Австралия ведет промысел хоплостета в районе Тасмании, ее вылов

за 1989-1996 г. — 6,9 тыс. т. В 1996 г. в индоокеанском секторе Антарктики вылов всех стран составил 4676 т, на банках ЗИХа — 3480 т, вылов хоплостета — 357 т, всего — 8513 т, это менее 0,1% общего вылова в Индийском океане (1996 г. — 7883202 т). В ближайшем десятилетии, учитывая вероятный мировой дефицит рыбопродуктов, вполне возможно увеличение интенсивности глубоководного промысла, в первую очередь в талассобатиали Индоокеанского сектора Антарктики и умеренной зоны.

Для населения, обитающего на индоокеанском побережье, глубоководный промысел никогда не был актуален. Вся история рыболовства в Индийском океане и в примыкающей к нему западной части Тихого океана для Indo-Малайского региона, как самого густонаселенного региона планеты, связана прежде всего с использованием ресурсов узкой прибрежной зоны — сублиторали и литорали, которые отличаются здесь высокой биопродуктивностью. Доступность морских гидробионтов прибрежной зоны (верхней кромки шельфа) сыграла, по-видимому, решающую роль в расселении человека вдоль береговой черты этого региона.

И в настоящее время для прибрежного населения 32 индоокеанских государств, которые (кроме Австралии и ЮАР) являются развивающимися странами, промысел в сублиторали и литорали стал важнейшим, а для населения островных государств — не только таковым, но часто и вполне достаточным источником белковой пищи, занятости и доходов.

Индоокеанские государства, которые довольно интенсивно используют биоресурсы узкой прибрежной зоны при помощи многочисленного малотоннажного флота, вплоть до 80-х годов не проявляли интереса к биоресурсам глубоководья, т. к. ранее не имели возможности, а такие страны, как ЮАР, Австралия и Франция (заморские территории), не имели необходимости осуществлять глубоководный промысел или проводить рыбохозяйственные исследования за пределами шельфа.

Освоение ресурсов глубоководья возможно только силами индустриального промысла, требует больших затрат на единицу вылова по сравнению с затратами на шельфе, нуждается в предварительных и сопутствующих исследованиях. До начала 50-х гг. нашего века исследования ихтиофауны мезо- и батипелагиали (как, впрочем, и эпипелагиали) Индийского океана носили в основном фаунистический характер и осуществлялись только развитыми странами (в т. ч. экспедиции на судах "Витязь", "Обь", "Лена", СССР). Первые предположения о перспективах промысла на больших глубинах Мирового океана высказал Т.С. Расс в 1959 г. Тогда же К. Хаббс указал на важность исследований глубоководных поднятий дна [Расс, 1959; Hubbs, 1959, цит. по Шербачеву и др., 1989]. Интерес к промысловому использованию ресурсов батипелагиали и талассобатиали, а затем и мезопелагиали Мирового океана начал развиваться в мире с середины 70-х гг., после введения прибрежными государствами экономзон, в акватории которых ранее добывалось не менее 95% мирового улова.

Целью работы является краткий обзор истории и современного состояния глубоководного промысла рыб в Индийском океане. В работе использовались данные ЮгНИРО, ВНИРО и ППП "Югрыбпоиск", материалы ФАО, АНТКОМ, электронной энциклопедии FishBase 98. Под глубоководным промыслом в данной работе понимается промысел на глубинах более 200 м, которые заняты, по Н.В. Парину [1981] батиальными, талассобатиальными и мезопелагическими группировками (ихтиоценами) рыб. К объектам глубоководного промысла отнесены виды рыб, отмеченные в уловах на глубинах более 200 м в мезопелагиали, на материковом склоне и подводных возвышенностях Индийского океана, в том числе виды, которые упоминаются в работе Ю.Н. Щербачева и др. [1989] в качестве талассобатиальных видов.

Таким образом, в число объектов глубоководного промысла входят как постоянные обитатели батиали и мезопелагиали, так и те виды рыб, которые распределяются и в сублиторали, и в батиали (зауриды, восточная скумбрия, большеглазый и длинноперый тунцы и др.) постоянно или в ходе циркадных миграций. Следует отметить, что для отдельных видов, которые распределяются и вылавливаются в широком диапазоне глубин (большеглазый и длинноперый тунцы, зауриды, восточная скумбрия) возможна только экспертная оценка их уловов в глубоководной зоне.

### **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЛУБОКОВОДНОГО ПРОМЫСЛА РЫБ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ**

Началом использования глубоководных биоресурсов Индийского океана по-видимому следует считать индустриальный ярусный промысел тунцов в открытых водах над большими глубинами, в ходе которого 15-25% от общего улова тунцов добывается в мезопелагиали при постановке сдвоенных и строенных корзин. Наибольшую долю уловов составляют большеглазый и длинноперый тунцы, которые вылавливаются на глубинах 200-400 м. По данным ФАО [1980] впервые к индустриальному ярусному тунцовому промыслу в Индийском океане приступила Япония в 1952 г. Японские суда-ярусоловы начали осваивать ресурсы тунцов Индийского океана с его восточной части. В 1954 г. к ним присоединились ярусные тунцеловы Тайваня, в 1963 г. — суда СССР (тунобаза "Красный Луч" с тунботами), в 1966 г. — Южной Кореи. В 1966 г. в АзЧерНИРО был разработан и внедрен в промысловую практику глубоководный ярус из строенных корзин, предназначенный для облова большеглазого тунца на глубинах до 400 м [Будниченко и др., 1997]. Тунцовый промысел достиг значительного развития в 80-90-е гг. В 1952 г. вылов индустриального ярусного тунцового промысла составил 8,8 тыс. т, в 1993 г. достиг максимума — 287,4 тыс. т., из них в 1952 не менее 1 и в 1993 не менее 43 тыс. т тунца поймано в мезопелагиали [Anon., 1997, с].

В середине 60-х годов Министерство рыбного хозяйства СССР приступило к изучению и промысловому освоению рыбных ресурсов батипелагиали и талассобатиали Индийского океана. Исторически сложилось так, что эти работы начались практически одновременно в двух крупных регионах Индийского океана — в его западной части и в индоокеанском секторе Антарктики, а позже — в талассобатиали умеренной зоны Индийского океана. В 60-80-е гг. СССР был бесспорным лидером в отношении организации экспедиционных рыбохозяйственных исследований и экспедиционного промысла в бассейне Индийского океана. Еще в 1961 г. Советский Союз начал широкомасштабные исследования шельфовой зоны северной части Индийского океана, а с 1963 г. — крупнотоннажный траловый промысел в этом регионе [Будниченко и др., 1997]. В первую очередь осваивалась шельфовая зона северо-западной части океана. О масштабах советских исследований свидетельствует тот факт, что за период с 1961 по 1970 г. в западной части Индийского океана работали 62 научно-исследовательские и поисковые экспедиции [Травин, Соловьев, 1974], но в батиали и талассобатиали этого региона вплоть до 1971 г. выполнялись лишь эпизодические траления. В 1966 г. промысловое судно РТМ-Т "Евпатория", валовая регистровая вместимость — (GRT) — 2400 т, выполнило несколько донных тралений на хребте Меррея на глубинах выше 300 м (устное сообщение Е.М. Дмитренко). Сведений о составе улова нет.

Н.П. Новиков [1974], проанализировав материалы эпизодических тралений в батиали и талассобатиали северной части Индийского океана,

которые выполнялись в советских научно-исследовательских экспедициях в 1966-1971 гг., отметил наличие довольно высоких концентраций зеленоглазки (сем. *Chlorophthalmidae*), южной красноглазки (сем. *Emmelichthyidae*), низкотелого берикса (сем. *Berycidae*), манарской трески (сем. *Moridae*) на материковом склоне северной части океана.

### **История промысла в батиали и талассобатиали индоокеанского сектора Антарктики**

Первое в истории Индийского океана целенаправленное промысловое освоение рыбных ресурсов батиали и талассобатиали началось в 1968 г. с его субантарктической зоны. Оно было целиком и полностью основано на результатах советских научно-исследовательских и поисковых рыбохозяйственных экспедиций, организованных АзЧерНИРО (теперь — ЮгНИРО) и Управлением “Югрыбпромразведка” (теперь ППП “Югрыбпоиск”). Как указывают Б.С. Соловьев [Промописание.., 1973], В.Л. Спиридовон и др. [Промописание.., 1981], изучение этих ресурсов субантарктической зоны началось в 1967 г., когда советская научно-исследовательская экспедиция на СРТМ (средний рыболовный траулер) “Аэлита” (GRT — 600) впервые обследовала глубоководную зону в районе хребта Кергелен и банок Обь и Лена на глубинах от 150 до 520 м. Экспедиция отметила высокую численность нототениевых и белокровных рыб в обоих районах, в том числе серой нототении (*Lepidonotothen squamifrons*), мраморной нототении (*Notothenia rossi*), патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*), полосатой (щуковидной) белокровки (*Champscephalus gunnari*).

В 1968 г. СРТМ “Аэлита” в районе островов Кергелен обнаружила промысловые скопления серой нототении. В 1968-1969 гг. советское промысловое судно ППР “Ван-Гог” (GRT — 5000) в течение одного месяца вело промысел серой нототении в диапазоне глубин 230-280 м. Общий вылов составил 767 т. В последующие годы советские экспедиции продолжали обследовать батиаль и талассобатиаль хребта Кергелен, включая островной склон о. Херд (Австралия), банки этого хребта, а также банки Обь и Лена.

В начале 1970 г. научно-исследовательское судно (НПС) БМРТ “Скиф” (GRT — 3000) в районе островов Кергелен на глубинах 180-300 м обнаружило промысловые концентрации мраморной нототении [Промописание.., 1973]. В конце 1970 г. в этом районе начался советский экспедиционный траловый промысел нототениевых рыб. Уже к концу 1971 г. на промысле работало до 30 траулеров с GRT от 2600 до 5000 т, затем к ним присоединились польские суда примерно тех же параметров. По данным АНТКОМ [Anon., 1996], наибольший вылов в этом районе был получен в 1971-1972 расщепленном году и составил 219552 т. В уловах преобладала мраморная нототения (48%), щуковидная белокровка (24%) и серая нототения (24%). В 1972/1973 г. вылов снизился до 32685 т, а в 1976-1977 г. — до 10866 т. Но в 1977-1978 г., перед введением Францией экономзоны, вылов в районе островов Кергелен вырос до 151503 т.

В 1978 г. Франция ввела запрет на лов мраморной нототении, и промысел в этом районе, теперь уже на лицензионной основе, начал базироваться на щуковидной белокровке и серой нототении. С 1974-1975 по 1990-1991 г. в уловах преобладала щуковидная белокровка, в последующие годы основным объектом лова стал клыкач [Anon, 1996; FAO, 1991; 1992; 1998] (табл. 1).

В 1977 г. на банке Щучья и других банках хребта Кергелен начался интенсивный советский промысел щуковидной белокровки. В 1978 г. он был прекращен в связи с введением Францией, а затем и Австралией

экономзон. В 1987 г. советско-австралийская экспедиция обнаружила промысловые скопления щуковидной белокровки в районе о. Херд на глубинах 180-220 м, но промысел ее не был организован [Промописание.., 1992].

Таблица 1

**Ежегодный\* вылов рыб в индоокеанском секторе Антарктики (FAO, 1989, FAO, 1998)**

Виды	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Итого:
Dissostichus eleginoides	146	6685	458	3178	1046	1686	1067	1944	8760	2700	5139	5649	4655	43113
Notothenia rossi	794	1741	793	480	21	245	155	287	0	2	0	0	0	4518
Notothenia squamifrons	3995	7421	2523	2565	5341	5213	2712	673	4	0	0	0	15	30462
Trematomus spp.	0	0	0	0	0	0	148	0	0	0	0	0	0	148
Pleuragramma antarcticum	0	955	692	28	66	47	0	0	0	0	0	0	0	1799
Champscephalus gunnari	7127	8532	16802	3646	1975	23934	565	13283	57	0	12	3936	5	79874
Channichthys rhinoceratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Rajiformes	17	4	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	24
Прочие	611	18	0	22	0	47	2	0	10	14	0	81	0	805
Всего:	12690	25367	21268	9919	8449	31172	4649	16187	8832	2716	5153	9666	4676	160744

\* Приведены данные по расщепленным годам; например, 1984 г. - это период с 01.07.1983 по 30.06.1984 г.

С 1971 г. НПС "Скиф" вел поисковые и опытно-промышленные работы на банках Обь и Лена. В конце 1973 г. НПС "Скиф" обнаружил промысловые скопления серой нототении на банке Обь на глубинах 230-270 м. В 1974 г. началось промысловое использование ресурсов талассобатиалий банок Обь и Лена (табл. 2). В ежегодных научных экспедициях уточнялись биологические и промысловые показатели скоплений серой нототении, проводились опытно-промышленные работы [Промописание.., 1981]. С 1978 г. в районе банок на промысле серой нототении начали работать крупнотоннажные траулеры валовой вместимостью от 2600 до 5000 GRT. В дальнейшем здесь эпизодически работало от 1 до 6 траулеров на глубинах от 220 до 400 м. В уловах встречались единичные экземпляры мраморной нототении и кликача, скоплений этих рыб не было обнаружено. В 1991 г. советский промысел был прекращен. Всего за период с 1974 по 1991 г. на банках Обь и Лена советским флотом выловлено 34161 т рыбы (табл. 2).

Таблица 2

**Ежегодный\* вылов серой нототении на банках Обь и Лена в 1974-1991 годах (данные ЮгНИРО)**

1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Всего:
281	325	0	733	1490	546	4246	2625	87	322	21405	413	9640	1315	4549	3653	1531	1000	34161

\* Приведены данные по расщепленным годам; например, 1974 год - расщепленный 1973-1974 год.

В первой половине 80-х гг. на мировом рынке рыболовных товаров начал развиваться интерес к продукции из патагонского кликача и на нее установились довольно высокие цены. В связи с этим с 1984 г. в районе островов Кергелен начался специализированный траловый, а позднее — ярусный промысел кликача на глубинах 350-500 м, который вели советские, а позднее и французские суда. В те годы Кергелен был основным районом лова кликача в индоокеанском секторе Антарктики. В 1984-1985 г. вылов кликача, по данным АНТКОМ [Anon., 1997, б], составил 6677 т, но в последующие годы снизился в 2-5 раз. Лишь в 1992 г. вылов кликача вновь резко возрос (см. табл. 1).

По данным ФАО [1998], за период с 1971 по 1996 г. всеми странами в индоокеанском секторе Антарктики было добыто 950 тыс. т нототеноидных рыб, в т. ч. 344 тыс. т щуковидной белокровки, 324 мраморной нототении, 187 сквамы, 44 клыкача и 21 тыс. т прочих рыб. Исследовательские и поисковые экспедиции ЮгНИРО и ППП "Югрыбпойск" работали в индоокеанском секторе Антарктики ежегодно с 1967 по 1990 г., что позволяло планировать промысел и прогнозировать его результаты, оптимально распределять промысловые суда по районам лова.

Советские рыбохозяйственные исследования и последующее развитие интенсивного промысла рыб батиали и талассобатиали индоокеанского и других секторов Антарктики в корне изменили представление о рыбопродуктивности вод этого региона.

Видовое разнообразие здесь невелико, но несколько видов-планктофагов имеют высокую численность (и биомассу), которая базируется на высокой продуктивности пелагиали за счет интенсивного развития мезо- и макроzoопланктона [Любимова, Шуст, 1987].

### **История промысла в батиали и талассобатиали западной части Индийского океана**

В 1971 г. ЮгНИРО и ППП "Югрыбпойск" (СССР) впервые организовали планомерные и целенаправленные рыбохозяйственные исследования ресурсов батиали и талассобатиали тропической и умеренной зоны, начиная с Аравийского моря. Научно-исследовательская экспедиция на НИС "Наука" (тип судна — "Тропик", GRT — 2400) обследовала верхнюю часть материкового склона у побережья Омана и Индии до глубин 350-500 м. Как отмечали В.А. Будниченко и др. [1997], в то время предполагалось, что сезонные муссонные апвеллинги региона обеспечивают высокую биологическую продуктивность не только литорали, но и батиали. Однако это предположение не подтвердилось.

В ходе дальнейших исследований материкового склона Южной Аравии, полуостровов Индостан, Сомали и подводных возвышенностей центральной части Аравийского моря не удалось обнаружить значительных скоплений рыб, пригодных для организации крупномасштабного тралового промысла [Новиков, 1974].

К середине 70-х гг. было установлено, что в северной части Индийского океана на материковом склоне Южной Аравии на глубинах 200-400 м существуют довольно плотные скопления мелкой масляной рыбы (*Psenopsis cyanea*). Как показали учетные траловые съемки, выполненные в 80-е годы, промысловый запас масляной рыбы находится на уровне 135 тыс. т, на ее скоплениях возможна организация тралового промысла. В результате кратковременного экспериментального промысла судно типа РТМ-Т (GRT — 2400) выловило 400 т масляной рыбы. Уловы составляли 15-20 т за час траления. Но промысел не был организован из-за недостаточно высокой цены на эту рыбу [Кухарев, 1985].

В 1973-1975 гг. советские рыбохозяйственные экспедиции на НИС "Фиолент" (тип судна — "Атлантик", GRT — 2600) обследовали материковый склон Южной Африки на глубинах от 500 до 1700 м. В 1973 г. на южной и юго-восточной части материкового склона отмели Агульяс на глубинах 800-1100 м были обнаружены промысловые скопления бугристого солнечника — аллоцита *Allocyttus verrucosus*. Для промыслового освоения был рекомендован участок площадью 2 тыс. кв. миль, биомасса солнечника на нем была определена методом прямого учета и составила около 400 тыс. т. Средний улов промыслового судна (GRT — 5000) в ходе экспериментального промысла составил 42 т за

сутки лова [Мельников и др., 1981; Мельников, 1983]. Промысел солнечника не получил развития в связи с введением ЮАР в 1977 г. рыболовной зоны.

#### **История промысла в талассобатиали умеренной зоны Индийского океана**

Как указывают В.А. Будниченко и др. [1997], положительные результаты глубоководных исследований у Южной Африки послужили предпосылкой для исследований промыслового потенциала талассобатиали умеренной зоны Индийского океана. С 1975 по 1979 г. ЮгНИРО и ПГПП “Югрыбопоиск” на экспедиционных судах типа “Атлантик” и “Тропик” осуществляли планомерное изучение биоресурсов и поиск промысловых скоплений рыб на изолированных поднятиях и подводных хребтах открытых вод Индийского океана в акватории между 20 и 40° ю.ш. Были обследованы Мадагаскарский, Мозамбикский, Маскаренский, Западно-Австралийский, Западно-Индийский и другие хребты [Новиков и др., 1979; Мельников, 1983], положено начало изучению видового состава рыб, населяющих талассобатиали и перспективных для промысла. Скоплений, доступных для освоения имевшимися на тот период промысловыми судами, не было обнаружено. Однако следует отметить, что гидроакустическое и траловое оборудование, которым были оснащены советские поисковые и промысловые суда в те годы, не позволяло получить полного представления о биоресурсах больших глубин.

В 1978-1980 гг., когда советские рыбохозяйственные организации получили новые поисковые и промысловые суда-супертраулеры (тип — РТМС, ГРТ — 3000), оснащенные высокочувствительной поисковой аппаратурой, современными тралами, приборами спутниковой навигации, и способные выполнять траления со скоростью 5-6 узлов, эффективность рыбохозяйственного изучения, а впоследствии и использования ресурсов талассобатиали значительно повысилась.

В 1980 г. поисковые РТМС “Героевка” и “Новоукраинка” в районе Западно-Индийского хребта (ЗИХ) над вершинной поверхностью глубоководных банок (“415”, “480” и др.) обнаружили промысловые скопления берикса (*Beryx splendens*), крупной масляной рыбы-шедофа (*Schedophilus ovalis*) и красноглазки (*Emmelichthys nitidus*), а на их склонах и банках с вершинами, расположенными на глубинах более 500 м, были отмечены скопления масляной рыбы-гипероглифа (*Hyperoglyphe antarctica*), рыбы-кабана (*Pseudopentaceros richardsoni*), эпигонусов (*Epigonus angustifrons* и *E. telescopus*) и крупного берикса (*B. splendens*) [Будниченко и др., 1997].

В 1980 г. на банках ЗИХ начали работать советские промысловые суда, их уловы достигали 60 т на судо-сутки лова. На промысле одновременно находились до 5 судов. В 1980 г. общий вылов в этом районе превысил 6 тыс. т при среднем улове на судо-сутки лова 23,9 т (табл. 3). Основу уловов составляли красноглазки (*Emmelichthys nitidus* и *Plagiogeneion* spp.) (59% общего вылова) и масляная рыба-шедоф (30%). На берикса, ставриду (*Trachurus longimanus*) и др. рыб пришлось всего 11% от общего вылова [Иванин и др., 1996]. В 1981 г. общий вылов уменьшился до 5,2 тыс. т. В уловах преобладал берикс (48%), на масляных рыб пришлось 20%, остальные 32% составили красноглазковые, ставрида и др. рыбы. Средний улов резко снизился и был равен 10,2 т на судо-сутки лова. В последующие годы общие уловы и среднесуточные нагрузки еще более упали, и с 1984 по 1992 г. регулярного промысла не было (табл. 3).

Таблица 3

**Динамика и видовой состав уловов (т) на банках ЗИХа  
в 1980-1997 году (данные ЮГНИРО)**

Виды	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Берикс	20	2524	921	852	57	-	-	-	2	36	10	-	-	314	462	1534	1607	3079
Красноглазка	3552	375	268	356	40	-	-	-	807	56	-	-	-	468	551	227	437	28
Масляная рыба	1831	1047	80	255	-	-	-	-	608	114	-	-	-	828	301	732	488	254
Кабан	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	40	54	17
Эпигонус	63	80	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	18	-	14	53
Ставрида	381	255	50	45	-	-	-	-	312	26	-	-	-	127	-	-	-	-
Проние	793	976	546	75	29	96	-	-	55	32	-	-	-	32	100	384	49	42
Всего:	6029	5240	1945	1604	126	96	-	1472	550	36	-	-	1676	1491	2633	2984	3480	1570

В 1986, 1990 и 1991 гг. промысел не велся.

До 1989 г. - промысел СССР, с 1992 г. - промысел Украины.

В период с 1982 по 1989 г. на поднятиях Западно-Индийского хребта проводились научно-поисковые экспедиции и осуществлялся эпизодический промысел судами, направлявшимися в район о. Кергелен. Были обнаружены новые глубоководные банки со скоплениями рыб, но в целом средне-суточные нагрузки оставались низкими. Низкие нагрузки в 1983-1989 г. при относительно высоких значениях учтенной биомассы рыб (от 10,7 тыс. т в 1983 г. до 16,8 тыс. т в 1987 г.) объясняются тем, что на лову находились только поисковые суда. Таким образом, несмотря на короткий срок промыслового освоения рыбных ресурсов, на ЗИХе отмечено количественное перераспределение видового состава в уловах, что свидетельствует о неустойчивости экосистемы и ее неприспособленности противостоять даже непродолжительному интенсивному прессу промысла [Клименко, 1983]. Для восстановления запасов рыб в этом районе потребовалось более 10 лет.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЛУБОКОВОДНОГО ПРОМЫСЛА В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ**

В 90-е годы нашего века, когда прекратились советские рыбохозяйственные исследования биоресурсов Индийского океана, наиболее обширные в его истории, некоторые индоокеанские государства (Индия, Пакистан, Оман) лишь декларируют необходимость изучения и использования ресурсов мезопелагиали и талассобатиали в своих экономзонах. Пакистан и Оман предполагают привлечь для этого исследовательские и промысловые технологии других стран. Развитые государства бассейна — Австралия, Франция, ЮАР ведут исследования и промысел в батиали и талассобатиали в индоокеанском секторе своих экономзон.

Экспедиционный глубоководный промысел в Индийском океане сосредоточился в основном на ресурсах талассобатиали Субантарктики, Западно-Индийского хребта, батиали в районе Тасмании. Объектами промысла являются клыкач, талассобатиальный комплекс рыб ЗИХа, холостет в районе Тасмании (Австралия) (табл. 1, 3, 4, 5).

Таблица 4

**Ежегодный вылов (т) холостета (*Hoplostethus atlanticus*) в индоокеанском секторе Антарктики [FAO, 1992; FAO, 1998\*]**

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Австралия	1966	1712	959	627	432	688	227	357

Таблица 5

**Ежегодный вылов (т) патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*)  
в индоокеанском секторе Антарктики [FAO, 1992; FAO, 1998]**

Страны	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Франция	18	24	71	19	64	...	408	488	22	505	1561	1589	826	4197	4089	3652
Россия	—	—	—	—	—	—	—	17	774	—	—	1258	—	—	—	—
Украина	—	—	—	—	—	—	—	541	890	562	383	5913	1874	942	1560	1003
СССР	38	180	78	127	6621	458	2770	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего:	56	204	149	146	6685	458	3178	1046	1686	1067	1944	8760	2700	5139	5649	4655

### Батиаль и талассобатиаль Субантарктики

В 90-х годах в районе островов Кергелен, Херд, Крозе, Принс-Эдуард, а также на банках Обь и Лена и других поднятиях дна продолжался целевой промысел клыкача, регулируемый АНТКОМ, а также на основе рыболовных законодательств прибрежных государств (табл. 5). Промысел вели Франция, Австралия и ЮАР. Новое государство — Украина, подписав с Францией в 1992 г. Межправительственное Соглашение о рыболовстве в зоне о. Кергелен, ежегодно приобретает лицензию на промысел клыкача в этой зоне. В 1997-1998 расщепленном году Франция в своих экономзонах выловила 3832 т клыкача, в т. ч. 3744 т в зоне о. Кергелен, 88 т — в зоне о. Крозе, Украина — 997 т клыкача в зоне о. Кергелен, Австралия у о-вов Херд-Макдональд и ЮАР у о-вов Принс-Эдуард в своих экономзонах соответственно 2418 и 814 т. Всего в индоокеанском секторе Антарктики в 1997-98 г. зарегистрированный вылов составил 8061 т клыкача [Anon., 1998]. В настоящее время основным районом промысла клыкача в индоокеанском секторе Антарктики является экономзона Франции у о. Кергелен. Начиная с 1993-1994 г., по данным АНТКОМ [Anon., 1996], общий вылов клыкача в этом районе находится на уровне 2700-5000 т. Ежегодно 1000 т клыкача добывает Украина в соответствии с выделенной квотой. Промысел ведут суда типа СРТМ-К (GRT — 700), оборудованные донным ярусом. Франция осуществляет в основном траловый промысел клыкача и периодически — щуковидной белокровки на судах с GRT примерно 3000 т.

С 1996 г. Франция снижает предельную величину возможного вылова клыкача (ТАС) в своей экономзоне у Кергелена. На 1998-1999 г. ТАС составил 4800 т. Причина снижения возможного вылова клыкача в зоне Кергелена — уменьшение его запаса вследствие перелова. Основная причина перелова — нелегальный ярусный промысел. С начала 90-х гг., в связи с ростом коммерческого интереса к клыкачу, в Антарктике, в том числе в ее индоокеанском секторе, в экономзонах островов Кергелен, Херд, Крозе, Принс-Эдуард начал развиваться нелегальный, а в открытых водах — на банках Обь и Лена и других участках талассобатиали — нерегулируемый ярусный промысел клыкача. Доктор Холт на Научном комитете АНТКОМ [Anon., 1997, а] сообщает, что в районе островов Крозе и Принс-Эдуард на промысле клыкача работали два судна под флагом США, не имевшие американских лицензий на промысел в водах АНТКОМа. По устным сообщениям украинских рыбаков, в зоне Кергелена на промысле клыкача периодически работают суда под флагами восточноевропейских стран. По данным FAO/GLOBEFISH Highlights [1997] нелегальный промысел клыкача в австралийских антарктических водах (о. Херд) вели суда под флагами Панамы, Норвегии и Аргентины. По сведениям рабочей группы по оценке запасов Научного комитета АНТКОМа [Anon., 1997, б] из 90 судов, участвовавших в 1996-1997 г. в нерегулируемом промысле клыкача в зоне АНТКОМа, большинство

работали в индоокеанском секторе Антарктики и несли флаг стран — членов АНТКОМа, либо Панамы и Белиза, либо их принадлежность трудно было определить.

По данным Научного комитета АНТКОМ [Anon., 1997, б] интенсивность нерегулируемого и нелегального промысла в Индоокеанском секторе Антарктики наименее велика, здесь объем незарегистрированных уловов в пять-шесть раз превышает вылов при регулируемом промысле (см. табл. 1). Но ресурсы клыкача в открытых водах региона, по-видимому, все еще велики.

Среди стран, ведущих ярусный лов в Антарктике, сохраняется интерес к ресурсам не только патагонского, но и антарктического клыкача (*D. mawsoni*).

По данным АНТКОМ [Anon, 1998, а] в 1998-99 расщепленном году промысел в индоокеанском секторе Антарктики планируют государства — члены АНТКОМ: Австралия, Франция и ЮАР — в своих экономзонах, Украина — в экономзоне Франции. Кроме того, все указанные страны, а также Испания и Уругвай планируют организацию разведывательных или опытно-промышленных работ в районах за пределами экономзон, в т. ч. на банках Обь и Лена. Предполагается, что в дальнейшем список стран, намеревающихся вести промысел клыкачей в этом секторе Антарктики, еще более расширится [Anon, 1998, а].

#### **Глубоководный промысел на ЗИХе и других подводных хребтах**

В 1992 г. на ЗИХе возобновили промысел суда ППП “Югрыбпойск”, которые работали под флагом Украины. Общий вылов в этот период составил 1,7 тыс. т, средний улов на судо-сутки лова был равен 16,4 т. В 1994-97 г. на банках ЗИХа работали 1-3 судна ППП “Югрыбпойск”, которые вели селективный лов берикса и центролофовых рыб преимущественно на глубоководных банках. Среднесуточные нагрузки колебались от 10 до 18 т. В 1997-98 гг. лишь одно судно типа РТМА вело эпизодический промысел (табл. 3).

По устным сообщениям украинских научных наблюдателей, на банках ЗИХа с начала 90-х гг. периодически ведут промысел португальские суда, которые обычно работают под флагом ЮАР или Мозамбика. Суда работают короткими донными ярусами, которые ставят на вершину банки. Вероятно, промысел ориентирован на полиприонов (*Polyprion oxygeneios* и *P. americanus*, сем. *Polyprionidae*).

Скопления хоплостета (*Hoplostethus atlanticus*) в Индийском океане, пригодные для промыслового использования, известны только в его юго-восточной части, в водах Австралии. Австралия начала промысел хоплостета в своих индоокеанских водах в 1989 г. (табл. 4), по-видимому, в районе о. Тасмания. За период с 1986 по 1996 г. общий вылов хоплостета составил 6,9 тыс. т [FAO, 1998].

Таким образом, в настоящее время из всех ресурсов рыб батиали и талассобатиали Индийского океана наиболее интенсивно эксплуатируются эта часть ресурсов в Индоокеанском секторе Антарктики, где в 1996 г. вылов всех стран составил 4676 т. На банках ЗИХа в этом году было выловлено 3480 т, вылов хоплостета составил 357 т, общий глубоководный вылов — 8513 т. Это менее 0,1% общего вылова в Индийском океане (1996 г. — 7883202 т) [FAO, 1998].

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКОВОДНОГО ПРОМЫСЛА РЫБ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ**

Изучение и промысловое освоение биоресурсов Индийского океана и индоокеанского сектора Антарктики, в том числе батиали и талассобатиали, предпринятое СССР в период с 1961 по 1991 г., на сегодняшний день

является самой крупной, не имеющей себе равных научно-исследовательской и промысловой акцией за весь период деятельности человека в Индийском океане. Сведения о ресурсах батиали и талассобатиали, полученные в результате этих исследований, могут служить основой для дальнейшего развития промысла в глубоководье.

Значительный вклад в исследования биоресурсов мезопелагиали внесли экспедиции ФАО на норвежском судне "Доктор Фритьоф Нансен", которые с 70-х гг. осуществляют оценку биоресурсов в indoокеанском регионе [Gjoesaeter, 1984].

Исходя из истории и современного состояния глубоководного промысла в Индийском океане, а также учитывая изложенный в "Киотской декларации" от 1995 г. прогноз ФАО об ожидающемся в 2010 г. дефиците рыбопродуктов в условиях роста численности населения планеты [Сборник документов.., 1996], в ближайшем десятилетии следует ожидать возрастания интереса мирового общества ко всем видам недоиспользуемых и неиспользуемых морских биоресурсов, в том числе и к глубоководным биоресурсам данного региона. В связи с тем, что поиск новых и освоение разведанных рыбных запасов в батиали и талассобатиали требует весьма значительных финансовых и материально-технических средств, развивающиеся indoокеанские государства смогут развивать эти направления промысла лишь на основе привлечения промысловых технологий развитых стран.

Возможны следующие направления использования глубоководных биоресурсов рыб:

1. Дальнейшее развитие экспедиционного промысла в батиали и талассобатиали indoокеанского сектора Антарктики под управлением АНТКОМ. Интерес к биоресурсам этого региона, по данным АНТКОМ, проявляют Украина, Испания, Уругвай, Индия. Интенсификация использования прибрежными государствами (ЮАР, Австралия, Франция) в своих экономзонах биоресурсов батиали и талассобатиали indoокеанского сектора Антарктики.
2. Продолжение мелкомасштабного экспедиционного промысла ценных видов рыб в талассобатиали умеренной зоны.
3. Продолжение экспедиционного ярусного промысла тунцов в мезопелагиали.
4. Организация прибрежными государствами северной части Индийского океана промысла миктофовых рыб и рыб материкового склона в своих экономзонах в северной части Индийского океана на основе разведанных запасов, организация научно-исследовательских работ по поиску скоплений и оценке запасов рыб материкового склона при поддержке развитых стран на основе международной кооперации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Будниченко В.А., Губанов Е.П., Демидов В.Ф., Иванин Н.А., Романов А.В., Романов Е.В., Пинчуков М.А., Пиоторовский А.С., Прутко В.Г. Результаты изучения ЮГНИРО сырьевых ресурсов в Индийском и Южном океанах//Труды ЮГНИРО, т. 43. — Керчь: ЮГНИРО, 1997. — С. 28-47.
2. Иванин Н.А., Мельников Ю.С., Пиоторовский А.С. Динамика промысла и некоторые черты биологии основных видов рыб Западно-Индийского хребта (ЗИХ)//Труды ЮГНИРО, т.42. — Керчь: ЮГНИРО, 1996. — С. 86-89.
3. Клименко А.П. Биологические аспекты ведения промысла на подводных возвышенностях открытой части океана//Биология, сырьевые ресурсы и перспективы промысла новых объектов рыб и беспозвоночных. — М.: ВНИРО, 1983. — С. 19.
4. Кухарев Н.Н. Некоторые черты биологии индийского псенонопса *Psenopsis cyanaea* (Alcock, 1890) (Perciformes, Centrolophidae), обитающего в шельфовых водах Народной Демократической Республики Йемен//Сырьевые ресурсы северо-западной части Индийского океана. — М.: ВНИРО, 1985. — С. 61-72.

5. Любимова Т.Г., Шуст К.В. Итоги изучения рыбных ресурсов Южного океана// Комплексные рыбохозяйственные исследования ВНИРО в Мировом океане. — М.: ВНИРО, 1987. — С. 19-43.
6. Мельников Ю.С. Перспективы промыслового освоения больших глубин Индийского океана//Биология, сырьевые ресурсы и перспективы промысла новых объектов — рыб и беспозвоночных. — М.: ВНИРО, 1983. — С. 80-91.
7. Мельников Ю.С., Пиотровский А.С., Тимохин И.Г. Результаты исследований рыб батиали Индийского океана//Тез. докл. научно-практ. конф.: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. — Мурманск, 1981. — С. 24-26.
8. Новиков Н.П. Географическое распространение некоторых рыб батиали в северной части Индийского океана//Тр. ВНИРО, т. 96. — М.: Пищепром, 1974. — С. 76-79.
9. Новиков Н.П., Серобаба И.И., Левитский В.Н., Тимохин И.Г. Результаты исследований донных поднятий северо-западной части Индийского океана//Тр. ВНИРО, т. 139, а. — М.: ВНИРО, 1979. — С. 101-109.
10. Парин Н.В. Биотопические группировки океанических рыб//Тез. докл. научно-практ. конф.: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана (12-13 марта 1981 г.). — Мурманск, 1981. — С. 140-142.
11. Промысловое описание банок Обь и Лена/Составили: В.Л. Спиридонов, Г.А. Дубинец. — Л.: ГУНИО МО для Минрыбхоза СССР, 1981. — 44 с.
12. Промысловое описание северной части хребта Кергелен/Составил Г.А. Дубинец. — Л.: ГУНИО, СПБ, 1992. — 84 с.
13. Промысловое описание района островов Кергелен/Под ред. Б.С. Соловьева. — Л.: ГУНИО МО для Минрыбхоза СССР, 1973. — 44 с.
14. Сборник документов по устойчивому вкладу рыболовства в продовольственную безопасность (Киото, Япония, 4-9 декабря 1995 г.). — М.: ВНИРО, 1996. — 96 с.
15. Травин В.И., Соловьев Б.С. Основные результаты советских научно-промышленных исследований в Индийском океане//Тр. ВНИРО, т. 96. — М.: Пищепром, 1974. — С. 3-9.
16. Щербачев Ю.Н., Котляр А.Н., Абрамов А.А. Ихтиофауна и рыбные ресурсы подводных поднятий Индийского океана//Биологические ресурсы Индийского океана. — М: Наука, 1989. — С. 159-185.
17. Anonymous. — Отчет пятнадцатого совещания научного комитета Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики/(Хобарт. 21-25 октября 1996 г.). 1996. — С. 431.
18. Anonymous. — Отчет шестнадцатого совещания научного комитета Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики/(Хобарт. 27-31 октября 1997 г.). 1997, а.— С. 12.
19. Anonymous. — Отчет рабочей группы по оценке запасов Научного комитета АНТКОМ/(Хобарт. 13-22 октября 1997 г.). 1997, б. — С. 8-9.
20. Anonymous. Indian Ocean Tuna Fisheries Data Summary, 1985-1995, IPTP Data Summary No 17. 1997, с.— 155 р.
21. Anonymous. — Отчет шестнадцатого совещания научного комитета Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики/(Хобарт. 26-30 октября 1998 г.). 1998, а.— 139 с.
22. Anonymous. — CCAMLR. Comm. Circ. 1998, б. 98/53.
23. FAO Yearbook//Fishery Statistics. Catch and Lendings 1990. V. 70. — Rome: FAO, 1991. — P. 368.
24. FAO Yearbook//Fishery Statistics. Catch and Lendings 1989. V.68. — Rome: FAO, 1992. — 647 р.
25. FAO Yearbook//Fishery Statistics. Capture production 1996. V. 82. — Rome: FAO, 1998. — 682 р.
26. FAO/GLOBEFISH Highlights. A quaterly up-date based on the GLOBEFISH Databank FAO/GLOBEFISH Highlights (4/97). 1997. — 22 р.
27. Gjoesaeter J. Mesopelagic fish, a large potential resource in the Arabian Sea//Marine science of the North-West Indian ocean and adjacent waters. Angel. — M. V. Ed. 1984. Vol. 31. No 6-8A. — Pp. 1019-1035.
28. State of selected stocks of tuna and billfish in the Pasific and Indian oceans//FAO Fisheries Technical Paper No 200. — Rome: FAO, 1980. — 88 р.

А.С. ПИОТРОВСКИЙ

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
МАСЛЯНЫХ РЫБ (*STROMATEOIDEI*)  
В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ**

Из 33 видов строматеоидей, или масляных рыб, обитающих в Индийском океане, 15 видов имеют циркумглобальное распространение, 9 — индо-тихоокеанское, 8 — индоокеанское. При анализе горизонтального распространения масляных рыб выделено 15 типов ареалов. Вертикальное распределение предусматривает 6 биотических групп. Наибольшего видового разнообразия масляные рыбы достигают в верхнем 200-метровом слое, где отмечено 27 видов (81,8%). Индоокеанские строматеоиды включают в себя в равной мере как пелагические, так и придонные виды.

В Индийском океане обитают представители практически всех семейств, входящих в подотряд *Stromateoidei*. Они встречаются не только на шельфе материков и некоторых островов, но и в открытой части океана: в пелагиали и талассобатиали.

По современным представлениям [Haedrich, 1967; Haedrich, Horn, 1972] в подотряд *Stromateoidei* входят шесть семейств: *Amarsipidae*, *Centrolophidae*, *Nomeidae*, *Ariommataidae*, *Tetragonuridae* и *Stromateidae*. По обработанным автором материалам многолетних экспедиций ЮГНИРО, ВНИРО, ППП “Югрыбопоиск” и ИО РАН (экс-ИО АН СССР) в Индийском океане насчитываются 32 вида строматеоидных рыб, принадлежащих к 14 родам и 6 семействам, что составляет почти половину известных в настоящее время видов, существующих в Мировом океане. Такое видовое разнообразие подотряда предусматривает и разнообразие способов его существования в пространстве океана как по вертикали, так и по горизонтали, анализ чего представлен в настоящей работе.

Все индоокеанские представители подотряда *Stromateoidei* могут быть разделены на три крупные группы по географическому распространению:

- а) рыбы с циркумглобальным распространением (обитающие в трех океанах);
- б) рыбы индо-тихоокеанского распространения (обитающие в Индийском и Тихом океанах);
- в) собственно индоокеанские рыбы.

Первая группа самая крупная, куда входят 15 видов строматеоидей: 5 видов семейства *Centrolophidae* (*Hyperoglyphe antarctica*, *Schedophilus huttoni*, *Schedophilus maculatus*, *Centrolophus niger* и *Pseudoicichthys australis*), 8 видов семейства *Nomeidae* (*Cubiceps pauciradiatus*, *C. caeruleus*, *C. capensis*, *Nomeus gronovii*, *Psenes cyanophrys*, *P. pellucidus*, *P. maculatus* и *P. arafurensis*) и 2 вида семейства *Tetragonuridae* (*Tetragonurus cuvieri* и *T. atlanticus*).

Вторая группа содержит 9 видов строматеоидных рыб: 1 вид семейства *Amarsipidae* (*Amarsipus carlsbergi*), 1 вид семейства *Centrolophidae* (*Tubbia tasmanica*), 3 вида семейства *Nomeidae* (*Cubiceps squamiceps*, *Psenes whiteleggi* и *Parapsenes rotundus*), 1 вид семейства *Ariommatidae* (*Ariomma indica*), 1 вид семейства *Tetragonuridae* (*Tetragonurus pacificus*) и 2 вида семейства *Stromateidae* (*Pampus argenteus* и *P. chinensis*).

Третья группа включает 8 видов: 3 вида семейства *Centrolophidae* (*Psenopsis cyanæa*, *P. obscura* и *P. intermedia*), 3 вида семейства *Nomeidae* (*Cubiceps kotlyari*, *C. nanus* и *C. macrolepis*) и 2 вида семейства *Ariommatidae* (*A. brevimanus* и *A. parin*).

Следует отдельно остановиться на представителе семейства *Centrolophidae* — индоокеанском шедофе (*Schedophilus sp. cf. ovalis*), не вошедшем ни в одну из выше названных групп по следующим причинам. Формально этот вид относится к не выделенной здесь условной группе “атлантическо-индоокеанской” с учетом весьма широкого распространения в Атлантике, начиная от Средиземного моря, откуда описан *Sch. ovalis*, до южных подводных поднятий южной субтропической части этого океана, и отсутствия его в Тихом океане. Этот вид в Индийском океане имеет некоторые меристические отличия от типового описания *Sch. ovalis* (меньшее число мягких лучей в спинном плавнике, а именно 27-28 против 31-32), хотя большинство основных диагностических признаков совпадают. С аналогичной ситуацией столкнулся и К.Н. Несис при изучении на банке Уолтерс, входящей в ареал *Sch. cf. ovalis*, осьминога *Octopus cf. vulgaris*, имеющего отличия от космополита *O. vulgaris*, обитающего в Атлантическом океане (от Лонг-Айленда и Северного моря до Южной Бразилии и Северной Намибии), у Южной Африки и в северо-западной части Тихого океана, и имеющего на исследуемой банке также некоторые отличия от обычных *O. vulgaris* [Парин, Несис и др., 1993]. Следует учесть и другой факт — распространение индоокеанского шедофа исключительно на подводных поднятиях Индийского океана в субтропической зоне от Западно-Индийского и Мадагаскарского хребтов на юго-западе до южной части Центрально- и Восточно-Индийских хребтов на юго-востоке океана. Подобное распространение не свойственно ни одному виду, типичному для Атлантики, но не имеющему циркумглобального распространения. В связи с указанными фактами, представляется возможным, что обитающий на хребтах субтропической зоны Индийского океана шедофт относится к неописанному, хотя и близкому, виду или, по меньшей мере, подвиду *Sch. ovalis*. Особенности обитания на банках указанных выше хребтов дают основание полагать возможность видеообразования на основе рыб Атлантики, переносимых основными ветвями течений (обратное течение мыса Игольного, течение Западных ветров, Южно-Индоокеанское течение) в пределы Индийского океана на ранних стадиях онтогенеза с дальнейшим распространением в пределах субтропической зоны в восточном направлении через талассобатиаль, подтверждая теорию расселения в открытом океане бентопелагических видов рыб [Андряшев, 1974; 1979]. Обитающий на Западно-Индийском и Мадагаскарском (банка Уолтерс) хребтах *Trachurus longimanus*, известный ранее из Южной Атлантики, был описан как подвид *T. picturatus aleevi* (индоокеанская ставрида) при изучении ихтиофауны Западно-Индийского хребта со времени обнаружения там в 1980 г. местных плотных скоплений рыб [Рытов, Разумовская, 1984; Collette, Parin, 1991]. Однако в отличие от шедофа этот вид в Индийском океане не распространяется восточнее вышеуказанных поднятий, что свойственно многим видам, обитающим в Южной Атлантике и отмечаемым в юго-западной части Индийского океана.

При более детальном рассмотрении географического распространения строматеоидей Индийского океана были учтены наши и литературные данные об их распространении в других районах Мирового океана. При характеристике типов ареалов взята за основу градация Ю.Н. Щербачева [1984], примененная им при рассмотрении индоокеанской талассобатиальной ихтиофауны и разработанная в свою очередь на основе общей для Мирового океана классификации Н.В. Парина [1968; 1979]. К ним добавлены еще 5 типов, не включенные Ю.Н. Щербачевым в свою работу в связи с отсутствием в списке видов с соответствующим типом ареала.

Виды, указанные в каждой из трех приведенных выше зоогеографических группировок, имеют следующие типы ареалов.

### ИНДООКЕАНСКИЕ ВИДЫ

**Тропический аравийско-бенгальский тип ареала** — 2 вида: *Psenopsis cyanaea* и *Ariomma brevimanus*. Первый из них обитает в Аденском заливе, Аравийском море и Бенгальском заливе. Второй — в Красном море, относящемся к индоокеанскому бассейну. Оба населяют азиатский материковый склон.

**Тропический западно-индоокеанский тип ареала** — 3 вида: *Psenopsis intermedia*, *Cubiceps natus* и *C. macrolepis*. Все три вида обитают в западной тропической зоне Индийского океана, однако если первый является придонным видом, встречающимся как на материковом склоне, так и на склоне наиболее высоких подводных поднятий в открытой части океана, то два других — в эпипелагиали над большими глубинами в северо-западной части, включая приэкваториальную зону.

**Тропический восточно-индоокеанский тип ареала** — 1 вид: *Cubiceps kotlyari*, пойманный у побережья о-ва Ява на подводном поднятии с достаточно большими глубинами (500-600 м).

**Тропический индоокеанский тип ареала** — 2 вида: *Psenopsis obscura* и *Ariomma parini*. Оба вида имеют весьма широкое распространение в пределах тропической зоны и в широтном, и в меридиональном направлениях. Населяют не только шельфовую зону, но и подводные поднятия дна, а также открытые воды (первый вид).

### ИНДО-ПАЦИФИЧЕСКИЕ ВИДЫ

**Тропический индо-вест-пацифический тип ареала** — 5 видов: *Cubiceps squamiceps*, *Psenes whiteleggi*, *Ariomma indica*, *Pampus argenteus* и *P. chinensis*. Общим для большинства этих видов является обитание на материковом шельфе, хотя первый вид встречается кроме того и на материковом склоне, и на склоне банки Сая-де-Малья Маскаренского хребта. Псен Уайтлега — пелагический вид из открытых тропических вод, однако облавливается вблизи материков (Африки и Австралии).

**Тропический индо-пацифический тип ареала** — 3 вида: *Amarsipus carlsbergi*, *Parapsenes rotundus* и *Tetragonurus pacificus*, распространенные в пелагиали тропической части Индийского океана, а также в западной и восточной части Тихого океана.

### РЫБЫ, ОБИТАЮЩИЕ В ТРЕХ ОКЕАНАХ

**Тропический атлантическо-индо-пацифический тип ареала** — 3 вида, принадлежащих к одному семейству *Nomeidae*: *Cubiceps pauciradiatus*, *Psenes cyanophrys* и *P. arafurensis*. Все распространены в тропической зоне как в западной, так и восточной части всех трех океанов.

**Широкотропический атлантическо-индо-пацифический тип ареала**, предполагающий распространение рыб, выходящее далеко за преде-

лы тропических вод, — 5 видов: *Cubiceps capensis*, *Nomeus gronovii*, *Psenes pellucidus*, *P. maculatus* и *Tetragonurus atlanticus*. Все эти виды отмечены до южной границы субтропической зоны.

**Битропический(антитропический)атлантическо-индо-пацифический тип ареала** — 2 вида: *Centrolophus niger* и *Tetragonurus cuvieri*. Оба эти вида обитают в умеренных водах трех океанов, причем в Атлантическом, Южном и Северном полушариях — до 44° с. ш. [Маккей, 1972], а второй вид — до 50° с. ш. В Тихом океане *C. niger* в северной части не отмечен, тогда как *T. cuvieri* облавливался на подводных поднятиях дна, расположенных на севере до 47° с. ш. В Индийском океане центролоф опускается на юг до Субантарктического фронта, обыкновенный кубохвост отмечался в пелагиали до 46° ю. ш.

**Битропический восточно-атлантическо-индоокеанский тип ареала** мы условно (более подробный анализ см. выше) выделили для одного вида — *Schedophilus sp. cf. ovalis*, который имеет широкое распространение в субтропической зоне Индийского океана, и его “прототип” (*Sch. ovalis*) распространен также в умеренной зоне обоих полушарий в Восточной Атлантике.

**Южнoperиферический индо-вест-пацифический тип ареала** — 1 вид — *Tubbia tasmanica*. Отмечен в пределах южной субтропической зоны от Южной Африки до Тасмании и Новой Зеландии над материковым и островным склонами и над подводными поднятиями дна.

**Южнoperиферический восточно-атлантическо-индо-вест-пацифический тип ареала** — 1 вид: *Hyperoglyphe antarctica*, распространенный на материковых и островных склонах в Южной Атлантике, Юго-Западной Пацифики, а также на подводных поднятиях тех же регионов и юго-западной субтропической части Индийского океана.

**Южнoperиферический восточно-атлантическо-индо-пацифический тип ареала** — 2 вида: *Schedophilus huttoni* и *Sch. maculatus*, обитающие в южной субтропической зоне трех океанов за исключением Юго-Западной Атлантики.

**Южнoperиферический атлантическо-индо-пацифический тип ареала** — 1 вид: *Cubiceps coeruleus*, распространенный в южной субтропической зоне трех океанов от 20° до 44° ю. ш. на всем пространстве между материками.

**Южный циркумполярный тип ареала** — 1 вид: *Pseudoicichthys australis*, встречающийся в Южном океане южнее Субантарктического фронта как в пелагиали, так и на островных склонах во всех трех его секторах.

Таким образом, наибольшее количество (5) видов шельфовых строматеоидей имеют тропический-индо-вест-пацифический тип ареала. Такое же количество видов в пелагиали открытой части насчитывает широкотропический атлантическо-индо-пацифический тип ареала. Несколько меньшее (по 3) число видов имеют тропический индо-пацифический, тропический атлантическо-индо-пацифический и тропический западно-индоокеанский типы ареалов, причем в последний входят только недавно описанные виды, что не исключает в будущем расширение их ареалов.

Строматеоидная ихтиофауна состоит из видов, относящихся к различным биотопам. Половина их обитает в открытых водах Индийского океана над наибольшими глубинами (в пелагиали), другая половина населяет придонные горизонты как на шельфах и материковых и островных склонах, так и над подводными поднятиями океанического дна (банками и хребтами). В соответствии с принадлежностью к тому или иному биотопу, и по горизонтали, и по вертикали, мы, в соответствии с

классификацией Н.В. Парина [1968; 1979] и Ю.Н. Щербачева [1984], подразделили все виды на следующие 6 биотических групп:

- 1) виды, обитающие в открытых водах от поверхности до глубины около 200 м, входят в классическую группу “эпипелагические виды”;
- 2) виды, обитающие в открытых водах в диапазоне глубин от 200 до 1400 м (в нашем случае до 800 м), относятся к группе мезопелагических видов;
- 3) виды, обитающие в открытых водах в диапазоне глубин от поверхности до 1000 м, относятся к интерзональной группе эпимезопелагических видов;
- 4) виды, обитающие на шельфе, а также на материковом и остранных склонах в придонных горизонтах в диапазоне глубин от поверхности до 300 м, входят в группу эпифонтальных видов;
- 5) виды, обитающие на материковом и островных склонах, а также в талассобатиали, на глубинах от 300 до 1400 м (в нашем случае до 1000 м), относятся к группе мезобентальных видов;
- 6) виды, обитающие на шельфе, материковом и островных склонах, а также в талассобатиали, на глубинах от поверхности до 1400 м, входят в группу эпимезобентальных видов.

Наиболее многочисленной является 1-я группа эпипелагических рыб — 12 видов, принадлежащих к 6 родам и 3 семействам: *Amarsipus carlsbergi* (*Amarsipidae*), *Cubiceps pauciradiatus*, *C. nanus*, *C. macrolepis*, *C. capensis*, *Nomeus gronovii*, *Psenes cyanophrys*, *P. maculatus*, *P. arafurensis*, *P. whitelegii*, *Parapsenes rotundus* (*Nomeidae*), *Tetragonurus atlanticus* (*Tetragonuridae*).

К группе мезопелагических рыб относятся 2 вида из семейства центролофовых: *Pseudoicichthys australis* и *Psenopsis obscura*.

В группу эпимезопелагических рыб, обитающих в весьма широком диапазоне глубин, входят 2 вида: *Cubiceps caeruleus* (*Nomeidae*) и *Tetragonurus pacificus* (*Tetragonuridae*).

Из придонных строматеоидей одной из многочисленных групп является эпифонтальная (7 видов): *Psenopsis cyanea*, *P. intermedia* (*Centrolophidae*), *Ariomma brevimanus*, *A. parini* (*Ariommataidae*), *Tetragonurus cuvieri* (*Tetragonuridae*), *Pampus argenteus* и *P. chinensis* (*Stromateidae*).

В группу мезобентальных рыб входят 3 вида: *Tubbia tasmanica* (*Centrolophidae*), *Cubiceps squamiceps* и *C. kotlyari* (*Nomeidae*).

В не менее крупную группу эпимезобентальных рыб входят 7 видов, большую часть которых составляют центролофовые (*Hyperogliphe antarctica*, *Schedophilus sp. cf. ovalis*, *Sch. huttoni*, *Sch. maculatus* и *Centrolophus niger*), а также *Psenes pellucidus* (*Nomeidae*) и *Ariomma indica* (*Ariommataidae*). Первые два вида, как обитатели вершин наиболее высоких поднятий океанического дна умеренной зоны, мы отнесли к рыбам ихтиоцен, названного Н.В. Парином [1981] псевдонеретическим [Мельников, Пиотровский, 1982; Пиотровский, Иванин, 1987].

Большая часть рыб населяет глубины от поверхности до 500-600 м. Однако несколько видов встречаются на больших глубинах от 900 до 1500 м. В этом диапазоне можно обнаружить *Hyperogliphe antarctica* (до глубины 1050 м), *Schedophilus maculatus* (до глубины 1030 м), *Centrolophus niger* (до глубины 1050 м), *Tubbia tasmanica* (до глубины 930 м), *Cubiceps caeruleus* (до глубины 960 м), *Psenes pellucidus* (до глубины 1500 м).

Наибольшего видового разнообразия строматеоиды достигают в верхнем 200-метровом слое воды, где отмечено 27 видов (81,8%). Среди них значительная часть рыб являются интерзональными, т. е. совершающие миграции из одного крупномасштабного биотопа в другой (мезопелагиаль-эпипелагиаль и наоборот). Как правило, эти миграции носят трофический характер и происходят в темное время суток вместе с миграцией кормовых объектов в верхние слои воды. В утренние часы происходит обратный процесс. Кроме того для многих видов характерны и т. н. онтогенетические миграции [по терминологии Н.В. Парина и др., 1977], связанные с большим или меньшим разделением горизонтов обитания взрослых животных и их личинок и мальков. Такие миграции свойственны номеевым, чья молодь (*Psenes* spp., *Nomeus gronovii*) часто облавливалась в приповерхностных слоях гипонейстонными сетями, а также наблюдалась под плавающими на поверхности животными и предметами. Молодь других видов строматеоидных рыб, обитающих на более или менее значительных глубинах во взрослом состоянии, также отмечалась в приповерхностных слоях. Вертикальные миграции имеют разный масштаб у разных групп рыб и разных видов. У эпипелагических видов они ограничены несколькими десятками метров, у рыб эпимезопелагиали миграционный путь исчисляется сотнями метров. К интерзональным видам относятся большинство видов семейств *Centrolophidae*, *Nomeidae*, а также *Ariomma indica* и *Tetragonurus pacificus*. Вертикальные миграции совершают не только рыбы пелагиали, но и придонные виды шельфа, склонов и талассобатиали. Так, центролофовые рыбы *Schedophilus* sp. cf. *ovalis* и *Huperogliphe antarctica*, обитающие на поднятиях субтропической зоны, образуют плотные скопления над вершинной поверхностью подводных гор в темное время суток, в то время как днем они в разреженном состоянии опускаются вдоль склонов на большие глубины. Второй вид может выходить в эпипелагиаль на глубины от 84 до 215 м в связи с поиском объектов питания, в частности, пелагических кальмаров [Пиотровский, 1994].

Таким образом, индоокеанские строматеоиды включают в себя в равной мере как пелагические, так и придонные виды. Большая часть их (36,4%) населяет эпипелагиаль, а также эпигенталь и эпимезогенталь (по 21,2%). Многие из них совершают суточные вертикальные миграции, включая значительные из одной биотопической зоны в другую. Миграции носят трофический характер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрияшев А.П. Некоторые добавления к системе вертикальной зональности морской донной фауны//В сб.: Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. Тезисы докладов. Ленинград, 18-21 ноября 1974 г. — Ленинград: Наука, 1974. — С. 1-3.
2. Андрияшев А.П. О некоторых вопросах вертикальной зональности морской донной фауны//В кн.: Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. — М., 1979. — С. 117-138.
3. Мельников Ю.С., Пиотровский А.С. Структура ихтиоценов поднятий дна нотальной зоны Индийского океана//Второй Всесоюзный съезд океанологов. Ялта, 10-17 декабря 1982 года. Тез. докл. Биология океана. Вып. 6. — Севастополь, 1982. С. 50-51.
4. Парин Н.В. Ихтиофауна океанической эпипелагиали. — М.: Наука, 1968. — С. 1-185.
5. Парин Н.В. Некоторые особенности пространственного распределения рыб океанской пелагиали//В кн.: Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. — М., 1979. — С. 102-112.
6. Парин Н.В. Биотопические группировки океанических рыб (состав, распространение, перспективы промысла)//В кн.: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. Тез. докл. науч.-практ. конференции 12-13 марта г. Мурманск. — Мурманск, 1981. — С. 140-142.

7. Парин Н.В., Несис К.Н., Кашкин Н.И. Вертикальное распределение жизни в океане: 5. Макропланктон и нектон//В кн.: Океанология. Биология океана. Т. 1. Биологическая структура океана. — М.: Наука, 1977. — С. 159-173.
8. Парин Н.В., Несис К.Н., Сагайдачный А.Ю., Щербачев Ю.Н. Фауна подводной горы Уолтерс (юго-западная часть Индийского океана)//Труды ИО РАН, 1993. Т. 128. — С. 199-216.
9. Пиотровский А.С. Масляные рыбы (*Stromateoidei*) южной части Африки и сопредельных районов (распределение, биология, промысел)//Труды ЮГНИРО. — Керчь: ЮГНИРО, 1994. Т. 40. — С. 69-77.
10. Пиотровский А.С., Иванин Н.А. Ихтиофауна Западно-Индийского хребта (состав, сообщества, некоторые вопросы экологии)//III съезд советских океанологов. Ленинград, 14-19 декабря 1987 г. Тез. докл. Секция "Биология океана". Ч. III. — Л.:Гидрометеоиздат, 1987. — С. 27-29.
11. Рытов А.Н., Разумовская Т.М. Новый подвид океанической ставриды *Trachurus picturatus aleevi* Rylov et Razumovskaya subsp. n. (*Carangidae*) из юго-западной части Индийского океана//Вопр. ихтиологии, 1984. Т. 24. Вып. 2. — С. 179-184.
12. Щербачев Ю.Н. Талассобатальная ихтиофауна тропической западной части Индийского океана (состав и распространение). Автореферат дисс. на соискание уч. степени к.б.н. ИО АН СССР. — М., 1984. — 24 с.
13. Collett B.B., N.V.Parin. Shallow-water fishes of Walters shoals, Madagascar ridge//Bull. of Mar. Sci., 48(1). Pp. 1-22.
14. Haedrich R.L. The stromateoid fishes: systematics and classification//Bull. Museum Compar. Zool., 1967. V. 135. No 2. — 139 pp.
15. Haedrich R.L., M.H.Horn. A key to the stromateoid fishes//Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report WHOI-72-15: 1-46.
16. Mackay K.T. Further records of stromateoid fish *Centrolophus niger* from the northwestern Atlantic, with comments on body proportions and behavior//Copeia, 1972. No 1. — PP. 185-187.

В.А. БУДНИЧЕНКО, И.Г. ТИМОХИН

**ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА И НЕКОТОРЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ОСНОВНЫХ  
ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДАХ  
НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ**

На основании обобщенных данных наблюдений ЮгНИРО в июне-ноябре 1992-1996 гг., анализа статистических и литературных данных материалов приведены сведения по динамике вылова, видовому составу рыб в траловых уловах и их промысловому потенциалу в эконом zone Новой Зеландии. Освещены особенности биологии и поведения наиболее важных для тралового промысла рыб (ставриды, макруронус, путассу) и сопутствующих объектов лова.

По экспертной оценке недоиспользуемый промысловый ресурс у берегов Новой Зеландии составляет в настоящее время 400 тыс. т. Выяснено, что в этом районе наблюдается сокращение уловов из запасов ранее многочисленной южной ставриды за счет освоения южной части ареала перуанской ставриды.

Даны рекомендации по ведению тралового промысла, которые помогут добывающим организациям Украины строить правильную стратегию рыболовства и исследуемый период и тем самым повысить эффективность своего флота в этом новом и перспективном для нашей страны регионе Мирового океана.

Новозеландское плато относится к рыбопродуктивным районам Мирового океана, где, начиная с 70-х годов, интенсивно развивается рыболовство (в т.ч. международный промысел). Если до 70-х годов здесь существовал только ограниченный местный промысел, то в начале 70-х — годовой вылов всех стран достиг 200 тыс. т [Шунтов и др., 1980], в 1984-1988 гг. в среднем за год — 381 тыс. т, а в 1990-1995 гг. — 478 тыс. т [FAO Yearbook, 1995; 1997]. Основными промысловыми видами в траловых уловах были: новозеландский макруронус (*Macruronus novaezelandiae*), холостет (*Hoplostethus atlanticus*), ставриды (*Trachurus spp.*), снэк (*Thyrsites atun*), австралийская скумбрия (*Scomber australasicus*), южная путассу (*Micromesistius australis*), сериолеллы (в основном *Seriola maculata*), морские караси (серый джакас — *Cheilodactylus macropterus*, австралийский карась — *Chrysophrys aurata*), солнечниковые (*Oreosomatidae*), ошибень (*Genypterus blacodes*), красная треска (*Pseudophycis bachus*).

По данным ФАО, именно за счет интенсификации промысла перечисленных видов, произошло значительное увеличение добычи в водах Новой Зеландии (табл. 1).

По материалам специалистов ТИНРО, проводивших исследования в водах Новой Зеландии в 60-начале 80-х гг., потенциальный вылов на Новозеландском плато оценивается величиной около 1 млн. т.

Таблица 1

**Состав уловов и средние выловы (тыс. т) в различные годы в водах Новой Зеландии в 1984-1995 гг. по данным ФАО [1995; 1997]**

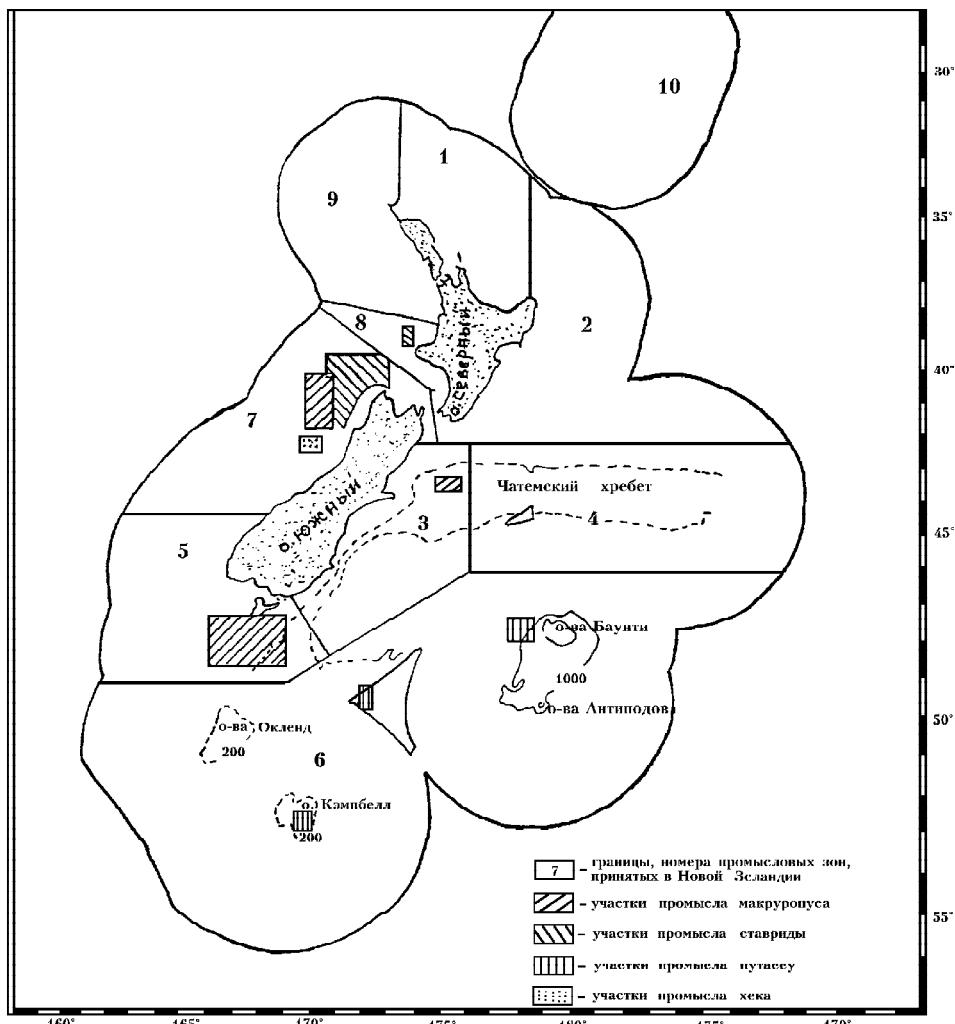
Основные объекты промысла	Годы	
	1984-1989	1990-1995
Новозеландский макруронус ( <i>Macruronus novaezealandiae</i> )	119,1	129,6
Ставриды ( <i>Trachurus spp.</i> )	18,4	28,1
Хоплотостет ( <i>Hoplostethus atlanticus</i> )	41,9	35,9
Скумбрия ( <i>Scomber australasicus</i> )	3,3	8,4
Южная путассу ( <i>Micromisistius australis</i> )	9,6	15,4
Хек ( <i>Merluccius australis</i> )	3,3	5,4
Снэк ( <i>Thyrsites atun</i> )	20,5	18,3
Сериолепла ( <i>Seriolella spp</i> )	8,7	8,3
Ошибень ( <i>Genypterus spp</i> )	5,3	13,4
Австралийский лосось ( <i>Arripis trutta</i> )	6,3	5,8
Солнечниковые ( <i>Oreosomatidae</i> )	16,7	21,9
Серый джакас ( <i>Cheilodactylus macropterus</i> )	4,5	4,9
Тригла ( <i>Chelidonichthys kumu</i> )	2,4	4,7
Австрало-новозеландский морской карась ( <i>Chrysophrys aurata</i> )	6,8	7,3
Красная треска ( <i>Pseudophycis bachus</i> )	8,7	9,7
Кефалевые ( <i>Mugillidae</i> )	4,8	0,7
Камбаловые ( <i>Pleuronectiformes</i> )	1,4	4,3
Рексия ( <i>Rexea solandri</i> )	4,6	2,6
Акулы ( <i>Carcharhinidae, Squalidae</i> )	7,4	7,4
Прочие рыбы	32,0	47,4
Кальмар ( <i>Nototodarus sloani</i> )	45,2	37,5
Прочие беспозвоночные	32,5	60,8
Всего:	403,4	477,8

По данным ФАО [1997] существующий вылов в 1995 г. в водах страны не превысил 612 тыс. т, т. е. недоиспользуемый промысловый ресурс составляет порядка 400 тыс. т.

Флот Украины работал у берегов Новой Зеландии эпизодически, и только начиная с 1990 г. сюда была направлена группа промысловых судов из 5 ед. (2 ед. БАТМ и 3 ед. РТМА), которые до настоящего времени успешно ведут лов высококачественной рыбы и кальмаров. Лицензионный траловый промысел украинских судов базируется на нескольких наиболее массовых объектах: новозеландском макруронусе, ставридах, южной путассу и кальмарах (табл. 2).

Работа всех иностранных промысловых судов в зоне Новой Зеландии строго регламентируется контролирующими органами этой страны: Министерством агрокультуры и рыболовства (МАФ) и фирмой-арендатором (основные из них "Индепендент", "Юнайтед" и "Силорд"). Промысел осуществляется только на разрешенных участках, а объем добычи определяется выделенной квотой по отдельным объектам.

Размеры последней уточняются ежегодно. В периоды таких наблюдений (июнь-ноябрь 1992-1994 гг., 1996 г.) украинские добывающие суда работали на западных (5, 7, 8 сектора), восточных (3 сектор) и южных участках (6 сектор) о. Южный (рисунок).



Работы осуществлялись разноглубинными и донными тралами с вертикальным раскрытием соответственно 50-100 м и 3 м.

При облове ставриды и макруронуса использовался траловый мешок с внутренним размером ячей 130 мм, при облове путассу — 60 мм. Для поиска рыбы применялся в основном эхолот системы "Simrad" (рабочая частота 20 кГц), а для наблюдения за работой трала и заходом в него рыбы — прибор "Фуруно". Длина рыб измерялась у ставриды и скумбрии по Смитту, у всех остальных видов — до конца хвостового плавника.

Ниже приведена биологическая характеристика основных промысловых видов рыб и особенности их поведения.

**Ставриды.** Занимают значительное место в траловых уловах украинских судов (в среднем за год 24,5% от общего вылова). Промысел осуществляется круглогодично, но наиболее высокие уловы наблюдаются во II и I кварталах (табл. 2). Данное семейство представлено тремя

видами рода *Trachurus*: *T. declivis* — южная, *T. murphy* — перуанская и *T. novaezelandiae* — новозеландская ставриды. Ставриды данного рода — сравнительно теплолюбивая группа, тяготеющая к субтропическим и южно-умеренным водам [Носов, 1977; Шунтов, 1979, а; б]. По данным наблюдателей ЮгНИРО новозеландская ставрида отмечается обычно ближе к проливу Кука и в самом проливе.

Таблица 2

**Динамика уловов украинских судов  
в экономзоне Новой Зеландии в 1994-1997 гг.**

Квартал	Общий вылов, т	Типы судов	Вылов т на:		Видовой состав уловов	% —
			с/ с лова	с/ с промысла		
I	43519	РТМА БАТМ	18-33 25-40	13-26 24-36	ставрида макуруронус путассу прочие рыбы кальмары	28 10 3 5 54
II	27909	РТМА БАТМ	14-45 23-56	9-38 22-39	ставрида макуруронус путассу прочие рыбы кальмары	47 14 — 15 24
III	58371	РТМА БАТМ	20-38 42-67	12-27 36-54	ставрида макуруронус путассу прочие рыбы кальмары	7 65 13 15 —
IV	19276	РТМА БАТМ	13-30 14-86	9-21 14-65	ставрида макуруронус путассу прочие рыбы кальмары	34 42 17 2 5
Итого:	149075	РТМА БАТМ	13-45 14-86	9-38 13-85	ставрида макуруронус путассу прочие рыбы кальмары	34 42 8 11 20

Два других вида облавливаются на северо-западном и северо-восточном участках о. Южный. Южная ставрида распространена на шельфе и верхней части материкового склона от крайних северных участков плато ( $33^{\circ}$  ю. ш.) на юге до о. Стюарт ( $48^{\circ}$  ю. ш.).

Данный вид является активным мигрантом, который использует для размножения северные (субтропические) воды, а для нагула — южные (субантарктические) более холодные, но более продуктивные. Нерест происходит у о. Северный в весенне-летний сезон Южного полушария — в октябре-июле (спиком в декабре-феврале), когда наблюдается максимальный прогрев воды ( $16-23^{\circ}\text{C}$ ) и наибольшие биомассы планктона.

По завершении нереста часть крупной ставриды мигрирует на юг в высокопродуктивные воды зоны субтропической конвергенции, а часть остается в репродуктивном районе о. Северный, смещаясь с мелководья в нижние участки шельфа [Носов, 1977]. С началом зимнего охлаждения южных районов ареала крупная ставрида из мест нагула в высокопродук-

тивных водах о. Южный мигрирует на север, образуя основные скопления на обширном участке между о. Северный и о. Южный.

По материалам ТИНРО в 60-70-х гг. здесь в период зимовок сосредотачивались до 80% всей ставриды после ее нагула. На этом участке проходят главные пути нерестовых и нагульных миграций половозрелой ставриды с западного и восточного шельфа о. Северный. Биологическое состояние и поведение ставриды тесным образом связано с межгодовой изменчивостью экологических условий, подверженных в районе Новой Зеландии довольно существенным колебаниям. В холодные годы нерест растянут до конца июля, нагул в водах о. Южный завершается очень рано — в мае, миграции на север заканчиваются в сжатые сроки, ставрида обладает высокой упитанностью, питается во время миграций очень слабо.

В теплые годы наблюдается противоположный процесс: нерестовый период завершается очень быстро — в мае, миграции на север с районов нагула очень растянуты и продолжаются до конца августа. Обилие кормового планктона и длительность его вегетации создают благоприятные условия для интенсивного нагула и роста ставриды.

Согласно литературным данным [Носов, 1977], в 1964-1976 гг. запас южной ставриды в водах Новозеландского плато оценивался величиной 800 тыс. т. Данный вид был основным в уловах советских траулеров, ведущих здесь его промысел. В тот период промысловая часть популяции вида была представлена в уловах рыбами размерами 12-52 см в возрасте от 2 до 16 лет с доминированием особей 25-37 см в возрасте 5-8 лет. Основные скопления вида отмечались в зимний сезон к северо-востоку от залива Тасман, где уловы составляли около 3 т за час трапления.

По данным наблюдений ЮгНИРО уловы южной ставриды значительно снизились по сравнению с 60-70 гг.

В мае-июле 1994-1996 гг. она облавливалась тралями на северо-западном и западном участках о. Южный (7 сектор) на глубинах 170-360 м. Доля ее улова не превышала нескольких десятков килограмм, лишь изредка достигая 200-500 кг за трапление.

При проведении тралевых работ на больших глубинах данный вид не образовывал скоплений.

Основными причинами уменьшения уловов южной ставриды, на наш взгляд, являются, с одной стороны, смещение ее промысла в 90-х годах в более южные районы (7 сектор) и на большие глубины, с другой — сокращение численности за счет освоения ее южной части ареала перуанской ставридой. Последняя, как это будет показано ниже, стала доминирующим видом среди ставридовых о. Южный.

Длина южной ставриды в уловах колебалась от 30 до 50 см (масса от 600 до 1900 г) с модальной группой 44-46 см при средних размерах 44,9 см и средней массе 1184 г. Все особи находились в посленерестовом и нерестовом состоянии. Основным компонентом питания были эвфаузииды (частота встречаемости 92%). В меньшей степени встречались миктофиды (5%), сальпы (3%) и осьминоги (2%).

**Перуанская ставрида.** Наиболее массовый вид ставриды в тралевых уловах о. Южный. Появление этого вида в прибрежных водах Новой Зеландии произошло в середине 80-х годов за счет роста ее численности в открытых областях ЮВТО-ЮЗТО и возросших в связи с этим миграций скоплений в генеральном западном направлении [Елизаров и др., 1992; Некрасов, 1994]. С 1987 г. перуанская ставрида значится в списке рыб с квотируемым выловом в Новозеландской экономической зоне, что свидетельствует об относительно высокой здесь ее численности [Шунтов, 1979, б]. В период выполнения наших наблюдений (май-ноябрь) наиболее эффективный промысел этого вида отмечался на

западных участках шельфа о. Южный (7 сектор) с третьей декады июня по вторую декаду июля.

Так, в 1994 и 1995 гг. за указанный период вылов в этом регионе БАТМ "Голубец" (СГП "Атлантика") составил 1430 и 1600 т соответственно, из которых на долю ставриды (в основном перуанской) пришлось 43 и 52%. Траления осуществлялись над глубинами 180-770 м в горизонтах от 50 до 770 м при скорости 3-6 (в основном 4-5) узлов.

Максимальные уловы ставриды достигали 40 т за 15 мин. траления на глубинах 300-350 м. Анализ суточной динамики уловов в июне-июле 1994 г. показал, что наиболее результативный промысел осуществлялся в темное время суток (с 20 до 04 ч.), когда ее средний улов за 1 час траления составлял 6,5-6,7 т; в интервал с 04 до 08 ч. и с 16 до 20 ч. этот показатель снижался с 2,9 до 3,7 т; с 08 до 16 ч. ставрида практически отсутствовала. Оптимальными рабочими глубинами для ее промысла в ночное время были 150-200 м. Скопления тяготели к градиентным зонам с температурами 12-14,8°C и хорошо фиксировались регистрирующими приборами — "Simad" и "Furuno".

Обычно в дневное время скопления рассеивались и рыбы удерживались вблизи грунта, с наступлением темноты ставрида поднималась в толщу воды ближе к поверхности, где образовывала плотные, устойчивые косяки. В соответствии с суточными вертикальными миграциями рыб в светлое время суток траления выполнялись в основном в придонном варианте, в темное время — в верхних слоях воды, на глубинах 100-300 м. Скорость позволяла успешно облавливать обнаруженные скопления ставриды. Размеры рыб в уловах были представлены особями от 40 до 62 см (масса от 840 до 2450 г) с модальной группой 46-54 см (масса 1150-1211 г). Промысел базировался на посленерестовых и нагульных скоплениях. Рыбы со стадиями зрелости IV и IV-V встречались в уловах единично. В пищевом комке отмечались в основном эвфаузииды, в меньшей степени сальпы и мелкие миктофовые рыбы. Средний балл ожирения в июне-июле был высоким и составлял около 2,0, в июле-сентябре он снижался до 1,0, а в ноябре — не превышал 0,6.

Известно, что данный вид широко распространен в экономзонах Чили и Перу и эпипелагиали нотальной зоны Тихого океана за пределами шельфовых вод этих государств [Елизаров и др., 1992; Некрасов, 1994]. Отсутствие круглогодичных наблюдений за биологическим состоянием вида и данных ихтиопланкtonных съемок в экономзоне Новой Зеландии не позволяют выяснить возможность массового нереста перуанской ставриды в умеренных водах этого района.

По нашему мнению, миграции крупноразмерных особей перуанской ставриды в высокопродуктивные воды Новой Зеландии носят нагульный характер, т. к. здесь имеет место высокое развитие первичной продукции и на ее базе — всех последующих звеньев в пищевой цепи, включая макропланктон (в т. ч. эвфаузииды, сальпы) и мелких рыб (миктофовые), отмеченных в питании данного вида.

**Новозеландский макруронус** (семейство мерлузовых) — основной промысловый объект вылова украинских добывающих судов в эконом zone Новой Зеландии, на долю которого приходится более 36% от среднегодовой добычи (табл. 2). Согласно статистике ФАО его общий вылов в данном районе увеличился с 1990 по 1995 гг. в 1,8 раза (с 84,3 до 152,2 тыс. т). Выделяемая ежегодно квота вылова макруонуса в последние годы равняется 200 тыс. т, т.е. недоиспользуемый промыслом ресурс составляет порядка 50 тыс. т. Промысел макруонуса осуществляется в течение круглого года, но наиболее эффективен в периоды образования преднерестовых и нерестовых скоплений.

Данный вид отличается значительной эвритеческостью (встречается при температуре от 7 до 15,5°C), что способствует его широкому распространению на Новозеландском плато — от 34° ю. ш. до 54° ю. ш. и на глубинах от 30 м до 1000 и более м [Благодеров, 1980].

Репродуктивная область ареала расположена в зоне субтропической конвергенции и прилегающих к ней субтропических водах; нагульная — в субтропических и субантарктических водах, причем в последней макруронус более многочислен [Шунтов, 1979, б; Благодеров, 1980]. Размножение происходит в толще воды при температуре 10-12°C. Молодь макруронуса длиной 10-25 см обитает в основном на шельфе и пелагиали, половозрелые особи — на глубинах 300 и более метров.

Для макруронуса характерны сезонные миграции, которые зависят от биологического состояния кормовой базы в районах.

В зимнее время распределение его характеризуется наиболее северным положением. В этот период половозрелый макруронус концентрируется в районах нерестилищ — восточное [Шунтов, 1979, б; Благодеров, 1980] и западное [Kerstan, Sahrhage, 1980] побережье о. Южный, а молодь на западных склонах банки Мерну и западной части поднятия Чатем.

В весенне-летний период половозрелый макруронус совершает нагульные миграции на юг вдоль склона восточного [Шунтов, 1979, б; Благодеров, 1980] и западного побережья [Kerstan, Sahrhage, 1980] о. Южный в субантарктические воды проникает на плато Кэмпбелл, где в летнее время формируется зона с повышенными биомассами макрофланктона.

В осенний период половозрелый макруронус начинает миграцию из субантарктических вод в районы нереста (с юга на север). Часть особей не участвует в нересте данного года и остается в местах нагула.

В появлении урожайности поколений макруронуса отмечена 3-4-летняя цикличность. Урожайные поколения отмечены при температурах на нерестилищах от 9,3 до 10,8°C. Более низкие температуры (ниже 9°C) неблагоприятно сказывались на выживаемости икры и личинок [Благодеров, 1980].

Украинские суда ведут промысел этого объекта в водах Новой Зеландии обычно в июле-ноябре.

Наиболее высокие уловы макруронуса отмечены в III квартале на участке западного побережья между 40-43° ю. ш. (глубины 220-700 м), где данный вид образует плотные преднерестовые и нерестовые скопления. По данным наблюдателей ЮгНИРО в 1992-1994 гг. на этом участке в III декаде июля-середине августа (пик нереста) среднесуточные уловы на судах типа БАТМ составляли 48-71 т и их основа (99% от вылова) приходилась на макруронуса. Вылов этого объекта сдерживался только возможностями переработки (разделки) рыбы. Траления велись круглосуточно. В дневное время они выполнялись в придонном варианте, а в ночное — в толще воды (горизонты 200-580 м). Косяки в виде отдельных пятен и лент хорошо фиксировались рыбопоисковой аппаратурой. В это время на промысле находилось до 35-40 крупнотоннажных судов.

В сентябре-октябре промысел макруронуса смешался в более южные районы — между 46-49° ю. ш. (5 сектор) и базировался на нагульных скоплениях. Среднесуточные выловы в этот период фиксировались в два раза ниже по сравнению с июлем-августом на нерестовых скоплениях. Концентрации макруронуса были небольшими по площади и носили кратковременный характер.

Поисковые работы в октябре-ноябре у восточного побережья о. Южный (3 сектор) не выявили значительных скоплений макруронуса:

среднесуточные уловы на судах типа БАТМ в районе банки Мерну (глубины 320-590 м) составляли 7-14 т, на поднятии Чатем (500-530 м) — 34 т.

Размерный состав макруронуса в уловах был представлен особями от 20 до 120 см (масса от 30 до 4780 г) при средней длине 72 см (масса 1390 г). Основа уловов приходилась на размерную группу 70-85 см (масса 1000-1600 г). Возрастной состав макруронуса в уловах был представлен особями от 2 до 13 лет. Неполовозрелая часть популяции состояла в основном из рыб длиной 25-37 см в возраст 2 года, половозрелая — от 40 до 110 см в возрасте от 2 до 13 лет [Руссело, 1986]. Отмечено преобладание самцов в младших возрастных группах и самок в старших, что объясняется более ранним созреванием самцов и более коротким их жизненным циклом.

Для данного вида характерен порционный нерест [Шунтов, 1979, а, б; Благодеров, 1980]. По нашим наблюдениям в ястыках нерестующих самок всегда присутствовали ооциты 2-3 генераций. Причем наблюдалось два пика нереста: один в конце первой-середине второй декады июля, второй — в конце июля-начале августа.

В сентябре-ноябре в уловах доминировали отнерестившиеся рыбы.

Интенсивность питания макруронуса во все месяцы наблюдений была слабой: в июле-августе средний балл наполнения составлял 0,08, а в сентябре-октябре — 0,2. В пищевом комке доминировали миктофиды и эвфаузиды, из рыб также отмечены — мавролик, паралепедиды, из беспозвоночных — креветки, кальмары, сальпы.

**Южная путассу.** Относится к семейству тресковых и является наиболее массовым видом на плато Кэмпбелл, расположенному южнее субтропической конвергенции.

Для этого района характерны наибольшие колебания температуры поверхности воды — от 10-11°C летом до 7-8°C зимой, более низкая продуктивность вод по сравнению со смежными водами о. Южный и Чатемского хребта и наличие устойчивых круговоротов у подводных и островных поднятий Окленд, Кэмпбелл, Пукаки, Баунти [Шунтов, 1979, б]. Эти особенности гидрологического режима в значительной мере определяют особенности распределения данного вида, который образует основные нерестовые и нагульные скопления у поднятий дна, где наблюдаются наиболее высокие биомассы планктона и наименьший разнос икры и личинок. Данный вид совершает четко выраженные нагульные и нерестовые миграции: зимой — нерестовые с плато Кэмпбелл и поднятия Баунти, где расположены основные его нерестилища; весной — нагульные с поднятия Баунти на поднятие Кэмпбелл, где он нагуливается весь летний и осенний период [Шунтов, 1979а, б].

Южная путассу — быстрорастущий вид с относительно коротким жизненным циклом, для которого характерны порционное икрометание (вымет двух порций и значительные флюктуации численности). Для этого вида, также как и для новозеландского макруронуса, установлена 3-4-летняя цикличность, хотя и менее выраженная. Урожайные поколения появляются в холодные типы сезонов.

Промысловая обстановка всецело зависит от уровня запасов путассу [Шунтов и др., 1978]. В годы ее высокой численности скопления у островов Баунти наблюдаются во все сезоны и особенно плотные в преднерестовый и нерестовый периоды — с конца июля по ноябрь. В периоды более низкой численности у островов Баунти значительные скопления, на которых возможен стабильный лов, бывают только во время нерестовых подходов — в августе и сентябре. На банке Пукаки время лучших концентраций путассу с сопутствующими видами — в июне-августе и октябре-ноябре.

Согласно данным ФАО [FAO Yearbook, 1995; 1997] общий среднегодовой вылов южной путассу в экономзоне Новой Зеландии в период 1984-1989 гг. и 1990-1995 гг. увеличился с 9,6 до 15,4 тыс. т (табл. 1). До 1992 г. включительно новозеландская сторона не вводила ограничения на промысел объекта. Начиная с 1993 г. вылов путассу в зависимости от ее численности жестко регламентируется по отдельным районам промысла. Наиболее успешный промысел осуществляется в августе-сентябре и базируется на нерестовых и нагульных скоплениях. В течение 1994-1997 гг. в этот период вылов путассу украинскими судами составил соответственно 1,6 тыс. т, 5,8 и 3,0 тыс. т. В периоды проведения наблюдений на плато (август-октябрь 1992-1994 гг.) наиболее плотные и стабильные скопления путассу отмечены в районе Баунти, с середины августа по середину сентября, где среднесуточные уловы украинских судов были на уровне 33-43 т на судо-сутки лова. Промысел осуществлялся на глубинах 180-330 м и базировался на нерестовых скоплениях путассу.

В районах поднятий Пукаки и о. Кэмпбелл скопления в августе-октябре были нестабильны, и среднесуточные уловы колебались от 9 до 65 т на судо-сутки лова. Промысел базировался на нагульных скоплениях и отнерестившихся рыбах. Следует отметить, что на поднятии Кэмпбелл в сентябре-октябре в уловах отмечалось незначительное количество текучих самок путассу (до 8% от проанализированных рыб), что подтверждает данные иностранных исследователей Керстан и Сахрхаге [Kerstan and Sahrhage, 1980] о нересте вида в этот период в данном районе. Однако по нашим материалам нерест здесь не носил массового характера.

Плотные скопления южной путассу хорошо фиксировались рыбопоисковой аппаратурой в виде отдельных уплотнений "буров" высотой 20-40 м и протяженностью 2-5 миль. В светлое время скопления путассу отмечались непосредственно на грунте, а в ночное — в отрыве от грунта на 80-100 м.

Размеры рыб в уловах представлены особями от 22 до 62 см и массой от 300 до 2000 г. Преобладающий их возраст — 4-7 лет, иногда отмечались особи в возрасте 13 и более лет. Размерный состав путассу в отдельных районах отличался. Наибольшим он был на поднятии Пукаки (мода 46-52 см, средний размер 45,9 см), а наименьшим — на поднятии Баунти (36-44 см, 42,2 см). В этих районах в периоды наших работ рыбы находились соответственно в нагульном и нерестовом состоянии. Доминирование в траловых уловах на поднятии Баунти мелкоразмерных особей свидетельствует о преобладании в нерестовом стаде путассу впервые созревших особей.

В районе о. Кэмпбелл, где наблюдалась в основном нагульные скопления путассу, отмечено значительное уменьшение размерного состава рыб в 1994 г. по сравнению с 1992 г.

Так, если в 1992 г. в уловах доминировали рыбы длиной 40-52 см (средний размер 45,7 см, масса 645 г), то в 1994 г. преобладали размеры 30-36 см (в среднем 34,3 см, масса 234 г). Уменьшение размеров рыб в 1994 г., связано с вступлением в этот период в промысел молодых рекрутов.

Анализ содержимого желудков путассу показал, что она питалась слабо (средний балл наполнения в районах не превышал 0,9). Из компонентов питания чаще всего встречались эвфаузииды (61%), значительно в меньшей степени — миктофиды (9,8%), креветки (2,5%), мелкие особи путассу (0,4%). В районе поднятия Баунти в желудках отмечалась икра.

Из других объектов промысла наибольшее значение имели австралийская скумбрия, снэк и новозеландский хек.

Скумбрия (размеры 40-52 см, масса 1000-1860 г) и снэк (50-90 см, 780-3200 г) в основном облавливались в июле при специализированном промысле ставриды, где их доля в общем вылове составляла до 30%. В этот период наиболее высокие уловы скумбрии (13 т/час траления) отмечались в дневное (8-12 часов), а снэка (3,6 т/час траления) в ночное (0-4 часа) время. Большинство особей скумбрии находилось в нагульном, а снэк в преднерестовом состоянии.

В другие сезоны приловы этих рыб были незначительными и обычно не превышали 0,2-0,3 т/час траления.

Новозеландский хек в середине 70-х годов был основным объектом промысла иностранного специализированного флота.

В настоящее время запасы его невелики и промысел ограничен. Данный объект преимущественно облавливается в сентябре-октябре на западном шельфе о. Южный на глубинах 600-670 м. В сентябре 1993 г. специализированный промысел хека осуществлял БАТ "Голубец" на участке 42°00'-42°40' ю. ш. За 23 суток общий вылов составил 400,7 т, в том числе 350 т (87% от вылова) хека, 21 т (5%) макруронуса и 30 т (8%) прочих рыб (снэк, сериолелла, красная треска, австралийская мора). Средние уловы равнялись 17,4 т на судо-сутки лова. Модальную группировку хека составляли рыбы длиной от 70 до 90 см массой 2800-4950 г. Промысел базировался на нагульных скоплениях.

Наиболее высокие уловы (3,2 на час траления) отмечались в вечернее (16-20 часов) время.

В октябре хек облавливается в качестве прилова на участке между 47°20'-49°10' ю. ш. при ведении специализированного промысла макруронуса. Средние его уловы на БАТ "Голубец" составляли 4-5 т на судо-сутки лова при максимальных 10 т за 4-часовое траление. Размеры хека в этот период были крупные (мода 85-105 см, масса 5400-8830 г). В уловах преобладали преднерестовые особи.

Прочие рыбы не играли существенной роли в промысле.

В заключение необходимо отметить, что представленные нами особенности биологии и распределения основных видов рыб, на которых базируется украинский промысел, в значительной мере помогут добывающим организациям Украины строить правильную стратегию рыболовства и тем самым повысить эффективность работы своего флота в этом новом и перспективном для нашей страны регионе Мирового океана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Благодеров А.И. Основные черты биологии новозеландского макруронуса *Macruronus novaezelandiae* (Hector)/Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Севастополь, 1980. — 23 с.
2. Елизаров А.А., Гречина А.С., Котенев Б.Н., Кузнецов А.Н. Перуанская ставрида (*Trachurus symmetricus* Murphy) в открытых водах южной части Тихого океана//Вопр. ихтиологии, 1992. Т. 32. Вып. 6. — М.: Наука. — С. 57-74.
3. Краткое промыслово-биологическое описание Новозеландского плато/В.П. Шунтов и др. — Владивосток, 1978. — 51 с.
4. Некрасов В.В. Ставриды Мирового океана. — М.: Изд-во ВНИРО, 1994 . — 227 с.
5. Носов Э.В. Основные черты биологии новозеландской ставриды (*Trachurus declivis* Jenyns, 1842)/Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Севастополь, 1977. — 24 с.
6. Руссело И.Б. О росте и возрасте новозеландского макруронуса (*Macruronus novaezelandiae*)/Труды Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии, 1996. Т. 42. — Керчь: ЮгНИРО. — С. 90-93.
7. Шунтов В.П. Ихтиофауна юго-западной части Тихого океана. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 193 с.

8. Шунтов В.П. Ихтиофауна Австралийского и Новозеландского районов и условия ее существования//В кн.: Нектон и ихтиопланктон Австрало-новозеландского региона. — М.: Наука, 1979, б. — С. 7-56.
9. Шунтов В.П., Шурупов Н.А., Васильков В.П. Цикличность в воспроизводстве рыб Новозеландского плато по данным промысловой статистики//Вопр. ихтиологии, 1980. Т. 20. Вып. 1 (120). — М.: Наука. — С. 46-58.
10. Kerstan M., Sahrhage D. Biological investigations on fish stocks in the water off New Zealand. — Hamburg, 1980. — 165 p.
11. FAO Yearbook. Fishery Statistics. Catch and Landing 1993. Vol. 76. — Rome: FAO, 1995. — 687 p.
12. FAO Yearbook. Fishery Statistics. Catch and Landing 1995. Vol. 80. — Rome: FAO, 1997. — 714 p.

Э.В. БУДНИЧЕНКО

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ  
ЮЖНЫХ ОРКНЕЙСКИХ И ЮЖНЫХ  
ШЕТЛАНДСКИХ ОСТРОВОВ В ОСЕННИЙ  
ПЕРИОД 1997 ГОДА**

Рассматриваются результаты полевых исследований зоопланктона в осенний период 1997 г. в южной части океана. Даётся анализ качественного состава зоопланктона, его пространственное распределение в зависимости от циркуляции водных масс, возрастной состав доминирующих видов. Выявлены существенные различия количественного развития зоопланктона, а также сезонного состояния копепод в водах различной модификации. Наиболее продуктивными были воды Фронта моря Скотия, более слабое развитие зоопланктона отмечалось в море Уэдделла. В возрастной структуре копепод также прослеживались отличия. В море Скотия развитие копепод происходило раньше, чем в море Уэдделла.

**ВВЕДЕНИЕ**

В период 1-й Украинской антарктической экспедиции проводились комплексные океанографические исследования в южной части Атлантического океана (Южные Оркнейские и Южные Шетландские острова), в задачу которых входило выяснение закономерностей функционирования антарктической экосистемы. Одним из важных структурных элементов морских пелагических сообществ является зоопланктон, который имеет большое значение в функционировании морских биоценозов различных районов океана. Знание закономерностей пространственно-временной изменчивости структуры и обилия зоопланктона позволяет осуществлять прогноз состояния планктонного сообщества в процессе его сукцессии, а также дает представление о величине и динамике кормовой базы рыб и других объектов. Так, крупные виды копепод, преобладающие в местах скопления криля, могут быть конкурентами криля в питании фитопланктоном, а также служить ему пищей.

С этой целью изучался качественный состав зоопланктона, его обилие, характер распределения на полигоне в зависимости от циркуляции водных масс, а также возрастной состав доминирующих видов.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Материалом для работы послужили 85 проб зоопланктона, собранных на НИС "Эрнст Кренкель" в марте 1997 г. в районе Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов (рис. 1). Облов планктона производился в слоях 100-0 м и 500-0 м, сетью БР 80/113, газ 49. При камеральной обработке проб копеподы подсчитывались по видам и возрастным стадиям. Для определения биомассы всего зоопланктона и отдельных его видов использованы веса зоопланктеров, определенных Ефимовым В.С. на основании массового промера материала [Воронина, 1984].

Распределение и обилие зоопланктона рассматривалось в водах трех типов: воды Южной периферии Антарктического Циркумполярного течения (АЦТ), смешанные воды вторичной фронтальной зоны (ВФЗ), подразделяемые на собственно воды ВФЗ и воды дивергенции моря Скотия, именуемые в литературе как фронт моря Скотия [Gordon, 1977] и воды моря Уэдделла.

### ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА

Зоопланктон в районе Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов по нашим данным был представлен 6 систематическими группами, среди которых преобладали копеподы (более 50% суммарной биомассы), насчитывающие 22 вида. Другие группы зоопланктона менее разнообразны по составу и значительно уступают по своему обилию. После копепод существенная роль *Euphausia* и *Amphipoda*, доля которых в биомассе составляла 31 и 15% соответственно (в слое 100-0 м) (табл. 1, 2). В исследуемом районе, так же как и во всей Антарктике, наблюдается резкое доминирование небольшого числа видов копепод, которые образуют больше половины общей биомассы зоопланктона (табл. 3). Преобладающими являются 4 вида, среди которых наибольшее значение имеет *Metridia gerlachei*. На долю

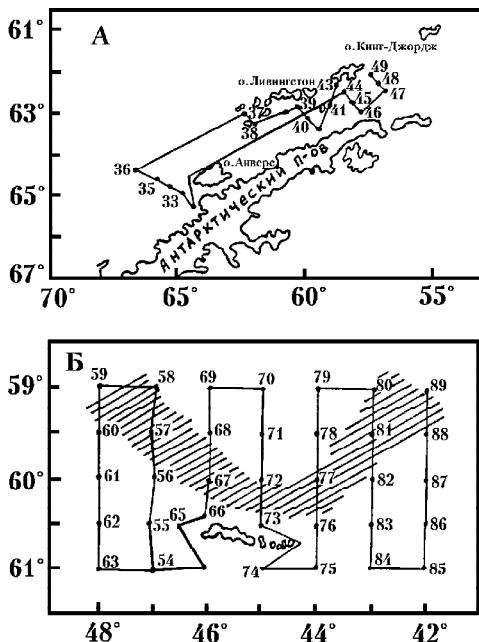


Рис. 1. Схема комплексных станций, выполненных 1-й Украинской экспедицией в марте-апреле 1997 года:

А — Южные Шетландские острова;  
Б — Южные Оркнейские острова;  
■ — полоса слияния вод моря Уэдделла и моря Скотия

этого вида в районе Южных Оркнейских островов приходится 62%, а у Южных Шетландских — 94% (от общей биомассы зоопланктона). Меньшую роль играют *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, *Rhincalanus gigas*. Наряду с этими видами для мезозоопланктона исследуемого региона характерно присутствие большого числа мелких копепод, представителей отряда *Cyclopoida* и *Calanoida* (табл. 2, 3). Кроме того, необходимо отметить, что в районе Южных Оркнейских островов отмечено большое количество сальп, наибольшие скопления которых прослеживались на участке 59° ю. ш. и 45° з. д., где вес этих организмов достигал 1,5 кг.

Таблица 1

#### Роль различных групп зоопланктона (%) в районе Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов

Горизонт, м	Copepoda	Euphausia	Ostracoda	Mollusca	Oikopleura	Amphipoda
Южные Оркнейские острова						
100-0	54	31	0,21	0,15	0,016	15
500-0	70	22	0,69	0,04	0,05	8
Южные Шетландские острова						
100-0	99	0,12	0,06	-	-	0,45

Таблица 2

**Биомасса зоопланктона (мг/м<sup>3</sup>) в районе Южных Оркнейских островов в марте 1997 г. в водах различной модификации**

Виды и группы организмов	Воды Южной периферии АЦТ		Смешанные воды ВФ З				Воды моря Уэдделла	
			Фронт моря Скотия		воды собственно ВФ З			
	100-0	500-0	100-0	500-0	100-0	500-0	100-0	500-0
Oithona frigida	2,28	0,63	2,12	0,3	0,89	0,52	0,58	0,45
Oncaea curvata	0,021	-	0,066	0,044	0,038	0,058	0,044	0,076
Oncaea conifera	0,0036	0,22	0,39	0,27	0,13	0,19	0,099	0,17
Oncaea notopus	0,024	-	0,03	0,027	-	0,0034	0,0062	0,0044
Oncaea sp.	0,124	0,03	0,026	0,05	0,047	0,046	0,025	0,063
Calanoides acutus	0,6	0,63	7,39	0,9	1,56	1,82	4,15	0,92
Calanus propinquus	0,54	1,06	5,03	0,94	2,6	0,91	1,71	1,96
Calanus simillimus	0,006	-	-	-	0,017	0,0095	-	0,4
Ctenocalanus vanus	0,7	0,5	1,39	0,53	0,37	0,1	0,31	0,2
Clausocalanus laticeps	0,22	0,016	-	-	0,0006	-	-	-
Microcalanus pugmaeus	0,024	-	-	-	-	0,01	0,0027	0,012
Scaphocalanus brevicornis	1,15	-	-	-	0,04	0,008	-	0,21
Scaphocalanus subbrevicornis	-	0,05	0,52	0,15	0,044	0,058	-	-
Scolecitrichella glacialis	0,0066	0,05	0,13	-	-	0,053	-	0,0064
Rhincalanus gigas	2,36	3,94	5,82	0,13	0,35	1	3,04	0,37
Metridia gerlachei	14,06	50,6	55,65	25	19,75	7	4,05	7,23
Paraeuchaeta sp.	0,009	-	-	10,62	0,25	0,13	0,0091	0,053
Paraeuchaeta antarctica	-	-	-	-	-	0,12	-	-
Heterorhabdus austrinus	-	-	-	-	0,1	0,02	-	0,0021
Racovitzanus antarcticus	-	-	-	0,0025	-	0,012	-	-
Gaidius tenuispinus	-	-	0,0045	0,0058	-	0,12	0,1	0,0036
Nauplia Copepoda	0,085	0,011	0,2	0,012	0,21	0,028	0,038	0,032
Всего: Copepoda	22,21	57,74	78,76	39	26,4	12,22	14,16	12,16
Личинки Euphausia	3,34	14,11	54	20	2,36	1,36	10,44	1,45
Ostracoda	0,019	0,33	0,24	0,072	0,27	0,19	0,018	0,28
Gastropoda	0,015	-	0,038	0,0027	0,0066	0,035	0,013	0,011
Oikopleura	0,016	0,0089	0,007	-	0,12	0,033	0,019	0,024
Amphipoda	28,49	10,68	13,61	0,35	0,013	2	1,52	2,07
Chaetognatha	-	-	-	0,14	-	0,0098	-	-
Всего:	54	83	147	59	29	16	26	16
Средняя биомасса по району	100-0 64	500-0 44						

Таблица 3

**Биомасса доминирующих видов копепод**

Наименование организмов	Южные Шетландские острова		Южные Оркнейские острова			
	100-0		100-0		500-0	
	Биомасса	% от общей биомассы	Биомасса	% от общей биомассы	Биомасса	% от общей биомассы
Calanoides acutus	0,46	1	3,02	12	1,02	4
Calanus propinquus	0,24	1	2,02	8	1,4	6
Metridia gerlachei	37	94	15,69	62	15,16	68
Rhincalanus gigas	0,75	2	1,9	7	0,88	4

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА

### Южные Оркнейские острова

В исследуемом районе распределение зоопланктона, численность и расположение участков с максимальной концентрацией зависит в первую очередь от биологического сезона, а также от особенностей динамики вод. Средняя биомасса зоопланктона на всей обследованной акватории в слое 100-0 и 500-0 м составляла соответственно 64 и 44 мг/м<sup>3</sup>. Однако уровень развития зоопланктона в водах различной модификации отличался.

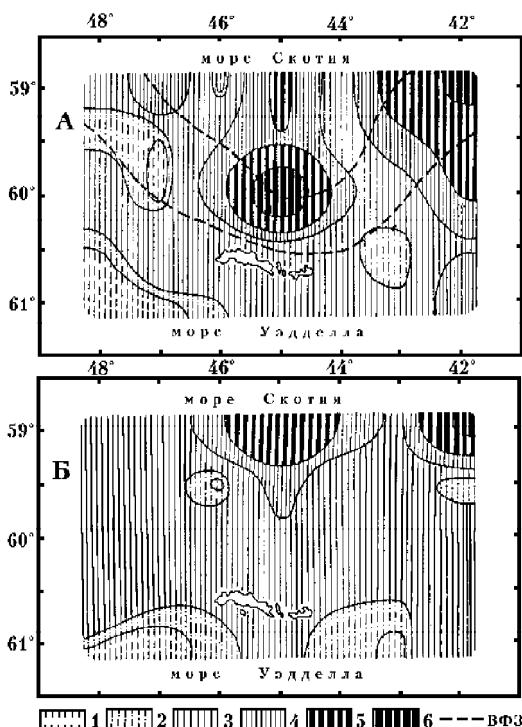
Наиболее высокими показателями величины биомассы (147 мг/м<sup>3</sup>) в слое 100-0 м характеризовались воды фронта моря Скотия (табл. 2, рис. 1, 2, Б). Здесь отмечены максимальные скопления копепод и личинок *Euphausia*. Особенno большие концентрации личинок *Euphausia* зафиксированы на станции 72 и 89, где их биомасса в слое 100-0 м составляла 160 и 130 мг/м<sup>3</sup>. Копеподы, среди которых доминировала *Metridia gerlachei*, достигали максимума (85 мг/м<sup>3</sup>) на станции 58. Повышение концентрации зоопланктона в этих водах наблюдалось также на станции 80, что было обусловлено большими скоплениями *Amphipoda* и *Copepoda*.

Средняя величина биомассы в водах Южной периферии АЦТ была почти в три раза ниже по сравнению с фронтальной зоной моря Скотия и составляла в слое 100-0 м 54 мг/м<sup>3</sup>. В этих водах доминировали представители *Amphipoda* (28 мг/м<sup>3</sup>) и *Copepoda* (22 мг/м<sup>3</sup>). Доля личинок *Euphausia* была незначительной, их биомасса не превышала 3 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее многочисленными *Amphipoda* были на участке 59° ю. ш.-45°02' з. д., где их биомасса достигала 112 мг/м<sup>3</sup>, а максимальные скопления копепод (65 мг/м<sup>3</sup>) отмечены в районе 59°30' ю. ш.-44°59'

Рис. 2. Распределение биомассы зоопланктона в районе Южных Оркнейских островов в марте 1997 года:  
А — в слое 100-0 м, Б — в слое 500-0 м

з. д. В слое 500-0 м воды АЦТ были богаче, чем в зоне фронта моря Скотия, что обусловлено более интенсивным развитием здесь копеподы *Metridia gerlachei* и личинок *Euphausia* (рис. 2, А).

Очень слабое развитие зоопланктона наблюдалось в водах ВФЗ и водах моря Уэдделла, где происходило уменьшение биомассы зоопланктона до 29 и 26 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее продуктивный район в водах ВФЗ располагался на станциях 67 и 81, здесь преобладали копеподы (в основном *Metridia gerlachei*). В водах моря Уэдделла наибольшее пятно обилия зоопланктона обнаружено в районе 60°59' ю. ш.-42° з. д., главным образом за счет скопления здесь крупных копепод — *Rhincalanus gigas* и *Metridia gerlachei*. Увеличение биомассы до 105 мг/м<sup>3</sup> происходило



также на участке 59°59' ю. ш.-42°00' з. д., где зафиксировано большое количество личинок *Euphausia*.

### Южные Шетландские острова

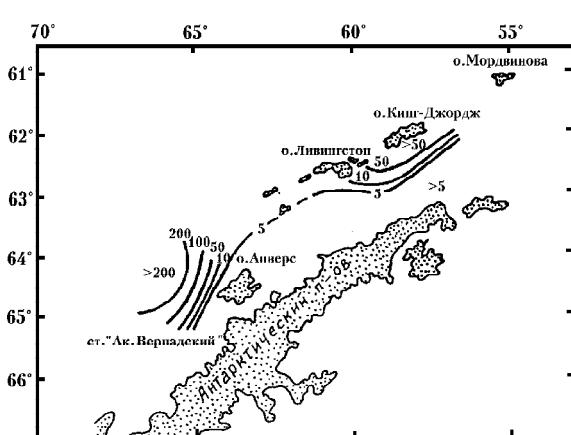


Рис. 3. Распределение биомассы зоопланктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в районе Южных Шетландских островов в слое 100-0 м в марте 1997 года

отмечались в районе 64°34' ю. ш.-64°42' з. д., где биомасса этого рака составляла 209  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Достаточно высокий уровень ее развития (70-90  $\text{мг}/\text{м}^3$ ) наблюдался также на станциях 43 и 49 (рис. 3).

Средняя величина биомассы зоопланктона в этом регионе для слоя 100-0 м составляла 40  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Зоопланктон состоял в основном из копепод (табл. 4). Личинки *Euphausia* и *Amphipoda* встречались в единичных экземплярах. Преобладающей формой среди копепод была *Metridia gerlachei*, биомасса которой достигала 37  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Доля остальных представителей копепод была ничтожно малой, биомасса их не превышала 1  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Наибольшие скопления *Metridia gerlachei*

Таблица 4

**Биомасса зоопланктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в районе Южных Шетландских островов в марте 1997 года**

Виды и группы зоопланктона	100-0 м
Oithona trigida	0,86
Oncala curvata	0,011
Oncala sp.	0,006
Ctenocalanus vanus	0,4
Scaphocalanus subbrevicornis	0,0039
Scolecitricella glacialis	0,0017
Calanoides acutus	0,47
Calanus propinquus	0,24
Metridia gerlachei	37,00
Rhincalanus gigas	0,75
Paraeuchaeta sp.	0,002
Paraeuchaeta antarctica	0,018
Nauplii Copepoda	0,0057
Всего: Copepoda	39,75
Ostracoda	0,023
Личинки: Euphausia	0,05
Amphipoda	0,018
Всего:	40,00

## ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ КОПЕПОД

### Южные Оркнейские острова

Анализ возрастной структуры копепод осуществлялся для четырех видов копепод: *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, *Rhincalanus gigas*, *Metridia gerlachei*. Характеристика возрастного состава копепод проводилась в водах различной модификации. В водах АЦТ в популяции *Calanoides acutus* и *Rhincalanus gigas* полностью отсутствовали младшие копеподиты (рис. 4, А, В). Доминировали раки IV-V-VI стадий. Популяция *Calanus propinquus* и *Metridia gerlachei* в этих водах была моложе. Присутствовали копеподиты I-II-III стадий (рис. 4, Б, Г).

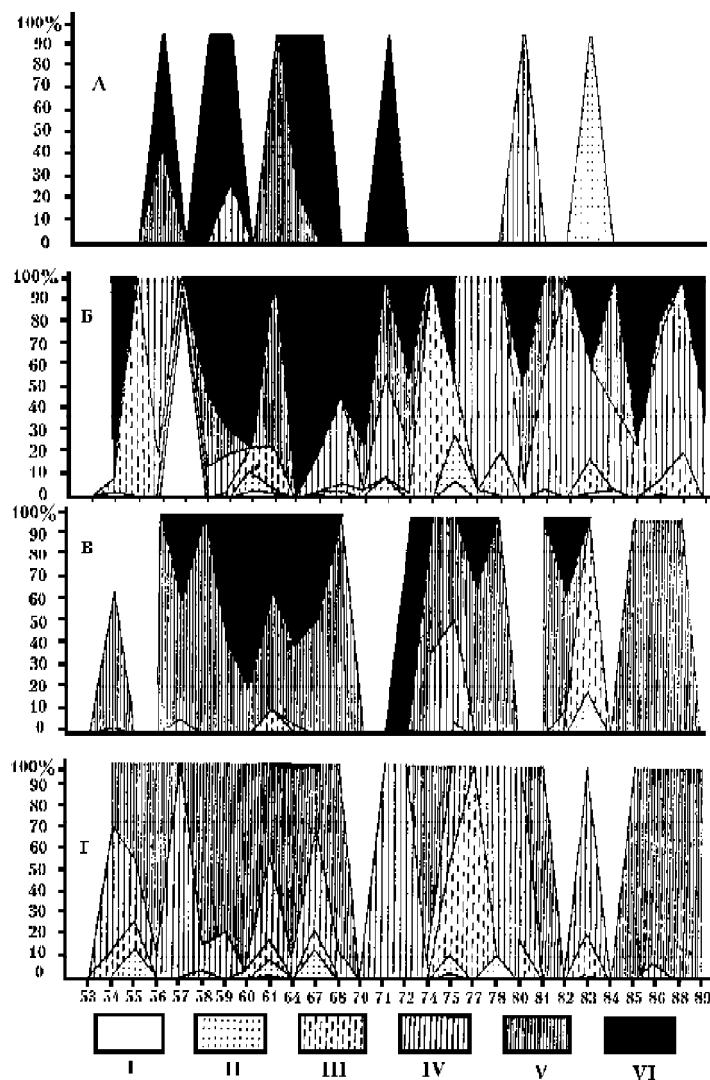


Рис. 4. Возрастной состав копепод в слое 500-0 м  
в районе Оркнейских островов:

А — *Rhincalanus gigas*, Б — *Metridia gerlachei*, В — *Calanoides acutus*,  
Г — *Calanus propinquus*. I-VI — стадии копепод

Аналогичная ситуация прослеживалась в водах фронта моря Скотия, где в возрастном составе копепод имело место очень большое количество взрослых особей и старших копеподитов и только в популяции *Metridia gerlachei* отмечалось небольшое количество (2-4%) младших копеподитных стадий.

В смешанных водах (ВФ3) возрастной состав *Calanoides acutus* был представлен только старшими копеподитами и половозрелыми особями, в то время как у *Calanus propinquus* встречалось довольно много младших стадий: I (2-3%), II (9%), III (8-47%). Еще большее количество младших стадий отмечено в популяции *Metridia gerlachei*, у которой численность раков I стадии на станции 57 достигала 91%, *Rhincalanus gigas* был очень малочисленным в этих водах и встречался лишь на двух станциях, где был представлен половозрелыми особями.

В водах моря Уэдделла несмотря на доминирование в популяции *Calanoides acutus* старших возрастных стадий (V-VI), заметно увеличилась роль раков III стадии, большое количество которых (80%) было встречено на станции 83. Возрастной состав *Calanus propinquus* был представлен всеми копеподитными стадиями, среди которых преобладали IV и V. Основную долю в популяции *Metridia gerlachei* составляли копеподиты III и VI стадий, их максимальное скопление было встречено на станциях 54 и 55. *Rhincalanus gigas*, как и в предыдущих водах встречался в единичных экземплярах (в основном старшие копеподиты и половозрелые особи).

### Южные Шетландские острова

В этом регионе на всей обследованной акватории возрастной состав трех видов копепод: *Calanoides acutus*, *Rhincalanus gigas* и *Metridia gerlachei* был представлен только старшими стадиями (IV-V) и половозрелыми особями (рис. 5). Полноту отсутствовали младшие копеподиты (I-II-III). Популяция *Calanus propinquus* была значительно моложе. Доминировали ракки II-III стадии, количество которых на некоторых станциях достигало 60-90%. Половозрелые особи были малочисленны и не превышали 12%.

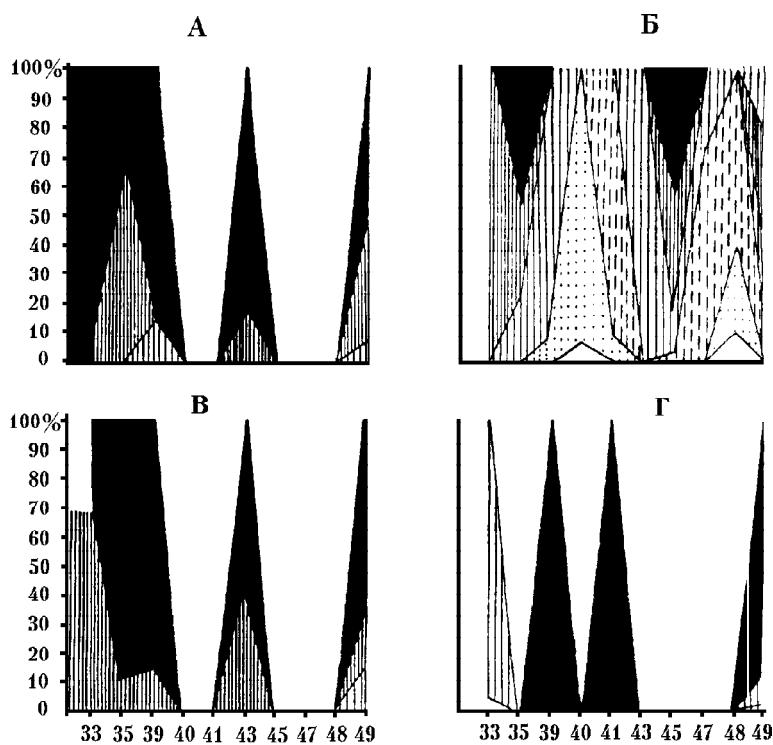


Рис. 5. Возрастной состав копепод в слое 100-0 м в районе Южных Шетландских островов:

А — *Calanoides acutus*, Б — *Calanus propinquus*, В — *Rhincalanus gigas*, Г — *Metridia gerlachei*. Условные обозначения см. на рис. 4

Анализируя вышеизложенное, можно отметить, что в районе Южных Оркнейских островов возрастной состав у *Calanoides acutus* и *Rhincalanus gigas* был более старшим, чем у *Calanus propinquus* и *Metridia gerlachei*, что свидетельствует об окончании нереста у первых двух копепод, в то время как последние еще продолжали нереститься. Сезонное состояние копепод в водах различной модификации было не одинаковым. Наибольший контраст в возрастном составе наблюдался между водами АЦТ и моря Уэдделла. Таким образом, на основании возрастного состава копепод можно судить о том, что сезонные процессы, протекающие на акватории съемки были асинхронны на различных участках, что характерно для антарктических вод [Ефимов, 1987]. Если в водах АЦТ планктонное сообщество можно назвать "зрелым", о чем свидетельствует наличие в планктоне половозрелых особей и старших копеподитов, то на юге, где в популяции всех четырех видов копепод присутствовало значительное количество младших копеподитных стадий, состояние сообщества было еще "молодым".

### ВЫВОДЫ

1. В период исследований средняя масса зоопланктона в районах Южных Оркнейских островов равнялась 64, у Южных Шетландских — 40 мг/м<sup>3</sup> (для слоя 100-0 м).
2. Наиболее продуктивными были воды фронта моря Скотия, где отмечались самые высокие показатели биомассы зоопланктона — до 147 мг/м<sup>3</sup>, основу которой составляли копеподы и личинки эвфаузиид.
3. В водах моря Уэдделла развитие зоопланктона было слабым. Его биомасса соответствовала здесь всего 26 мг/м<sup>3</sup>, что почти в 6 раз ниже, чем во фронтальной зоне моря Скотия.
4. Сопоставление возрастного состава копепод выявило различие из сезонного состояния в водах разных модификаций. Популяция проанализированных видов копепод на обследованной акватории моря Уэдделла отставала в развитии от популяции копепод в водах АЦТ и фронта моря Скотия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронина Н.М. Экосистемы пелагиали Южного океана. — М., 1984. — 186 с.
2. Ефимов В.С. К методике определения веса копепод//В сб.: Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования. — Керчь, 1987. — С. 47-49.
3. Gordon A.L., Georgi D.T., Taylor H.W. Antarctic Polar front zone in the Western Scotian Sea — summer 1975//J. Phys. Oceanogr., 1977. 7. No 3. — P. 309-328.

И.Б. РУССЕЛО

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ВОЗРАСТА ЩУКОВИДНОЙ БЕЛОКРОВКИ  
(*CHAMPSOCEPHALUS GUNNARI* LeNNBERG  
1905) ИЗ РАЙОНА О. ХЕРД (АВСТРАЛИЯ)  
ПО МАССЕ ОТОЛИТОВ**

Для определения возраста щуковидной белокровки (*Champscephalus gunnari*) использована масса отолитов. Материал был получен в июле-августе 1987 г. в совместной советско-австралийской экспедиции с борта НПС "Профессор Месяцев" на шельфе о. Херд. Отолиты взвешивались на электрических весах с точностью до 0,0001 г. Затем полученные данные подвергались статистической обработке, использовался метод кластерного анализа. Выделено 5 возрастных групп. Рассчитано уравнение линейного роста Берталанфи:

На основании этого был рассчитан размерно-возрастной ключ для определения возраста щуковидной белокровки.

**ВВЕДЕНИЕ**

Для многих рыб, в частности для щуковидной белокровки (*Champscephalus gunnari*), наиболее приемлемыми из используемых в ихтиологической практике для определения возраста рыб регистрирующих структур (чешуя, отолиты, кости) являются отолиты.

Однако широко распространенный визуальный метод определения возраста в ряде случаев не может гарантировать необходимую точность и не обеспечивает надежность извлечения информации, содержащейся в регистрирующих структурах. Поэтому возникает необходимость замены субъективной оценки возраста объективным статистическим анализом, позволяющим определить параметры основной периодичности роста и оценить достоверность различий между его главными и дополнительными характеристиками.

В последнее время ряд исследователей предприняли попытку изучить некоторые аспекты биологии рыб, например эпигонуса (*Epigonus denticulatus*) [Шевчук, 1990], крокодиловой белокровки (*Pseudochaenichthys georgianus*) [Linkowski et al., 1988], по изменению массы отолитов. Ими доказано, что регистрирующие возраст структуры в процессе своего роста реагируют на изменение физиологического состояния организма.

Учитывая это, при разработке методики мы исходили из того, что по мере линейного роста рыбы изменяется не только масса ее тела, но и масса отолитов. Наша задача заключалась в нахождении закономерности этих изменений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материал для исследования был собран в совместной советско-австралийской экспедиции на НПС "Профессор Месяцев" в июне-августе 1987 г. На шельфе о. Херд (Австралия) [Gerasimchook et al., 1987].

Отолиты взвешивались на электрических весах с точностью до 0,0001 г. Затем полученные данные подвергались статистической обработке, был использован метод кластерного анализа. Всего обработано 500 пар отолитов.

Для математического описания роста рыб использовано уравнение Берталанффи:

Оценка параметров уравнения роста проведена методом Хоэндорфа [Hohendorf, 1966]. На основании данных параметров уравнения Берталанффи и естественной смертности определены значения оптимальной эксплуатации рыб по методу Катти и Касима [Kutty and Quasim, 1968]. Также был построен размерно-возрастной ключ, с помощью которого стало возможным уточнение возрастной структуры популяции рассматриваемого вида.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Было установлено, что масса отолитов одноразмерных рыб колеблется в определенных пределах, а масса правого и левого отолитов одной и той же особи может несколько отличаться, но закономерного превышения не наблюдается. В основном масса правого отолита была равна массе левого. Не было отмечено и закономерных различий массы отолитов у самок и самцов, имеющих одинаковую длину.

Результаты определения возраста показали, что исследуемые рыбы относятся к рыбам с коротким жизненным циклом. Было выделено 5 возрастных групп (табл. 1).

Таблица 1

**Наблюденные значения длины и массы щуковидной белокровки на шельфе о. Херд**

Возрастные группы	Общая длина (см)		Масса (г)		Масса отолитов (г)	
	Предельные значения	Средняя длина	Предельные значения	Средняя длина	Предельные значения	Средняя длина
0	6,3-9,5	7,06	0,8-3,0	1,21	0,0002-0,0006	0,0004
1	15,8-29,9	20,29	17,0-80,0	40,21	0,0014-0,0044	0,0030
2	27,1-38,7	29,67	55,0-310,0	130,91	0,0044-0,0088	0,0067
3	27,2-39,7	34,91	107,0-370,0	246,97	0,0088-0,0150	0,0112
4	36,9-40,0	38,36	280,0-453,0	334,25	0,0146-0,0178	0,0159

Первая группа рыб имеет массу отолитов 0,0002-0,0006 г и длину тела от 6,3 до 9,5 см. По литературным данным средний размер молоди щуковидной белокровки в возрасте 0+ составляет 5,6 см [Kock, 1968]. Это позволяет отнести выделенную нами первую размерную группу рыб со средней длиной 7,06 см к сеголеткам (0+ лет).

Вторая группа годовых элементов включает рыб с массой отолитов 0,0014-0,0044 г. Такую массу отолитов имеют рыбы длиной 18,8-29,9 см. Ее мы относим к группе двухлеток (1+ лет). Это предположение также подтверждается четко выраженными пиками на графиках Кока [Kock, 1968].

Рыб длиной 27,1-38,7 см, имеющих массу отолитов 0,0044-0,0088 г, следует отнести к трехлеткам (2+ лет).

Следующая группа регистрирующих структур соответствует массе 0,0088-0,0146 г и характерна для рыб длиной 27,2-39,0 см в возрасте 3+ лет (четырехлетки).

При массе отолитов 0,0150-0,0178 г и длине 36,9-40,0 см возраст рыб предположительно равен пяти годам (4+ лет).

Таким образом, результаты определения возраста весовым методом показали, что максимальный возраст рыб в уловах составил 4+ лет.

Для всех рыб рассчитанный показатель относительного прироста был наибольшим в первые два года, в первый год он был равен 13,2 см, во второй — 9,4 см, затем с наступлением половой зрелости рост рыб замедлился, на третьем году он составил 5,2 см, на четвертом — 3,45 см.

Относительно постоянный темп роста одновозрастных рыб позволил составить размерно-возрастной ключ для каждой возрастной группы (табл. 2).

Известно, что рост рыб предполагает изменение длины и массы организма, его можно отобразить математической функцией, числовые значения параметров которой постоянны. В качестве такой модели наиболее применима модель Берталанффи.

Необходимым условием применения этого уравнения является изометрический рост особей. Он определяется соотношением между длиной и массой тела, как

где коэффициент “*b*” должен иметь числовое значение 3 или близкое к нему.

В нашем случае это уравнение выглядит следующим образом:

(1)

где *W* — масса рыбы,

*L* — общая длина тела, см.

Эта формула имеет высокий коэффициент корреляции, равный 0,997, и вполне приемлема для расчетов.

Коэффициент соотношения между длиной и массой в уравнении (1) близок к 3, следовательно уравнение Берталанффи в данном случае применимо.

В результате определено, что линейный рост щуковидной белокровки из района о. Херд описывается следующим уравнением Берталанффи:

(2)

Вычисленное уравнение весового роста имеет следующий вид:

(3)

где *L<sub>t</sub>* — длина рыбы (см) в возрасте *t* лет;

*W<sub>t</sub>* — масса рыбы в возрасте *t* лет.

Таким образом теоретическая максимальная длина тела щуковидной белокровки в исследуемом районе составляет 41,73 см, а теоретическая максимальная масса, которой она может достичь, — 464,7 г. Максимальная длина щуковидной белокровки, отмеченная в уловах НПС “Профессор Месяцев” в июне-августе 1987 г., составляла 40 см, масса — 453 г. Близость максимальных вычисленных и наблюденных значений подтверждает достоверность полученных данных линейного и весового роста этой рыбы.

Таблица 2

**Размерно-возрастной ключ щуковидной белокровки  
из района о. Херд**

Общая длина, см	Возраст, лет					Кол-во экземпляров
	0	1	2	3	4	
6	15					15
7	1					1
8	1					1
9	1					1
10						
11						
12						
13						
14						
15		3				3
16		9				9
17		24				24
18		22				22
19		20				20
20		13				13
21		7				7
22		1				1
23		1				1
24						
25			3			3
26			4			4
27			16	2		18
28			11	5		16
29			10	7		17
30			4	8		12
31			1	20		21
32				27		27
33				28		28
34				28		28
35				43		43
36				27		27
37				21		21
38				5	4	9
39				3	3	6
40						
<b>Всего</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>224</b>	<b>7</b>	<b>398</b>
<b>%</b>	<b>4,5</b>	<b>25,1</b>	<b>12,3</b>	<b>56,3</b>	<b>1,8</b>	<b>100,0</b>

При истолковании параметров уравнения Берталанфи Хоэндорфом [Hohendorf, 1966] указывается, что коэффициент скорости роста показывает относительную скорость роста организма. По истечении времени

$-\frac{1}{k} + t_0$  организм достигает 63% максимальной длины. Для щуковидной белокровки из района о. Херд этот возраст равен 2,0 года, а расчетная длина — 25,58 см.

Параметры оптимальной эксплуатации определены по методу Катти и Касима. Возраст начала оптимальной эксплуатации равен 3,4 лет. При подстановке этого возраста в уравнение линейного роста получаем данные о длине тела рыб в начале оптимальной эксплуатации — она составляет 27,03 см.

Относительно постоянный темп роста одновозрастных рыб позволил составить размерно-возрастные ключи для каждой возрастной группы (табл. 2).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая методика определения возраста щуковидной белокровки по изменению массы отолитов может быть использована в качестве альтернативной для определения возраста рыб с коротким жизненным циклом.

Максимальный возраст щуковидной белокровки в уловах на шельфе о. Херд в июне-августе 1987 г. составил 4+ лет.

Линейный рост исследуемых рыб описывается уравнением:

а весовой рост уравнением:

Полученный нами размерно-возрастной ключ может быть использован для определения возрастной структуры популяции щуковидной белокровки на шельфе о. Херд.

### ЛИТЕРАТУРА

- Шевчук Л.И. Исследование некоторых аспектов биологии эпигонуса (*Epigonus denticulatus* Dieuzeidae, 1950) по массе отолитов//Всесоюзное совещание: Резервные пищевые биологические ресурсы открытого океана и морей СССР. — Калининград, 20-22 марта. — М., 1990. — С. 70-97.
- Gerasimchook V.V., Brodin V.N., Kljausov A.V., Russelo I.B., Tichkov P.V. and Zaremba N.B. Brief report of the joint Soviet-Australian expedition of the USSR FRV "Professor Mesyatsev" to the Australian fishing zone around the territory of Heard and McDonald Islands, May-August, — 1987, SC — CAMLR — VI/BG/16. — P. 75-103.
- Hohendorf K. Eine Diskussion der Bertalanffy Funktion und ihre Anwendung zur characteristeng des wachstums von Fishen. — "Killer Merestorsehungen", 1966. Vol. XXII. No 1. — P. 70-97.
- Kock K.-H. Graphical analysis of length frequency distribution of *Champscephalus gunnari* Lünnberg (*Channichthyidae*) from Sous Georgia. Cybium, 3 ser. No 8, 1981. — P. 33-40.
- Kutty M.K. and S.Z. Quasim. The estimation and optimum age of exploitation and potential yield in fish populations. J. Cons. Perm. Explor. Mer. 32 (2): 1968. — P. 249-255.
- Linkowski T.B., Trachyk R. Age and growth of *Pseudochaenichthys georgianus* Norman, 1937 (*Channichthyidae*) from the South Georgia area. — Doc. WG-FSA-88/21, CCAMLR. — Hobart, Australia, 1988.

В.А. БИБИК, Б.Г. ТРОЦЕНКО, А.Н. ГРИШИН, М.С. САВИЧ

**ОСОБЕННОСТИ БИООКЕАНОЛОГИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ РАЙОНА ЮЖНЫЕ ШЕТЛАНДСКИЕ-  
ЮЖНЫЕ ОРКНЕЙСКИЕ ОСТРОВА  
В ФЕВРАЛЕ-АПРЕЛЕ 1997 ГОДА**

(по материалам 1-й Украинской морской  
комплексной антарктической экспедиции)

На основании анализа материалов, полученных 1-й Украинской морской комплексной антарктической экспедицией в районе Южные Шетландские-Южные Оркнейские острова в феврале-апреле 1997 г., приводятся основные результаты биоокеанологических исследований, как приоритетного направления морских исследований Украины в Антарктической части Атлантики.

Дана краткая характеристика гидрометеорологических условий в период работ, описано распределение водных масс и характерных особенностей гидроструктуры и биологических показателей состояния популяции криля.

В начале 90-х годов морские экспедиционные исследования Украины в Южном океане прекратились. Однако идея о необходимости реанимировать их, причем не только работы по изучению биоресурсов, но и по другим направлениям мореведческой науки, объединила специалистов академических и отраслевых институтов, занимавшихся антарктической проблемой, в Межведомственный антарктический комитет (МАК), и его настойчивые обращения в высшие властные структуры страны оказались в конечном счете успешными.

В июне 1993 г. Президиум НАНУ во исполнение Распоряжения Президента Украины об участии Украины в исследовании Антарктики принял решение о разработке соответствующей программы.

За последние четыре года заметно активизировались действия, предпринимаемые Украиной в плане присутствия в этом регионе: были ратифицированы Договор об Антарктике и Конвенция о сохранении морских живых ресурсов. Украина стала членом двух ведущих международных организаций по Антарктике — АНТКОМ и СКАР. С февраля 1996 г. стала функционировать Украинская антарктическая станция "Академик Вернадский". В июле 1996 г. Постановлением КМУ была утверждена Государственная программа исследований Украины в Антарктике, предусматривающая выполнение ежегодно одной морской комплексной экспедиции. Во второй половине 1996 г. усилиями ряда НИИ была разработана программа Первой украинской экспедиции в антарктическую часть Атлантики (АЧА). Основанием для включения в программу экспедиции работ по разным направлениям исследований явились проекты Государственной программы исследований Украины в Антарктике — "Биоресурсы", "Метеорология", "Океанография", "Геология", "Медицина" и др. В указанных проектах дано обоснование

необходимости проведения конкретных работ в интересах народного хозяйства Украины с учетом их актуальности и новизны.

Изучение биоресурсов было выделено как приоритетное направление, а в качестве его обеспечивающих — исследования по метеорологии, гидрологии, гидрохимии, геологии. Это объясняется тем, что в настоящее время (и в обозримом будущем) человечество из всех видов ресурсов Антарктики использует только биологические, поскольку лишь они являются возобновляемыми.

Экспедиция была организована Украинским антарктическим центром (УАЦ) на НИС “Эрнст Кренкель” (УкрНЦЭМ, г. Одесса) в соответствии с приказом Министерства по делам науки и технологий № 2 от 04.01.1997 г. Главной целью морских экспедиционных исследований являлось изучение природных систем в отдельных районах АЧА, перспективных в отношении биоресурсов.

Для достижения этой цели предусматривалось решить следующие задачи:

1. Оценка состояния морской антарктической экосистемы на Южно-Оркнейском полигоне, основу которой составляет криль, и масштабов трансформации в ней вещества и энергии.
2. Изучение океанографических условий, включая циркуляцию вод, в районах исследований и их влияние на распределение гидробионтов и формирование промыслового запаса криля и его скоплений.
3. Изучение геологической среды района Южных Оркнейских островов как биотопа его экосистемы.
4. Исследование рельефа дна и топографии морской поверхности и геоида по спутниковым данным для решения фундаментальных (глубинное строение и геодинамика) и прикладных проблем (прогнозирование нефтегазоносных бассейнов). Создание в ближайшие два года научно-информационной базы данных по имеющимся спутниковым измерениям для геолого-геофизических и океанографических исследований в Антарктике.
5. Геофизические исследования структур дна континентальных окраин антарктической части и других районов Атлантического океана с целью изучения глубинного строения, динамики и эволюции литосферы.
6. Изучение уровня загрязнения вод, донных отложений, морских гидробионтов литорали и шхерного мелководья на акватории у острова Галиндез для оценки возможного влияния станции “Ак. Вернадский” на состояние локальной экосистемы.
7. Сбор комплексной информации о техногенных факторах, связанных с жизнедеятельностью станции, для создания экологического паспорта станции “Ак. Вернадский”.
8. Исследование физиологических механизмов адаптации организма человека и разработка концепции обеспечения работоспособности и сохранения здоровья полярников, членов экипажа и научного состава экспедиции.
9. Обеспечение проектов “Биологические ресурсы”, “Геология”, “Гляциология”, “Метеорология”, “Атмосфера”, “Океанография”, “Медицина” Государственной программы исследований Украины в Антарктике.

1-я Украинская морская комплексная антарктическая экспедиция выполнялась с 18 января по 15 мая 1997 г. В пределах АЧА (к югу от 54° ю. ш.) исследования проводились в четырех районах (рис. 1):

- вблизи станции “Ак. Вернадский”;
- в проливе Брансфилд (Южные Шетландские острова);
- на Южно-Оркнейском полигоне;
- в проливе Дрейка (выполнены два океанографических разреза с целью выяснения местоположения и структуры Южного полярного фронта).

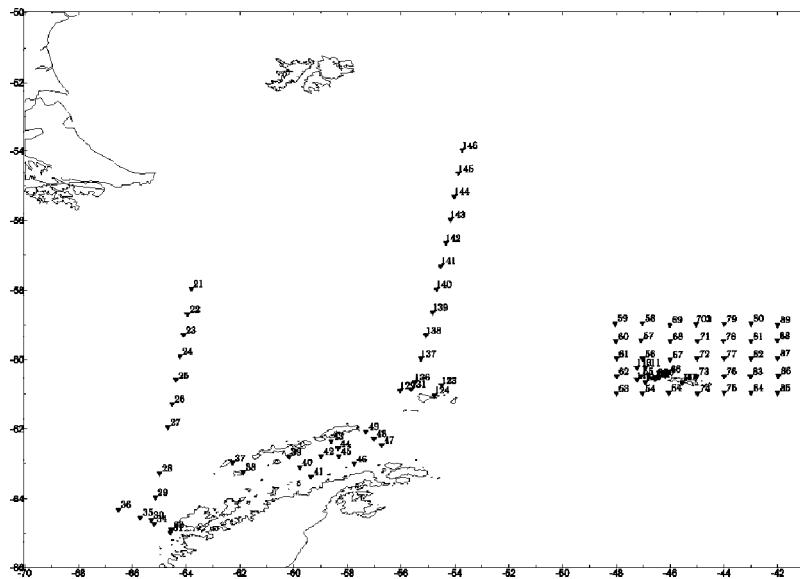


Рис. 1. Расположение океанографических станций 1-й Украинской морской комплексной антарктической экспедиции

Метеорологические условия в районе Южных Шетландских островов за исключением 4-6 апреля определялись взаимодействием глубокого циклона, стационировавшего в дальнейшем над морем Уэдделла, с одной стороны, и обширного гребня южнотихоокеанского антициклона, с другой. Преобладал юго-западный перенос воздушных масс со средней скоростью 12 м/сек. Периодически, в частности, 10-12 марта, отмечалось усиление ветра до 20-22 м/сек. В такие периоды высота волн достигала 7-8 м. В начале апреля установился антициклональный тип погоды с ветром 5-10 м/сек и слабым волнением, что благоприятствовало проведению работ, особенно с сетевыми орудиями лова. Во время работ на Южно-Оркнейском полигоне погодные условия весьма осложняли их проведение. Преобладали западные, северо-западные ветры 10-15 м/сек с неоднократным усилением до 20 м/сек и выше. Обычно это сопровождалось снежными зарядами. Интересно отметить, что погодные условия с 28 по 31 марта определялись так называемым “циклоном взрывного углубления” (ЦВУ) или “метеобомбой” по определению Ф. Сендерса. ЦВУ-циклон, у которого перепад давления в центре составляет 24 мб и более за 24 часа. ЦВУ имеет свойства, характерные для тропических циклонов. С 28 по 29 марта за 24 часа падение давления составило 33,3 мб. Интенсивность такого ЦВУ оценивается в 1,39 Бержеона, и он отнесен к типу умеренной “метеобомбы” (Бержеон — это единица интенсивности падения давления в ЦВУ, равная 24 мб за 24 часа).

В течение 30-ти суток НИС “Э. Кренкель” находилось в районе распространения айсбергов. Всего было встречено 1343 айсберга. На юг от Ю. Шетландских островов в проливе Брансфилд сплоченность айсбергов была особенно велика. Здесь расстояние между ними по пути следования судна достигало 300 м. Предполагается, что поступление айсбергов в пролив Брансфилд осенью 1997 г. происходило из морей Уэдделла и Беллингстаузена. По наблюдениям метеорологов УАС “Ак. Вернадский” не отмечено образования морского льда в районе о. Галиндес до 15 апреля 1997 г.

Геострофическая циркуляция, рассчитанная относительно 500 м, свидетельствует, что в районе Южных Шетландских островов существовал поток, направленный к берегу в районе о. Анверс. Другой геострофический поток направлен от берега Антарктического полуострова и следует между островами Ливингстон, Кинг-Джордж и Антарктическим п-ом на север, северо-восток [Артамонов, Алексеев и др., 1997]. Редкая сетка станций и мелководье не позволяют получить более детальную картину геострофической циркуляции. Можно предположить, что наблюдаемые нами потоки являются одной из ветвей АЦТ, которая, неся относительно теплую и малосоленую воду, подходит к Антарктическому п-ову в районе ст. “Ак. Вернадский”, далее основная часть ее поворачивает на восток, северо-восток, следует в пролив Брансфилда и частично проходит проливами Южных Шетландских о-вов. К северо-западу от оконечности Антарктического п-ва эти воды встречаются с более холодными и более солеными. Хотя наблюдения далее на восток отсутствуют, можно предположить, что эти воды поступают из моря Уэдделла. Начавшиеся в марте процессы зимнего охлаждения, ледообразования способствуют формированию высокосоленных, холодных вод на юге моря Уэдделла. Эти воды подхватываются циклоническим течением, следующим вдоль восточного побережья Антарктического п-ва, и выносятся на север. На широте 62-63° ю. ш. они вовлекаются в северо-восточный дрейф, часто наблюдаемый вдоль шельфа Антарктического п-ва, и следуют на юго-запад, формируя, в результате взаимодействия с циркумполярными водами, прибрежные зоны высоких Т, S-градиентов [Бібік, 1997]. Главной особенностью циркуляции вод на полигоне в районе Южных Оркнейских о-ов была струя АЦТ, которая заходила на полигон с северо-запада и, следуя на восток, раздваивалась в центральной части полигона [Артамонов, Алексеев и др., 1997; Артамонов, Булгаков и др., 1997]. Часть вод поворачивала на северо-восток, формируя антициклонический меандр. Такой меандр наблюдался и в предыдущих съемках в этом районе, его происхождение связывают с особенностями рельефа дна к северу от Южных Оркнейских о-ов. Другая ветвь циркумполярного течения разворачивается на юг, юго-восток. Максимальные скорости поверхностного геострофического потока в зоне антициклонического меандра достигали 15-20 см/сек, на юге полигона они не превышали 5-10 см/сек. Дрейфовые течения на большей части полигона направлены на восток и имели скорости около 15 см/сек. В центральной части полигона отмечается разворот дрейфового потока на север и уменьшение скоростей до 10 см/сек. Величина суммарной компоненты течения в целом по полигону возрастает до 15-20 см/сек, достигая максимальных значений (> 30 см/с) в районе антициклонического меандра (рис. 2).

Поскольку район работ охватывал достаточно обширную физико-географическую зону, диапазоны изменений параметров были значительны. Значения температуры воды изменялись от -1,5°C до 6,5°C (южнее 61° ю. ш. на 64° з. д. и 58° ю. ш. на 55° з. д. она не превышала 2,2°C), солености — в верхнем 50-70 м слое от 32,3‰ (на юге) до 33,9‰ (на севере) и от 34,50‰ до 34,80‰ на глубинах 600-1600 м. Такой широкий диапазон изменения Т, S-характеристик обусловил значитель-

ное разнообразие T,S-кривых (рис. 3). В общем их можно свести к трем основным типам [Артамонов, Попов, 1997]:

1-й тип — относительно высокая температура, средняя соленость в поверхностном слое до глубин 20-80 м (Антарктическая поверхностная вода — АПВ), понижение температуры, достигающее минимума на глубинах 50-150 м при слабом увеличении солености (Антарктическая зимняя вода — АЗВ), затем рост солености и температуры (промежуточный максимум температуры и солености на глубинах 200-800 м, свойственный Антарктической глубинной воде — АГВ) с последующим понижением температуры и постоянной или слабо увеличивающейся соленостью. Этот тип структуры можно отнести к антарктическому;

2-й тип — низкая температура и соленость в верхнем слое до 20-30 м (зимняя модификации антарктической шельфовой поверхностной воды), затем слабое увеличение температуры и солености к глубинам порядка 50 м (летняя модификации антарктической шельфовой воды), и далее как в первом типе — антарктическая структура;

3-й тип — понижение температуры при относительно высокой и слабо меняющейся солености от поверхности до глубин порядка 300 м, слабо выраженный промежуточный минимум солености и температуры на глубинах от 300 до 800 м. Наблюдается в зоне и к северу от Антарктического полярного фронта (АПФ), где формируется Субантарктическая промежуточная вода — САПрВ.

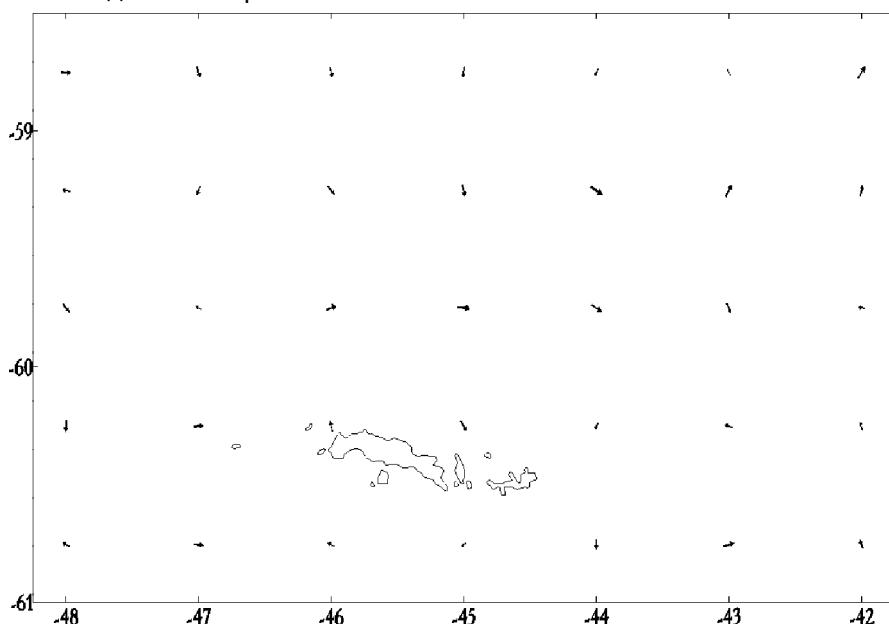


Рис. 2. Векторы суммарного течения на горизонте 0 м на Южно-Оркнейском полигоне

Наиболее существенные различия по температуре и солености, которые определяются степенью трансформации антарктических шельфовых поверхностных вод, имеющие две модификации — летнюю ( $T=0,1-1,0^{\circ}\text{C}$ ,  $S=32,3\%$ ) и зимнюю ( $T=-1-0^{\circ}\text{C}$ ,  $S=32,2-34,0\%$ ) наблюдаются в верхнем слое. Трансформированные зимние шельфовые воды, за исключением непосредственно у станции "Ак. Вернадский", прослеживались только на западе Южных Шетландских островов. Значения для летней трансформированной модификации составляли 1-2 $^{\circ}\text{C}$  и 33,5-34,0%.

Дальнейшая трансформация шельфовых вод приводит к формированию АПВ со значениями температуры 2-4°C и солености 33,6-34,0‰. Собственно из зимней модификации при дальнейшем выхолаживании и осолонении формируется АЗВ с минимумом температуры, значения которого в нашем случае были либо в пределах -1,5— -1,0°C на крайних западных и южных станциях в районе Южных Шетландских островов и отдельных южных станциях в районе Южных Оркнейских, либо 0-1°C в остальных местах. Значения солености в подповерхностном минимуме температуры находились в пределах 3,70-34,20‰. АГВ характеризовалась максимальными значениями температуры и солености — 0,5-2,0°C и 34,5-34,7‰.

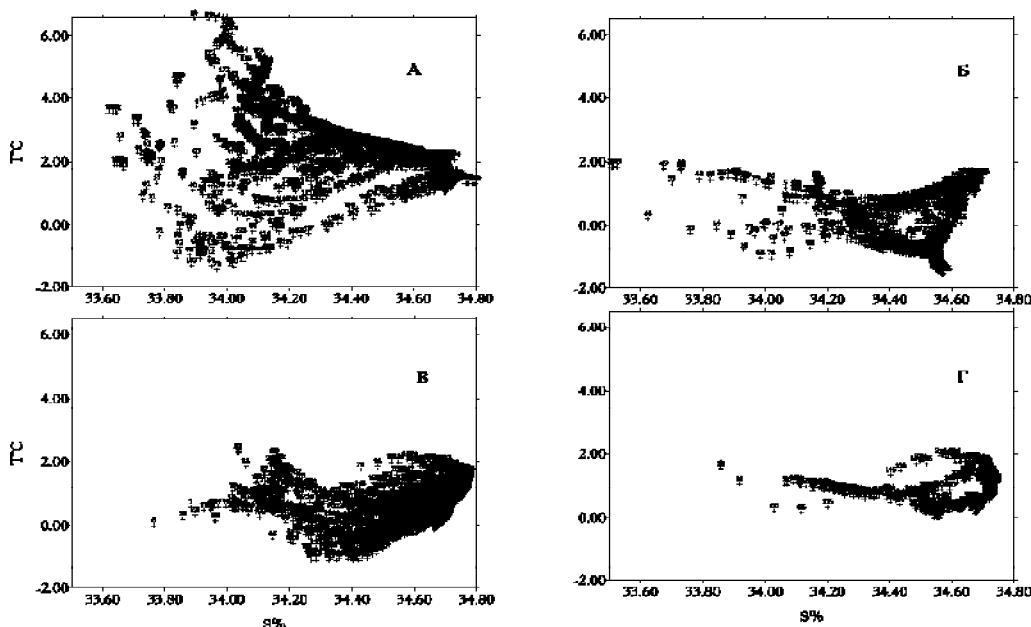


Рис. 3. Т, S-диаграммы районов исследований:  
А — пролив Дрейка; Б — Южные Шетландские о-ва;  
В — Южные Оркнейские о-ва; Г — о-в Мордвинова

Помимо разделения водных масс по Т, S-критериям и глубинам залегания их ядер, представляется правомочным, основываясь на характерных чертах циркуляции вод этого района [Артамонов, Алексеев и др., 1997; Артамонов, Попов и др., 1997], определить возможные их источники. Воды пролива Брансфилд и на акватории к югу от него вдоль Антарктического полуострова (в пределах исследуемого района) относятся к высокоширотной модификации антарктической поверхностной водной массы, в формировании которой значительную роль играют шельфовые воды. Каки воды м. Уэдделла, они являются основой ареала антарктического криля [Афанасьев, Масленников, 1983]. Воды м. Уэдделла (антарктическая структура) в наименее трансформированном виде прослеживались на южном разрезе Южно-Оркнейского полигона, на юго-востоке в районе о. Мордвинова и на южных станциях Южно-Шетландского полигона. Антарктическая структура на крайнем западе, по-видимому, формировалась за счет шельфовых вод Антарктического

полуострова. Практически вся площадь Южно-Оркнейского полигона, за исключением отдельных станций северного разреза, где располагались наименее трансформированные воды м. Скотия, была занята водами фронтальной зоны. На разрезах по  $64\text{--}65^{\circ}$  и  $54\text{--}55^{\circ}$  з. д. севернее  $60$  и  $57^{\circ}$  ю. ш., соответственно, располагались воды северной периферии южного полярного фронта — субантарктическая структура. Всю остальную площадь в указанных границах занимали воды фронтальной зоны. Во время выполнения работ на Южно-Шетландском полигоне в мористой его части отмечалось проникновение с севера (по крайней мере, между  $63\text{--}64^{\circ}$  з. д.) вод южной периферии Антарктического циркумполярного течения (АЦТ), которые в отличие от вод высоколатитной модификации, не являются основой ареала раков. В районе о-ва Мордвинова указанные выше воды и воды уэдделловского дрейфа (ДУ) формируют фронтальную зону, именуемую в литературе Вторичной фронтальной зоной (ВФЗ) [Афанасьев, Масленников, 1983]. Отсюда она простирается на восток, северо-восток. Являясь по своей динамической природе зоной конвергенции, она формирует особый биотоп, характеризующийся высокими концентрациями взрослого криля (особенно вблизи островов), его личинок и молоди. На Южно-Оркнейском полигоне ВФЗ располагалась в границах среднемноголетних значений, будучи ориентированной с северо-запада на юго-восток. Большая часть акватории полигона была занята трансформированными уэдделловскими водами за исключением его северной части, где между  $44\text{--}46^{\circ}$  з. д. прослеживались собственно воды моря Скотия [Артамонов, Булгаков и др., 1997; Артамонов, Попов и др., 1997], которые отличаются от вод ДУ не только по гидрологическим и особенно гидрохимическим характеристикам, но и по набору видов-индикаторов планктонного сообщества. В приповерхностном слое обнаруживается сложная структура водных масс. Наиболее чистые воды АЦТ наблюдаются на северо-западе полигона, где температура воды больше  $1,5^{\circ}\text{C}$ , а соленость меньше  $34,2\%$ . На крайнем юге полигона располагаются воды моря Уэдделла, причем в юго-западной части они более теплые ( $>1^{\circ}\text{C}$ ) и более соленые ( $>34,2\%$ ), далее на восток, в центральной части полигона эти воды становятся холоднее ( $<1^{\circ}\text{C}$ ). Наиболее холодные воды ( $<0,5^{\circ}\text{C}$ ) располагались в юго-восточной части полигона, при этом их соленость к востоку резко уменьшалась (до  $34\%$ ) в результате смешения с поступающими с севера распространенными водами АЦТ. Вся центральная часть полигона, как на западе, так и на востоке, занята водами с промежуточными Т, S-характеристиками, которые являются также продуктом смешения вод АЦТ и вод моря Уэдделла. Вторичный фронт (или фронт м. Скотия) хорошо прослеживается в виде полосы больших градиентов поверхности температуры ( $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}/100$  км), вытянутой в генеральном юго-восточном направлении. Примерно такое же пространственное положение занимают зона больших градиентов в подповерхностном минимуме температуры и область его максимального заглубления, т.е. поверхностное и подповерхностное проявление вторичного фронта имеет примерно одинаковое пространственное положение [Артамонов, Булгаков и др., 1997; Артамонов, Попов и др., 1997].

Пространственное и вертикальное распределение гидрохимических параметров определялось взаимодействием водных масс различного происхождения.

Во время проведения исследований на обоих полигонах уровень развития фитопланктона оставался еще относительно высоким. Средняя его биомасса в поверхностном слое в районе Южных Оркнейских островов составила  $167 \text{ mg/m}^3$ . Судя по видовому и размерному составу

водорослей, наблюдалась первая фаза второй сукцессии. Примечательным, с точки зрения состояния экосистемы пелагиали в исследуемый период, является следующее [Бібік та інш., 1997; Самышев и др., 1997]:

- а) очень высокие концентрации сальп были отмечены на Южно-Оркнейском полигоне. Это, вероятно, может свидетельствовать о трансформации экосистемы. На такую возможность (в сторону резкого увеличения численности сальп и снижения численности других планктеров) в конце 80-х годов указывала д.б.н. Н. Воронина [1989]. Биомасса сальп в слое 0-100 м, средняя для акватории полигона, составила 344 г/м<sup>2</sup>. Прослеживается приверженность зоны максимумов содержания сальп к низкоширотной модификации поверхностной антарктической воды, как и в районе Южных Шетландских островов.
- б) обилие личинок криля, преимущественно старших стадий, на Южно-Оркнейском полигоне. Средняя их численность в слое 0-100 м на акватории, равной 75 тыс. км<sup>2</sup>, оказалась равной 30 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Наибольшие концентрации личинок, на порядок превышающие средние значения, фиксировались на участках антициклонической завихренности поля течений. Выявленное обилие личинок супербы — следствие высокой эффективности нереста раков в море Уэдделла. Это дает основание прогнозировать хорошее пополнение (через 2 года) популяции криля в районах его промысла и, прежде всего, у о-ва Южная Георгия при благоприятной динамической ситуации. Отличительной особенностью распределения личинок криля и сальп является их пространственная разобщенность, вследствие тяготения зон максимальных концентраций первых к водам ДУ, вторых — к водам моря Скотия.
- в) отсутствие значительных по площади промысловых скоплений криля в районе Южных Оркнейских островов, который согласно многолетним данным являлся наиболее продуктивным по обилию раков в пределах АЧА.
- г) промысловое скопление смешанного типа, на котором успешно работали 4 польских судна типа РТМС, отмечено □ только в районе острова Мордвинова. Скопление образовывали 1-5-годовики при доминанте 2-4-годовиков (рис. 4). Причина — слабое пополнение (незначительная в общем запасе доля криля младших возрастных групп, молодь в возрасте одного и двух лет) (рис. 5).

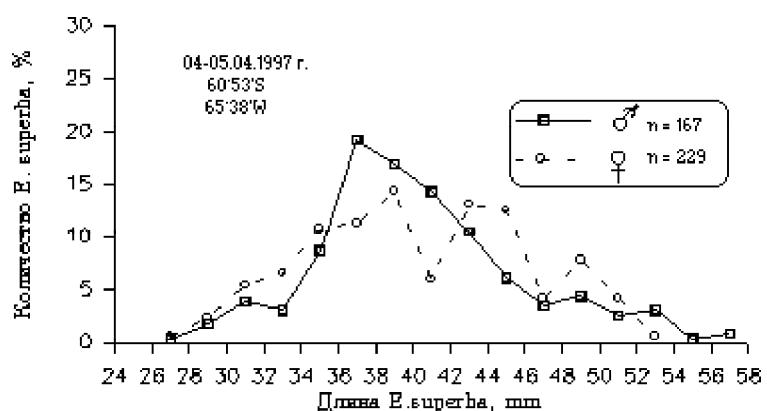


Рис. 4. Размерный состав криля в районе острова Мордвинова в апреле 1997 года

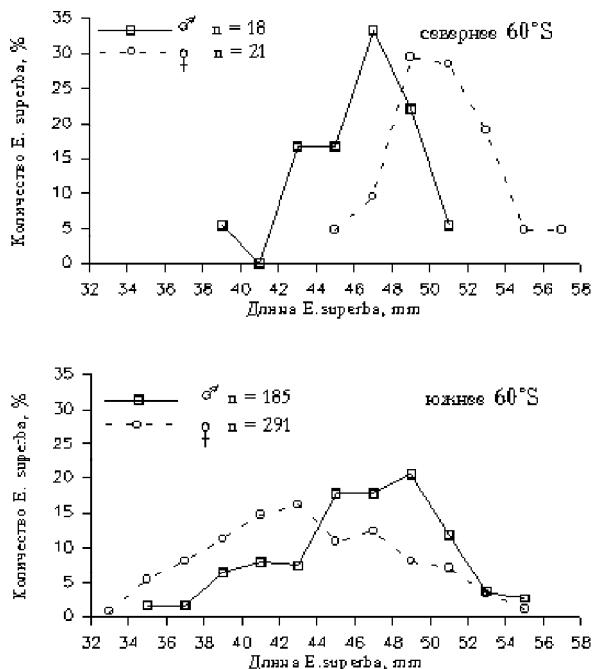


Рис. 5. Размерный состав криля в районе Южных Оркнейских островов в марте-апреле 1997 года

Исследования в районах Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов подтвердили наблюдающуюся в последние годы тенденцию снижения численности криля, по крайней мере, его промыслового запаса, что оказалось особенно заметным на Южно-Оркнейском полигоне. Доля молоди (криль в возрасте одного и двух лет) была настораживающе низкой, что явилось одной из причин зарегистрированных экспедицией изменений в распределении агрегаций криля особенно у Южных Оркнейских о-ов, где значительные промысловые скопления практически отсутствовали. Вместе с тем зафиксированная аномально высокая концентрация личинок криля, причем старших возрастных стадий, дает основание ожидать значительного омоложения популяций криля. Но произойдет ли это в районах его традиционного промысла или за их пределами, сегодня мы не можем ответить на этот важный практический вопрос. Определенную настороженность вызывает резкое увеличение биомассы сальп в пределах зоны, являющейся основой ареала криля, что может быть индикатором негативных изменений экосистемы высокотропной части Антарктики.

Полученные результаты согласуются с данными АНТКОМ о снижении численности криля в западной части атлантического сектора Антарктики. Биоокеанологические исследования позволили высказать гипотезу о главной причине происходящего, в основе которой лежат динамические предпосылки. По всей вероятности, в регионе морей Уэдделла, Скотия и Ларсена в последние годы наблюдается ослабление интенсивности макромасштабного циклонического круговорота вод, прежде всего, его возвратной ветви. Это приводит к повышенной экспатриации молоди криля за пределы круговорота в восточном направлении. О том, насколько верно это предположение, удастся выяснить через один-два года, разумеется, если исследования будут продолжаться, что даст возможность отследить судьбу высокоурожайного поколения 1996-97 гг.

Чтобы выяснить, является ли отмеченное обилие сальп, рассматриваемое как признак трансформации пелагической экосистемы, кратковременным или же следствием долгопериодных изменений абиотической части экосистемы, на возможность существования которых указывает происходящее потепление в исследуемом регионе, также необходимо проведение регулярных наблюдений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов Ю.В., Алексеев А.П., Бузанов Б.В., Гайский П.В., Неверовский И.П. Структура вод к западу от Антарктического полуострова и в южной части моря Скотия//Бюллетень УАЦ НАНУ. Вып. 1. 1 Украинская антарктическая экспедиция 1996-1997 гг. — Киев, 1997. — С. 116-124.
2. Артамонов Ю.В., Булгаков Н.П., Бибик В.А., Джиганшин Г.Ф. Антарктический полярный фронт в проливе Дрейка и западной части моря Скотия в феврале и апреле 1997 года// Бюллетень УАЦ НАНУ. Вып. 1. 1 Украинская антарктическая экспедиция 1996-1997 гг. — Киев, 1997. — С. 110-115.
3. Артамонов Ю.В., Попов Ю.И., Троценко Б.Г. Водные массы в антарктическом секторе Юго-Западной Атлантики в феврале-апреле 1997 года//Бюллетень УАЦ НАНУ. Вып. 1. 1 Украинская антарктическая экспедиция 1996-1997 гг. — Киев, 1997. — С. 125-131.
4. Афанасьев Б.В., Масленников В.В. Океанологические условия летом 1982 г. в южной части моря Скотия-в северной части моря Уэдделла//Препринт, ВНИРО, 1983. — 38 с.
5. Бібік В.А. Звіт про роботи І Української морської комплексної антарктичної експедиції (І УМКАЕ), виконані з 18 січня по 15 травня 1997 року (60-й рейс НДС "Ернст Кренкель"). — Київ. УАЦ. 1997. — 300 с.
6. Воронина Н.М. Антропогенная эволюция пелагического сообщества Антарктики// Вестник АН СССР, 1989. № 9. — С. 64-68.
7. Самышев Э.З., Бибик В.А., Савич М.С., Гришин А.Н., Оканев О.А., Алексеенко В.Р. К вопросу о состоянии популяции антарктического криля и пелагической экосистемы в районе моря Скотия//Бюллетень УАЦ НАНУ. Вып. 1. 1 Украинская антарктическая экспедиция 1996-1997 гг. — Киев, 1997. — С. 132-136.

Т.И. БУРЛЕНКО, Г.П. КОРШУНОВА

**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-  
ВРЕМЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС  
НА ШЕЛЬФЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА**

На основе T, S, Z-анализа и расчета коллигационной функции массива океанологических данных (1772 ст.), разделенных на два временных периода (840 ст. за 1954-1974 гг. и 932 ст. за 1977-1990 гг.), в соответствии с разными климатическими эпохами [Сидоренков, Свиренко, 1989] рассмотрены и уточнены характеристики и положение водных масс в районе с координатами 15°00'-25°00' ю. ш. и 10°00'-15°00' в. д. (ЮВА) в разные сезоны года.

Целью работы является детальное исследование водных масс до глубины 500 м (нижняя граница лова) на промысловых участках Намибии и Анголы, оконтуренных координатами 15°00'-25°00' ю. ш.; 010°00'-015°00' в. д. При описании водных масс и их модификаций мы будем пользоваться классификацией водных масс, данных А.М. Муромцевым и Д.Е. Гершановичем, в 1982 году. Согласно литературным источникам [Гершанович, Муромцев, 1982] на изучаемой акватории преобладают две поверхностных водных массы. Большую часть района занимает Бенгельская поверхностная вода, сильно модифицированная у берега и Южная тропическая поверхностная водная масса, тяготеющая к северным участкам. В [Гидрометеорологический справочник, 1964] на схеме отражается проникновение Экваториальных поверхностных вод до 17°00' ю. ш.

Исходный рабочий массив составили материалы NODCA (70%) [World Ocean Atlas 1994. NODC, Washington, DC 20235] и ЮгНИРО (30%) за период с 1954 по 1990 г. Массив был разделен на два временных отрезка (1954-1974 гг.) и (1977-1990 гг.), соответствующих двум разным климатическим эпохам, что позволило объективно оценить трансформацию во времени водных масс на шельфе ЮВА. Для каждого временного периода по двум сезонам года, летнему (январь-апрель) и зимнему (июль-октябрь), сформированы T, S, Z-массивы до глубины 500 м. На базе этих массивов был произведен расчет коллигационной функции, характеризующей взаимосвязь температуры и солености в заданных (благодаря предварительному анализу) интервалах их значений, и которая в отличие от коэффициента корреляции, обуславливающего тесноту связи между значениями T°C и S‰ лишь в целом, представляет эту связь более детально, в любых интервалах значений этих параметров [Коршунова и др., 1991]. В результате были получены матрицы коэффициентов коллигации, позволившие выделить квазигомогенные группы вод с присущими им T, S-характеристиками. Характеристики этих групп и присвоенные им коды сведены в табл. 1 и 2. Комментируя представленные в табл. 1, 2 результаты, можно сказать, что в диапазоне глубин

0-500 м выделилось 8 группировок в летний сезон Южного полушария и 7 в зимний. 3 группы представляют собой типы поверхностных вод, 3 группы их модификации и 2 представляют глубинные слои. Наибольшую площадь исследуемого участка (особенно в зимний сезон, рис. 4) занимает Бенгельская поверхностная вода (код 4) и две ее модификации: собственно апвеллинговые воды (код 5), являющиеся продуктом смешения подповерхностной Южной субтропической воды (код 7) с водами Бенгельского течения (код 4), и прибрежная, продукт модификации апвеллинговых вод по температуре (код 6). На северных участках акватории, судя по Т, S-кривым и рис. 3 и 4, преобладает Южная тропическая поверхностная водная масса (код 2) и ее модификация (код 3), являющаяся по сути, границей между ней и апвеллинговыми водами. В летнее время (рис. 3), в период минимальной апвеллинговой деятельности, на шельфе Анголы появляется Экваториальная поверхностная вода (код 1), приносимая Ангольским течением [Дубравин, 1977]. По нашим расчетам эти воды опускаются до 20°30' ю. ш. На глубоководных станциях (ниже 400 м) выделяется вода верхнего Промежуточного слоя (код 8).

Таблица 1

**Характеристики водных масс и присвоенные им коды  
по двум временными периодам в летний сезон (январь-апрель)**

T, °C	S, ‰	Z min, м		Z max, м		Z сред., м		Кол-во станций		Код
		54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	
7-10	34,50-34,80	387	321	492	423	450	398	4	7	8
10-12	34,80-35,20	194	75	344	313	273	199	5	53	7
18-21	34,80-35,25	0	0	38	31	9	9	166	146	6
12-19	34,80-35,25	0	0	246	216	20	30	419	393	5
12-21	35,25-35,60	0	0	197	216	35	39	598	355	4
16-24	35,60-35,80	0	0	72	51	19	14	162	53	3
21-27	35,80-36,30	0	0	30	30	11	10	158	26	2
21-27	35,25-35,60	0	0	31	62	15	21	18	14	1

Таблица 2

**Характеристики водных масс и присвоенные им коды  
по двум временными периодам в зимний сезон (июль-октябрь)**

T, °C	S, ‰	Z min, м		Z max, м		Z сред., м		Кол-во станций		Код
		54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	54-74 гг.	77-90 гг.	
7-10	34,50-34,80	488	—	488	—	488	—	1	—	8
10-12	34,80-35,20	44	92	293	305	137	175	36	48	7
14-16	34,80-35,25	0	0	74	77	20	17	21	321	6
12-14	34,80-35,25	0	0	195	253	65	45	90	189	5
12-17	35,25-35,60	0	0	163	252	43	29	299	363	4
16-21	35,60-35,80	0	0	56	50	15	11	200	24	3
17-21	35,80-36,10	0	0	30	20	10	8	23	5	2
21-27	35,25-35,60	0	0	—	—	—	—	—	—	1

Границы залегания водных масс по глубине и термические характеристики вод внутри каждого из сезонов, отражены в табл. 1 и 2. Изменения же гидрологического режима поверхностных вод от одного временного периода к другому, представлены на Т, S-диаграммах, рис. 1, 2. Так, на рис. 2, б очевидна аккумуляция Т, S-характеристик в область значений, принадлежащих апвеллинговым водам. Пучок

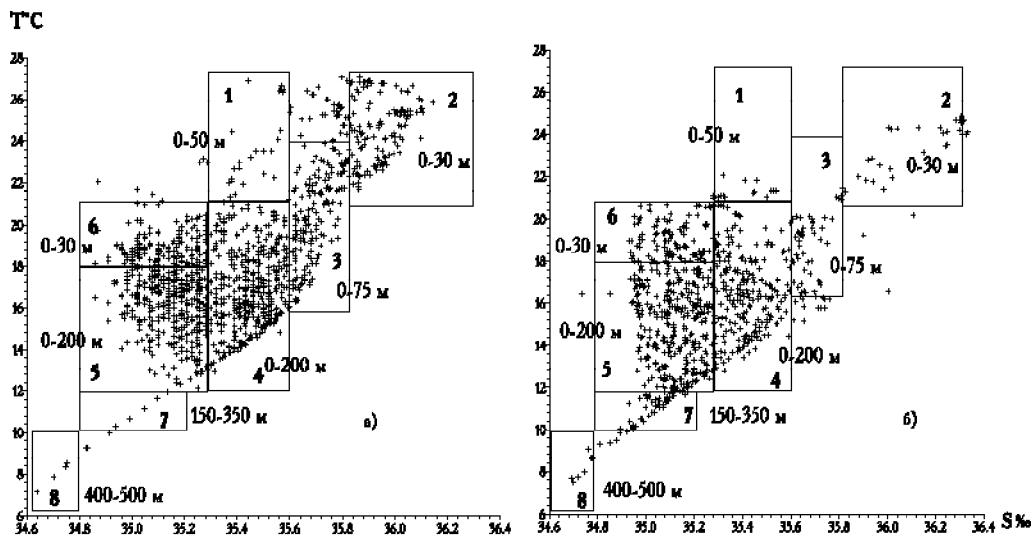


Рис.1. Т, S-диаграммы верхнего 500 м слоя вод на шельфах Намибии и Анголы:  
а) 1-4 (лето) 1954-1974 гг.; б) 1-4 (лето) 1977-1990 гг.

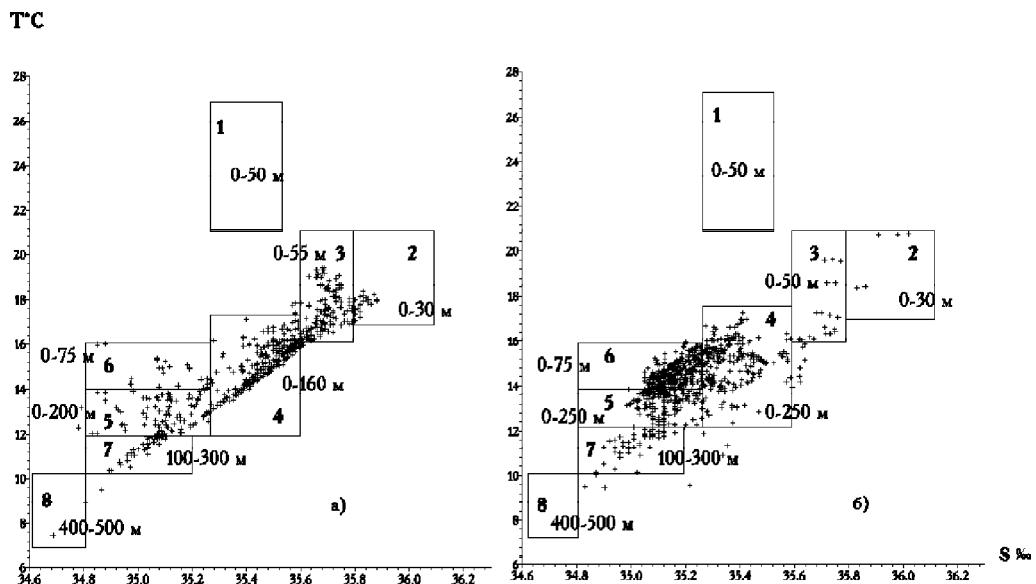


Рис.2. Т, S-диаграммы верхнего 500 м слоя вод на шельфах Намибии и Анголы:  
а) 7-10 (зима) 1954-1974 гг.; б) 7-10 (зима) 1977-1990 гг.

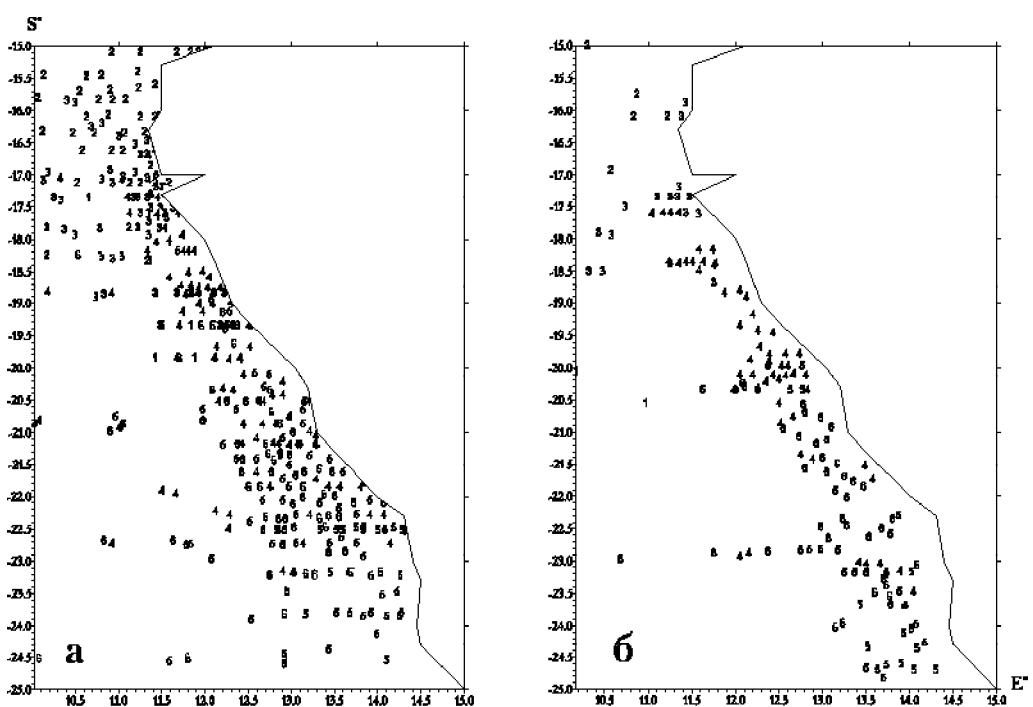


Рис. 3. Пространственное размещение водных масс, относящихся к горизонту 10 м на шельфах Намибии и Анголы:  
а) 1-4 (лето) 1954-1974 гг.; б) 1-4 (лето) 1977-1991 гг.

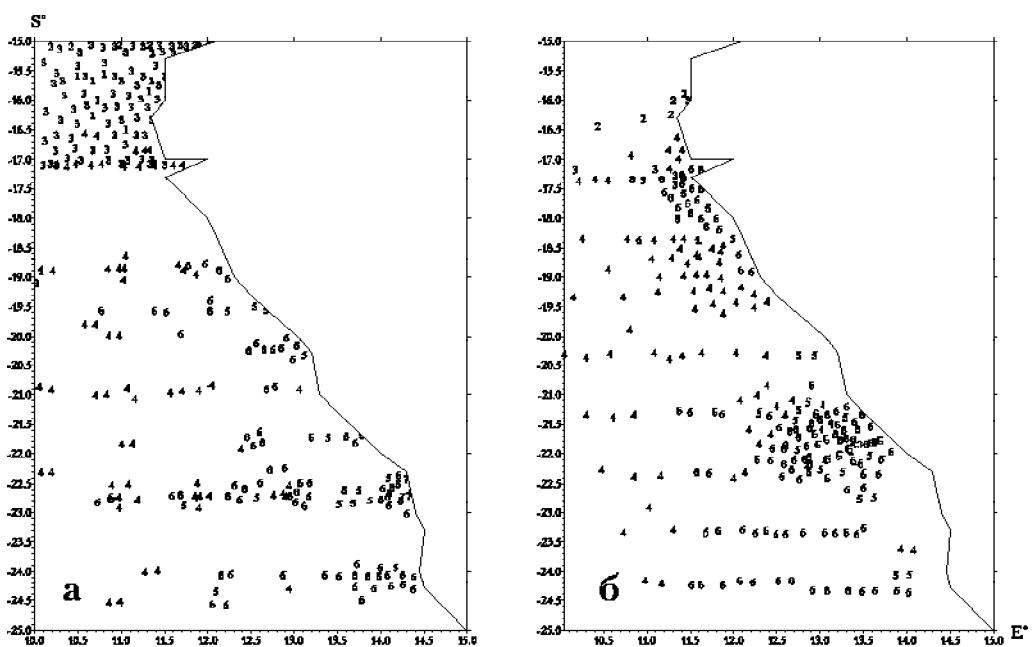


Рис. 4. Пространственное размещение водных масс, относящихся к горизонту 10 м на шельфах Намибии и Анголы:  
а) 7-10 (зима) 1954-1974 гг.; б) 7-10 (зима) 1977-1990 гг.

T, S-кривых принял форму "облака", в отличие от первого периода рис. 2, а, где T, S-кривая имеет классическую форму прямой линии, свидетельствующую о двух смешивающихся водных массах, лежащих на концах кривой и соответствующих поверхностной и глубинной водным массам [Мамаев, 1987]. Однако необходимо упомянуть о имеющемся дефиците данных в период 1977-90 гг. в оба сезона, что не позволяет с достоверной точностью утверждать о глобальном вытеснении Южной тропической водной массы с шельфа Анголы. Но несомненно, произошло понижение температурного фона в результате преобладания Бенгельской водной массы. В летний сезон Южного полушария на T, S-диаграммах (рис. 1) прослеживается аналогичная ситуация с преобладанием Бенгельской воды и ее модификаций в период 1977-1990 гг. Об увеличении выноса глубинных вод и, вследствие этого, понижении теплового фона, косвенно свидетельствует изменившаяся в 1977-1990 гг. нижняя граница залегания Бенгельской водной массы и ее модификации (апвеллинговые воды, код 5).

Пространственное размещение водных масс и их модификаций наглядно представлено на рис. 3 и 4. Структура вод имеет пятнистый характер летом и упорядоченный зимой. Очевидна размытость и мозаичность гидрологического фронта между 17°00'-19°00' ю. ш. в летний сезон и приобретение им четкой границы с юга зимой — 17°00' ю. ш. в период 1954-1974 гг. Определить границы фронта во втором временном периоде не представилось возможным из-за недостатка данных.

Направленность потоков прибрежных вод (код 6), в сезон интенсификации пассатов (зима), свидетельствует о зональности переносов в период 1954-1974 гг. (рис. 4, а) и меридиональном их характере в 1977-1990 гг. (рис. 4, б), что подтверждает нежелательность объединения данных в единый рабочий массив.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гидрометеорологический справочник вод Западного побережья Африки. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1964. — С. 47-50.
- Гершанович Д.К., Муромцев А.М. Океанологические основы биологической продуктивности Мирового океана. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1982. — С. 208-215.
- Дубравин В.Ф. К вопросу о новой схеме генеральной циркуляции вод в юго-восточной части Тропической Атлантики//Изучение открытой части Атлантического океана. — Географическое общество СССР, Ленинград, 1977. — С. 54-63.
- Коршунова Г.П., Кокоз Л.М., Проненко С.М. Оценка вероятности сочетаемости признаков. Расчет коллигационной функции//Основные результаты пополнения информационной базы и разработки программных средств автоматизированной системы обработки и хранения промыслового-биологической информации на южном регионе. — Отчет ЮГНИРО. Керчь, 1991. — С. 27-30.
- Мамаев О.И. Термохалинnyй анализ вод Мирового океана. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. — С. 183-194.
- Сидоренков Н.С., Свиренко П.И. Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом районе//Долгопериодная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования. — Сб. научн. трудов. — Москва: ВНИРО, 1989. — С. 59-71.

А.Т. КОЧЕРГИН, П.А. ГАНИЧЕВ

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГОДОВОЙ ДИНАМИКИ АПВЕЛЛИНГОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Исследованна внутригодовая динамика апвеллинговых процессов в районах Аденского залива, Омана и Сомали на основе анализа вертикального положения изотермы 20° и изоксиген 100 или 300 мкг-ат/л. Выявлены различающиеся амплитуда вертикальных смещений структурных границ, сроки и ход апвеллинга в этих районах. Отмечены волнообразное начало апвеллинга в Аденском заливе, максимальный его размах в районе Сомали и вялотекущий характер в районе Омана.

Изменчивость океанографических процессов в северо-западной части Индийского океана определяется, главным образом, сменой муссонов. Наибольшей изменчивости в этой части океана подвержены районы Сомали, Омана и северной половины Аденского залива, где и формируются апвеллинговые зоны. Необходимость изучения механизма их функционирования важна тем, что на площади, занимаемой прибрежными апвеллингами и составляющей только 0,1% площади Мирового океана, добывают до 30% мирового улова рыб [Гершанович и др., 1990]. Кроме того, влияние апвеллингов на гидродинамику и продуктивность вод не ограничивается относительно узкой прибрежной полосой, а распространяется на прилегающие обширные районы, в частности в северо-западной части Индийского океана — на всю акваторию Аравийского моря.

В настоящей работе предполагается рассмотреть некоторые стороны внутригодовой динамики апвеллинга в этих зонах. Расчет среднемесячных значений температуры и содержания растворенного кислорода на базе массива данных за период 1950-1993 гг. позволил построить графики внутригодового хода глубины залегания изотермы 20°C и изооксигены 100 или 300 мкг-ат/л (относящихся к пограничному слою между поверхностью и подповерхностной структурами), косвенно характеризующие динамику временной изменчивости апвеллинга. Сроки апвеллинга определялись по устойчивому подъему этих изотермы и изоксигены. Косвенные методы анализа гидродинамических процессов в апвеллинговых зонах являются весьма распространенными, т.к. в настоящее время еще нет надежной аппаратуры, позволяющей измерить вертикальные скорости в прибрежном апвеллинге, достигающие величин порядка 10-2-10-3 см/с и выше [Архипкин и др., 1987].

В Аденском заливе рассматривались 2 группы станций: прибрежные, располагавшиеся в координатах 12°30' с. ш., 45° в. д. (западная), 14°30 с. ш., 49° в. д. (центральная) и 15°30' с. ш., 52° в. д. (восточная) и мористые (отстоящие на 30' к югу от вышеуказанных). В Сомалийском районе анализ осуществлялся в точках с координатами 10° с. ш., 52° в. д. и 6° с. ш., 49° в. д. соответственно в северной и южной частях; в Оманском — 18°45' с. ш., 59° в. д. Осреднение проводилось в квадратах

$30 \times 30'$ , указанные координаты соответствуют центрам квадратов. Массивы океанографических данных за вышеуказанный период содержали в Аденском заливе 485 станций, в районе Омана — 240 и в районе Сомали — 210. В районах Аденского залива и Омана анализировалась глубина залегания изоксигены 100 мкг-ат/л; в районе Сомали, вследствие более высокого содержания кислорода в подповерхностном слое его минимума — изоксигены 300 мкг-ат/л.

### АДЕНСКИЙ ЗАЛИВ

В предшествующих исследованиях [Дубинец и др., 1989; Swallow, 1984] отмечалось, что апвеллинговые процессы развиты в период юго-западного муссона с апреля по сентябрь. Внутригодовой ход изотермы  $20^\circ$  и изооксигены 100 мкг-ат/л (индикатор колебания верхней границы слоя дефицита кислорода) показал в среднемноголетнем плане, что, если в западной части залива в мористой и прибрежной зонах интенсивный апвеллинг продолжается с июня по сентябрь (максимум в августе-сентябре), то в центральной — с мая по октябрь (максимум с июля по октябрь), а в восточной — с апреля по октябрь в мористой зоне и с мая по октябрь в прибрежной (максимум с июля по сентябрь) — рис. 1 и 2. Таким образом, апвеллинг начинается в восточной части залива, распространяясь далее на запад. В указанном направлении проходит запаздывание сроков достижения его максимальной интенсивности — с июля на востоке и в центре до августа на западе. Относительно холодные воды (с температурой, не превышающей  $20^\circ\text{C}$ ) с дефицитом кислорода (содержание не более 100 мкг-ат/л) поднимаются в эвфотический слой ближе всего к поверхности (до горизонта 10-35 м) в восточной части залива (соответственно до горизонта 20-45 м в центральной и 30-35 м в западной). Амплитуда вертикальных смещений структурных границ (изотермы  $20^\circ$  и верхней границы слоя дефицита кислорода) за период апвеллинга достигает на востоке залива 100-120 м, на западе и в центре 95-110 и 130-150 соответственно в мористой и прибрежной зонах. С января до июня в прибрежной зоне западной части залива, с октября до апреля в мористой зоне восточной части и с января до мая в обеих зонах центра имеют место разнонаправленные, относительно короткопериодные (около месяца) динамические процессы, характеризующиеся чередованием подъемов и опусканий вод, вызванных, вероятно, формированием вихревых образований различных знаков. В эти периоды вертикальная амплитуда колебаний рассматриваемых структурных границ для отмеченных выше районов достигает соответственно 140, 90 и 40 м (рис. 1 и 2.).

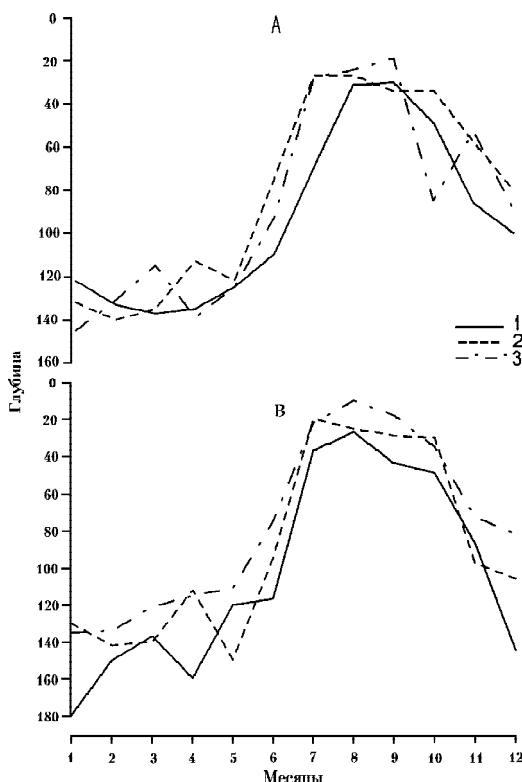


Рис. 1. Внутригодовой ход глубины залегания изотермы  $20^\circ$  на мористых (A) и прибрежных (B) станциях западной (1), центральной (2) и восточной (3) частей северной половины Аденского залива

нонаправленные, относительно короткопериодные (около месяца) динамические процессы, характеризующиеся чередованием подъемов и опусканий вод, вызванных, вероятно, формированием вихревых образований различных знаков. В эти периоды вертикальная амплитуда колебаний рассматриваемых структурных границ для отмеченных выше районов достигает соответственно 140, 90 и 40 м (рис. 1 и 2.).

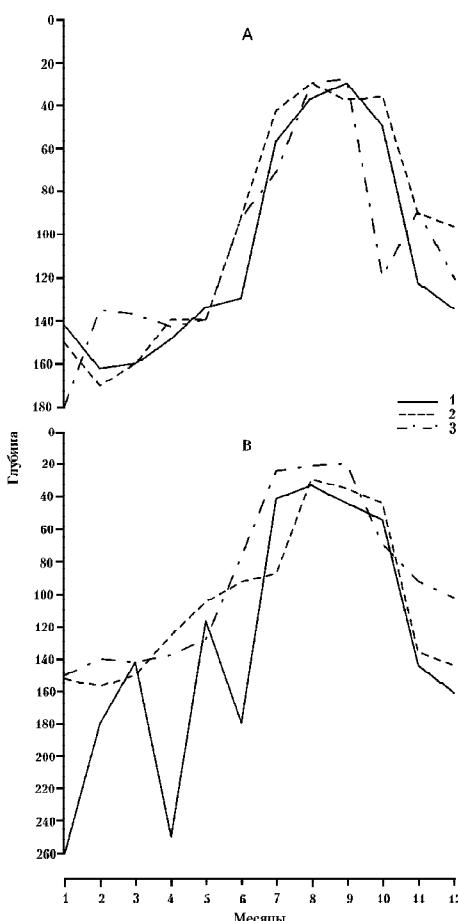


Рис. 2. Внутригодовой ход глубины залегания изоксигены 100 мкг-ат/л на мористых (А) и прибрежных (В) станциях западной (1), центральной (2) и восточной (3) частей северной половины Аденского залива

муссона отражают, кроме общей для этого периода тенденции подъема вод, наличие локальных динамических образований, формирующих разнонаправленные вертикальные движения вод. Во время переходного сезона смена тенденции подъема на опускание вод в верхней структурной зоне начинается в первую очередь, в прибрежной части и несколько позднее — в мористой.

#### СОМАЛИЙСКИЙ РАЙОН

Согласно литературным источникам [Swallow, 1984] время активного апвеллинга в районе Сомали — май-сентябрь. По нашим среднемноголетним данным о глубине залегания изо-

#### ОМАНСКИЙ РАЙОН

Апвеллинг в районе Омана входит в систему Аравийского апвеллинга, одного из самых обширных в Аравийском море. По данным литературных источников, период его действия как и в Аденском заливе апрель-сентябрь [Дубинец и др., 1989]. По полученным нами осредненным данным внутригодового хода глубины залегания изотермы 20° и изоксигены 100 мкг-ат/л можно говорить о более коротком времени действия апвеллинга в районе Омана — май-август, хотя на отдельных участках достаточно выраженный подъем вод прослеживается даже в ноябре. Максимальная интенсивность апвеллинга приходится на период июнь-июль, когда относительно холодные (с температурой менее 20°) воды с дефицитом (менее 100 мкг-ат/л) кислорода поднимаются до глубин 55-80 м (рис. 3). Амплитуда изменчивости структурных границ по вертикали в верхнем 200-метровом слое в период апвеллинга с начала его развития до достижения пика составляет 60-80 м, что намного меньше ее размаха в районе Аденского залива в целом и в восточной пограничной его части в частности. Колебания глубины залегания выделенных изотермы и изоксигены на шельфе и примыкающей зоне в период юго-западного

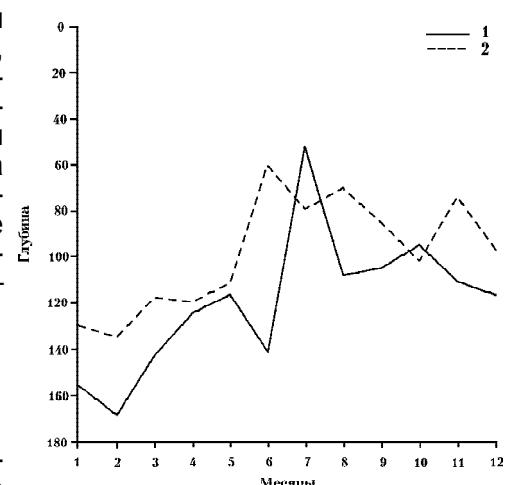


Рис. 3. Внутригодовой ход глубины залегания изотермы 20° (1) и изоксигены 100 мкг-ат/л (2) в районе Оманского апвеллинга

термы 20° как в северной, так и в южной частях района период действия апвеллинга — апрель-июль при максимуме интенсивности в конце срока, когда к поверхности выходят воды с температурой менее 20° и 21,5° соответственно. В литературе [Кушинг, 1979] есть сведения, что максимальное охлаждение поверхностного слоя может доходить до 13,2°. Следует отметить, что по сравнению с районом Омана, развитие апвеллинговых процессов в районе Сомали носит более интенсивный характер; с апреля по сентябрь амплитуда колебаний вертикального положения 20-градусной изотермы достигает 160 м в северной части района и 150 м — в южной (рис. 4). Если в южной точке поверхностная и подповерхностная структуры вод выравниваются до состояния доапвеллинговой уже в сентябре, то в северной относительно низкая температура в них сохраняется до декабря. В целом, более интенсивный апвеллинг наблюдается в северной части района, где происходит отрыв струи Сомалийского течения от берега. Как известно, апвеллинг охватывает прибрежную зону шириной до 150-200 км (с возрастанием интенсивности по мере приближения к берегу), но его влияние оказывается даже на расстоянии тысячи километров от берега в результате дрейфа высокопродуктивных вод в открытый океан [Swallow, 1984].

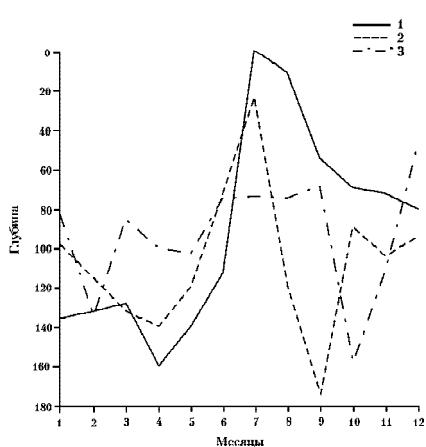


Рис. 4. Внутригодовой ход глубины залегания изотермы 20° в северной (1) и южной (2) и изоксигенации 300 мкг-ат/л в северной (3) точках района Сомалийского апвеллинга

ческого слоя. Кроме того, даже при юго-западном муссоне, процесс маскируется возрастанием на этих глубинах концентраций кислорода за счет высокой интенсивности фотосинтеза. Это приводит к тому, что даже в пик апвеллинга (с июня по сентябрь) в верхнем 70-метровом слое содержание кислорода не опускается ниже 300 мг-ат/л (рис. 4).

## ЛИТЕРАТУРА

- Архипкин В.С., Еремеев В.Н., Иванов В.А. Апвеллинг в пограничных областях океана. — С., 1987. — С. 13.
- Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность океана. — М., 1990. — С. 49.
- Дубинец Г.А., Химица В.А., Савич М.С., Тюлева Л.С., Иванченко О.П., Гапишко А.И., Демидов В.Ф., Губанов Е.П., Тимохин И.Г. Аравийское море//В кн.: Биологические ресурсы Индийского океана. — М.: Наука, 1989. — С. 339-363.
- Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство. — М., 1979. — С. 39-57.
- Swallow J. C. Some aspects of the physical oceanography of the Indian ocean//Deep-Sea Res., 1984. V. 3. No 6-8. — P. 639-650.

В.А. БРЯНЦЕВ

## ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ПРОГНОЗ УСПЕШНОСТИ ПРОМЫСЛА КРИЛЯ В АТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АНТАРКТИКИ

Прогноз успешности промысла криля в атлантической части Антарктики может быть дан по экстраполированным значениям солнечной активности с учетом зависящей от нее макромасштабной атмосферной циркуляции.

### ВВЕДЕНИЕ

Практическая необходимость для добывающих организаций прогноза с годовой и сезонной заблаговременностью обуславливает целесообразность хотя бы приблизительной, почти дихотомической, оценки успешности промысла криля в районах островов Южных Шетландских, Южных Оркнейских и Южной Георгии. Предполагается, что прогноз такого типа может быть основан на экстраполяции значения солнечной активности (числа Вольфа) с учетом зависящих от нее особенностей макромасштабной атмосферной циркуляции ( $AI_{\text{J}}$ ), определяющих перенос вод и крилевых скоплений в указанные районы. Примеры первых связей отмечаются в литературе для ряда регионов Мирового океана, в частности Германом и Гольдбергом [1981], вторые описываются в работах Богданова и Солянкина [1970], Латогурского и др. [1990], Маклыгина [1986], Сушина и др. [1990].

Наши предшествующие исследования при поисках возможностей такого прогноза для района моря Содружества [Бибик и др., 1995] показали, что механизм зависимостей, типа солнечная активность — атмосферная циркуляция — интенсивность завихренности поля течений поверхностного слоя вод позволяет определить тенденцию эффективности промысла с учетом благоприятных предпосылок для сохранения криля и его личинок в прибрежной зоне, что в конечном счете увеличивало его запас. В море Скотия, наоборот, экспатриация раков из шельфовой зоны морей Уэдделла и Беллинсгаузена и аккумуляция вблизи перечисленных островов обусловливают успешность их промысла, как показано цитируемой выше группой авторов. Представляется, что фактор переноса для успеха промысла имеет гораздо большее значение, чем урожайность.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Анализируемый ряд-предиктант ( $Y$ ) образуют значения уловов антарктического криля в атлантической части Антарктики (АЧА) за год (осенние уловы включены в последующий календарный год) флота Украины в период с 1977 по 1995 г., взятые из статистического бюллетеня ФАО (уловы Украины зафиксированы в районе 48 отдельно и при бывшем СССР). В качестве основного предиктора, исходя из

вышеприведенной системы связей, взяты среднегодовые значения солнечной активности ( $W$ ). Индексы АЦ рассчитаны в процессе исследований по совместному проекту ЮгНИРО и РГГМИ (РФ) под руководством К.В. Кондратовича (неопубликованные данные) для периода с 1965 по 1981 год. Подробно физический смысл и обозначения индексов даны в работе Рыжакова с соавторами [1980]. В ней формы меридиональной циркуляции, определенные по преобладающим воздушным переносам в толще тропосферы умеренных широт, а также по особенностям циркуляции в высоких и низких широтах, сведены к двум разновидностям:  $M_A$  и  $M_B$ , которые являются нарушениями западно-восточного переноса зональной циркуляции ( $Z$ ). В сводной таблице (табл. 1) аномалии повторяемостей форм АЦ даны суммарно за летний период (январь-март) и за каждый месяц этого периода в отдельности ( $Z$ ,  $Z_I$ ,  $Z_{II}$ ,  $M_A$ ,  $M_B$ ,  $M_{B_I}$ ,  $M_{B_{II}}$ ,  $M_{B_{III}}$ ). Кроме чисел Вольфа ( $W$ ) использовались их модификации:  $W$  — значение  $W$  предшествующего года и  $W_n$  — модуль отклонения от среднего  $W$ , которое определено для периода 1928-1993 гг.

### Анализируемые ряды (обозначения в тексте)

В табл. 1 помещены только коррелируемые в дальнейшем ряды. Как видим, они имеют разную длину и охватывают разные отрезки лет. Корреляционное сопоставление между ними выполнено по совпадающим периодам с ограничением по уровню значимости  $p \leq 0,05$  (табл. 2). Общая схема полученных связей не включает возможно существующие зависимости между уловами и индексами АЦ, поэтому мы вынуждены рассматривать это звено только на основе связей последних с показателями солнечной активности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на условность годовых уловов криля в качестве показателя его обилия в районе 48, данный ряд имеет признаки периодических изменений. Его периодограмма (рис. 1), полученная по методу, изложенному Рудневым и Палием [1964], показывает наличие 5-6-летнего периода, который неоднократно обнаруживался в колебаниях метеорологических характеристик в различных регионах.

Отсюда возникает предположение о том, что особенности АЦ, определяющие динамику вод, благоприятную для интенсивного притока скоплений криля в указанные акватории, проявляются при экстремальных, как низких, так и высоких, уровнях солнечной активности. Исходя из этого, при анализе мы использовали ряд значений данной характеристики —  $W_n$ .

Результаты сопоставления рядов представлены в табл. 2 и на рис. 2. Последний наглядно иллюстрирует найденные статистически

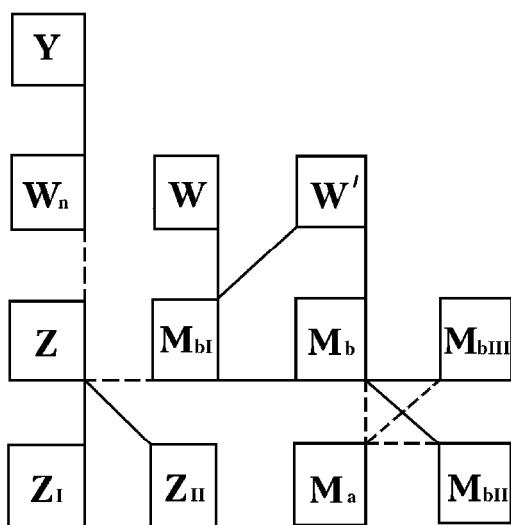


Рис. 1. Граф связей солнечной активности ( $W$ ), атмосферной циркуляции ( $Z$ ,  $M_a$ ,  $M_b$ ) и уловов криля флотом Украины в атлантической части Антарктики ( $Y$ )  
— прямые связи, — обратные

значимые связи, перечисленные в таблице.

Получена, в общем, непротиворечивая система зависимостей, которую можно интерпретировать следующим образом.

Высокий уровень солнечной активности текущего и предшествующего года способствует развитию летом в Южном океане АЦ формы  $M_b$ . При этом снижается повторяемость зональных переносов ( $Z$ ) и меридиональных форм  $M_a$ . Связи перечисленных видов АЦ за период с января по март со своими месячными составляющими, естественно, носят формальный характер, но не противоречат указанной

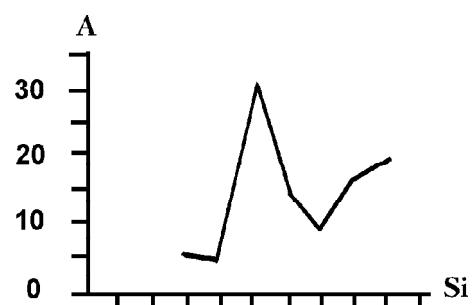


Рис. 2. Периодограмма межгодовых колебаний уловов криля флотом Украины в период с 1977 по 1995 год  
( $Si$  — периоды,  $A$  — амплитуда, тыс. т)

зависимости. В то же время выявлено, что повторяемость зонального переноса бывает низкой при экстремальных значениях солнечной активности (то есть и при высоких, и при низких уровнях  $W$ ), с которыми совпадают значительные уловы криля. Следовательно, для успешного промысла благоприятна меридиональная форма АЦ и в особенности  $M_B$ .

Таблица 2

**Корреляционные связи уловов криля в атлантической части Антарктики, индексов атмосферной циркуляции и солнечной активности (обозначения в тексте)**

№№ п/ п	Связи	Коэффициент корреляции ( $r$ )	Уровень значимости ( $p$ )	Кол-во членов в рядах	Анализи- руемый период
1	$Y—W_n$	0,586	0,01	17	1977-1993
2	$W_n—Z$	-0,508	0,04	17	1965-1981
3	$W—M_{B1}$	0,546	0,02	17	1965-1981
4	$W'—M_B$	0,505	0,04	17	1965-1981
5	$W'—M_{B1}$	0,553	0,02	17	1965-1981
6	$Z—Z_I$	0,737	0,0007	17	1965-1981
7	$Z—Z_{II}$	0,518	0,03	17	1965-1981
8	$Z—M_{B1}$	-0,655	0,004	17	1965-1981
9	$M_{B1}—M_B$	0,840	0,000	17	1965-1981
10	$M_B—M_{BIII}$	0,538	0,03	17	1965-1981
11	$M_B—M_A$	-0,701	0,002	17	1965-1981
12	$M_A—M_{BII}$	-0,596	0,01	17	1965-1981
13	$M_A—M_{BIII}$	0,627	0,007	17	1965-1981
14	$M_A—M_{BIII}$	-0,558	0,02	17	1965-1981

На рис. 3 представлены фрагменты рисунка из вышеупомянутой работы Рыжакова с соавторами [1980], где дано типовое распределение приземного давления при перечисленных формах АЦ южного полушария. В этой работе подчеркивается, что при форме  $M_B$  в центре атлантического сектора развиваются блокирующие процессы, так же, как и на меридианах моря Белингсгаузена. На этих типовых барических картах легко заметить, что изгиб изобар на юг, образующий гребень в районе моря Уэдделла, бывает наибольшим при форме  $M_B$ . Таким образом, допустимо сделать вывод, что при условии максимального блокирования атмосферных переносов с восточной и западной стороны исследуемого района в его пределах специфическая атмосферная циркуляция обеспечивает наиболее интенсивный перенос вод поверхностного слоя на север и северо-восток, а следовательно и скоплений криля в районы островов моря Скотия.

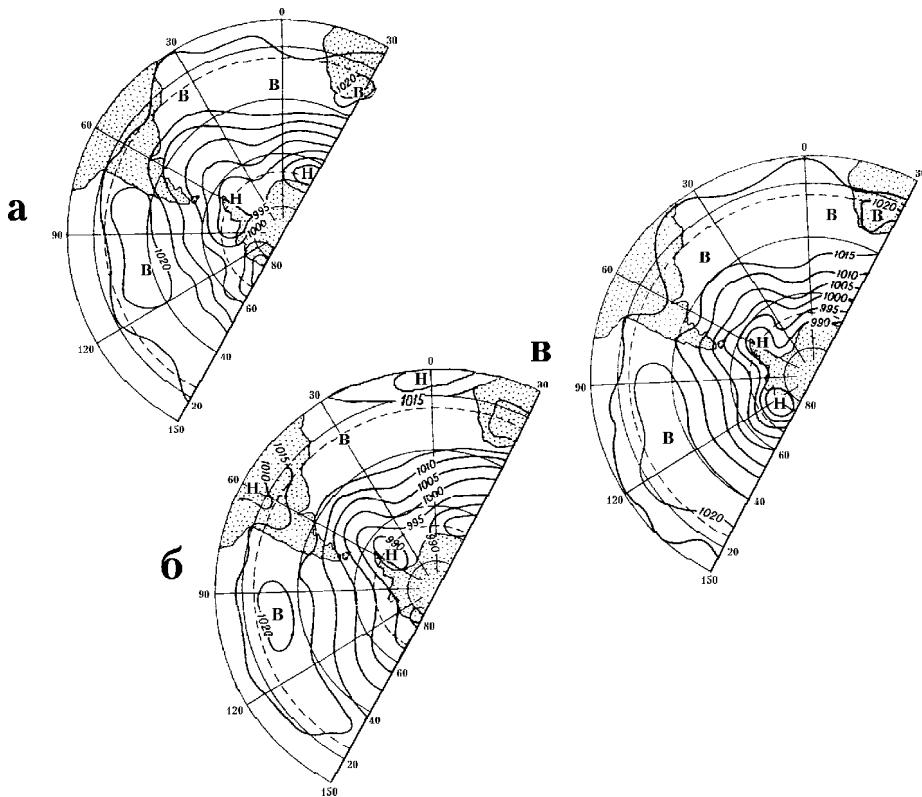


Рис. 3. Типовое распределение среднего приземного давления при  $Z$  (а),  $M_A$  (б) и  $M_B$  (в) формах атмосферной циркуляции южного полушария (фрагменты из рисунка [Рыжаков и др., 1980])

#### МЕТОДИКА ОРИЕНТИРОВОЧНОГО ПРОГНОЗА УСПЕШНОСТИ ПРОМЫСЛА КРИЛЯ В АЧА

Вышеприведенная схема связей показывает зависимость преобладания форм АЦ в летние месяцы от уровня солнечной активности предшествующего и текущего года, однако значимая связь уловов промыслового флота Украины в районе 48 АЧА проявляется только с модулем аномальности этой гелиофизической характеристики. Общая тенденция изменений предиктанта (общего вылова) может быть выражена уравнением

$$Y = 800W_n + 26580,$$

где  $Y$  — ориентировочная оценка возможного годового улова криля для отыскания года-аналога в анализируемом ряду (табл. 1);  $W_n = |W - 70|$ , а  $W$  — экстраполированное на текущий год число Вольфа.

Прогноз с месячной и сезонной заблаговременностью может быть основан на метеорологических показателях в районе моря Скотия, данных в работе Рыжакова и др. [1980], где указывается, что признаки атмосферного процесса типа  $M_B$  проявляются через повышенную повторяемость сильного юго-восточного ветра, при котором температура воздуха падает ниже  $-13^{\circ}$ . При типах  $Z$  она колеблется между  $-3$  и  $-7^{\circ}$ , а при  $M_A$  — от  $+2$  до  $-2^{\circ}$  градусов.

Следует также иметь в виду, что, в соответствии с данными Маклыгина [1986], концентрация криля в скоплениях повышается в районе

острова Южная Георгия через 3 месяца после усиления южного атмосферного переноса, у Южных Оркнейских островов — через месяц, у острова Мордвинова — синхронно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бибик В.А., Брянцев В.А. Коваленко Л.А. Прогноз уловов антарктического криля в море Содружества//Труды ЮгНИРО. Т. 41. — Керчь: ЮгНИРО, 1995. — С. 103-104.
2. Богданов М.А., Солянкин Е.В. Изменчивость количества *Euphausia superba* Dana в районе о. Южная Георгия в связи с особенностями гидрологического режима// Океанология, 1970. Т. 10. Вып. 4. — С. 695.
3. Герман Дж.Р., Голдберг Р.А. Солнце, погода и климат. — Л.: Гидрометеоиздат, 1981. — 320 с.
4. Латогурский В.И., Макаров Р.Р., Спиридовон В.А., Федотов А.С. Распределение и биология *Euphausia superba* в районах Антарктического полуострова//Сб.: Антарктический криль в экосистемах промысловых районов. — Калининград, 1990. — С. 20-40.
5. Маклыгин Л.Г. Влияние интенсивности атмосферных переносов на изменения концентрации макропланктона в приостровных зонах антарктической части Атлантики// Сб.: Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и юго-восточной части Тихого океана. — Калининград, 1986. — С. 82-87.
6. Руднев К.М., Палий Н.Ф. Океанографические методы в рыбопромысловых исследованиях. — Калининград, 1964. — 110 с.
7. Рыжаков Л.Ю., Рабцевич С.В., Савицкий Г.Б. Некоторые новые характеристики форм циркуляции южного полушария и типов синоптических процессов Антарктики// Сб.: Исследования климата Антарктиды. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — С. 177-183.
8. Сушин В.А., Маклыгин Л.Г., Касаткина С.М. Основные результаты исследований антарктического криля в Атлантическом секторе Южного океана//Сб.: Антарктический криль в экосистемах промысловых районов. — Калининград, 1990. — С. 5-19.

В.А. БРЯНЦЕВ, Э.В. БУДНИЧЕНКО, М.С. САВИЧ

## ИНФОРМАЦИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОСИСТЕМЫ МОРЯ СОДРУЖЕСТВА

Представляется подход к оценке зависимостей элементов морской экосистемы на примере моря Содружества от внешних воздействий, выраженных индексами, отражающими приток информации или отрицательной энтропии, которая увеличивает негэнтропию системы.

В качестве таких индексов использованы суммарные модули аномалий в повторяемостях типов атмосферной циркуляции. Установлено, что отклонения последней от климатической нормы благоприятны для экосистемы.

Исследования ЮгНИРО экосистемы моря Содружества в 70-80-е годы были связаны с обеспечением промысла антарктического криля (*Euphausia superba* Dana), при котором важнейшими являлись оценка и прогноз его обилия и плотности скоплений, обусловленные урожайностью и гидрологическими предпосылками аккумуляции [Брянцев и др., 1982; Брянцев, Бибик, 1990; Самышев, 1991]. Эти предпосылки, как было установлено, определялись особенностями атмосферной циркуляции, генерирующими завихренность поля течений поверхностного слоя вод. Интенсивность завихренности благоприятствовала также начальным трофическим уровням экосистемы — увеличению биомассы фито- и зоопланктона. Здесь, однако, связи фиксировались лишь на качественном уровне — посредством сопоставления кривых и карт.

Ниже дается подход к оценке зависимостей некоторых элементов экосистемы моря Содружества от внешних воздействий, выраженных индексами, отражающими приток информации, или отрицательной энтропии, которая увеличивает негэнтропию системы [Бриллюэн, 1966].

В табл. 1 представляются данные стандартных съемок ЮгНИРО, выполняющихся в летний (навигационный) период на акватории в пределах от 60 до 70° ю. ш. (или до припайных льдов) и от 60 до 90° в. д. Биомасса фитопланктона осреднена в слое 0-100 м по акватории съемки ( $\Phi_o$ ), на разрезе по 75° в. д. ( $\Phi_p$ ) и в заливе Прюдс ( $\Phi_n$ ). Значения биомассы зоопланктона (3) и средняя плотность крилевых скоплений ( $\Pi_k$ ) относятся ко всей указанной акватории. Межгодовая изменчивость океанографических условий выражена средней температурой ( $t_{cp}$ ) и соленостью ( $S_{cp}$ ) в слое 0-500 м на акватории 60-70° ю. ш. и 70-80° в. д., рассчитанными с помощью объемного статистического T, S-метода [Мамаев, 1970].

Показатели атмосферной циркуляции в месяцы навигационного сезона (декабрь-март) представлены аномалиями в повторяемости 6-ти выделенных типов [Bryantsev et al., 1991], из которых 1-й есть характерный зональный перенос, а остальные 5 — разновидности меридиональных, определяемых по расположению отрогов южного индоокеанского

антициклона или антициклона Антарктиды. Аномалии рассчитывались для каждого из упомянутых месяцев с 1972 по 1989 г. по формуле:

(1)

где  $P_{ij}$  — повторяемость в  $i$ -том месяце  $j$ -того типа в днях, — соответствующее среднемноголетнее значение.

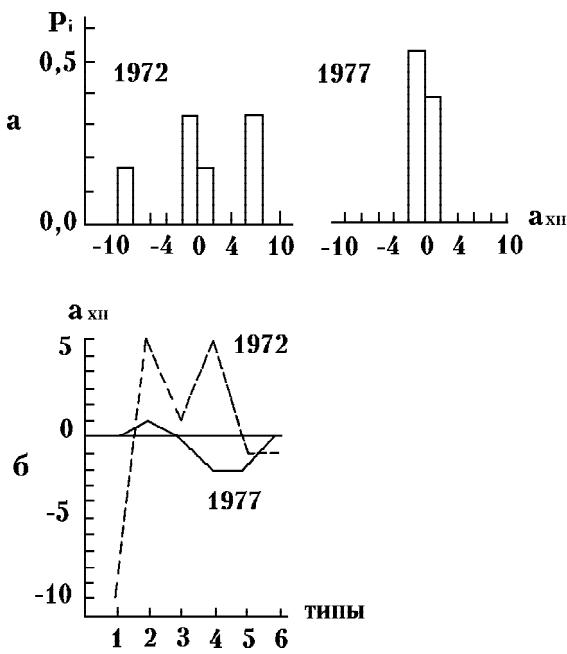
При анализе массива данных, полученных при расчетах по формуле (1), мы придерживаемся определения Эшби [1959], который трактует шенноновскую меру информации, в отличие от винеровской, как аналогию мере разнообразия, или информационной энтропии:

(2)

где  $P_i$  — относительные вероятности распределенных по диапазонам значений анализируемого ряда. В нашем случае рассматриваются распределения значений аномалий всех типов атмосферной циркуляции по диапазонам с шагом 2 дня. Для получения величины информации в битах в уравнении (2) используется двоичный логарифм.

На рисунке (а) приведены две гистограммы распределения аномалий в декабре в год с большим значением энтропии (1972) и в год с наименьшим ее значением (1977, табл. 1).

Интуитивно представляется, что более растянутые гистограммы соответствуют набору больших аномалий как положительных, так и отрицательных, а более компактные — комплексу с нулевыми или малыми аномалиями, что свидетельствует о близости атмосферной циркуляции к многолетней норме. Это положение наглядно иллюстрируется на рисунке (б), где приведены графики значений аномалий для декабря тех же лет. Отсюда предполагается возможность представить уровень информации внешних воздействий на экосистему в виде суммы аномалий независимо от их знака:



Статистическое распределение (а) и значения аномалий (б) в повторяемоститипов атмосферной циркуляции над индоокеанским сектором Антарктики в 1972 и 1977 годах

где  $i$  — по-прежнему обозначает месяц.

Далее установлено, что параметры  $\eta$  и  $A$  действительно значимо коррелированы. В частности, коэффициент корреляции при сопоставлении двух наших анализируемых рядов ( $A_{xii}$  и  $\eta_{xii}$ , табл. 1) оказался равным 0,575 с уровнем значимости 0,01.

Таблица 1

**Значения параметров экосистемы моря Содружества, суммарные аномалии в повторяемости типов атмосферной циркуляции и значения их информационной энтропии в декабре (обозначения в тексте)**

Годы	$\Phi_0$ , МГ.М <sup>3</sup>	$\Phi_p$ , МГ.М <sup>3</sup>	$\Phi_n$ , МГ.М <sup>3</sup>	З, МГ.М <sup>3</sup>	$\Pi_k$ , Г.М <sup>2</sup>	Scр., %	tcp., °	$A_{XII}$ , дни	$A_{III}$ , дни	$A_{XII-III}$ , дни	$h_{XII}$ , биты
1972								25	15	91	1,92
1973						34,460	1,04	12	6	48	0,92
1974								13	12	39	1,79
1975						34,488	0,84	12	12	49	1,79
1976								22	9	35	1,79
1977	376	600	2216	86	180	34,482	0,95	5	4	51	0,92
1978	477	600	354	112	65			12	9	23	2,05
1979	1137	1335	1005	134	45	34,464	0,90	9	5	38	1,52
1980	590	537	496	41	53	34,486	0,73	15	12	46	1,52
1981	605	498	1192	52	49	34,523	0,78	9	13	50	1,26
1982	1530	1530	1288	118	57	34,440	0,52	12	16	47	1,26
1983	385	761	379	54	51	34,474	0,65	7	9	50	0,99
1984	508	675	822	12	64	34,427	0,76	12	7	30	2,05
1985	334	243	534	91	35			13	9	58	2,05
1986	921	1402	592	76	23			14	21	65	2,05
1987	834	681	647	42	18			13	9	40	1,52
1988	854	880	1244	59	30			13	16	53	1,26
1989	588	588	165	7	48			25	24	64	2,05

Общий корреляционный анализ суммарных аномалий каждого месяца и всего навигационного периода и перечисленных биотических и абиотических параметров экосистемы выявил ряд связей, которые мы включили в табл. 2 при условиях: уровни значимости, равные и меньше 0,05, — как реальные зависимости, и уровни, равные или меньше 0,10, — как признаки таковых.

Из табл. 2 видно, что суммарная аномальность атмосферной циркуляции в начале летнего сезона ( $A_{XII}$ ) благоприятна для первичного продуцирования в заливе Прюдс и на всей исследуемой акватории, поскольку индекс последнего ( $\Phi$ ) значимо коррелируется с биомассой фитопланктона на разрезе по  $75^{\circ}$  в. д., отражающей среднюю биомассу всего моря ( $\Phi_0$ ). Далее информационный сигнал как бы “гаснет” в экосистеме, проявляясь в виде прямой или опосредованной связи с биомассой зоопланктона и средней плотностью криля на уровне значимости, равной или меньшей 0,10, то есть по определению, принятому выше, — на уровне признаков зависимости. Это, однако, не дает нам основания считать реальной зависимость зоопланктона и криля от обилия фитопланктона, что, как известно, отрицается, например Э.З. Самышевым [1991]. Связь может быть формальным проявлением зависимости всех трех характеристик от атмосферного индекса. Его значимость есть цель нашего анализа.

Таблица 2

**Корреляционная матрица связей параметров экосистемы моря  
Содружества и индексов атмосферной циркуляции (коэффициент  
корреляции/уровень значимости) (Обозначения в тексте)**

	$S_{cp}$ , %	$t_{cp}$ , °	$\Phi_o$ , мг.м³	$\Phi_p$ , мг.м³	$Z$ , мг.м³	$\Pi_k$ , г.м²
$A^{*}_{XII}$				0,622/ 0,02		0,488/ 0,09
$A_{III}$		-0,751/ 0,02				
$A_{XII-III}$	0,662/ 0,05					
$\Phi_p$						0,688/ 0,009
$\Phi_p$			0,872/ 0,0002	0,637/ 0,03	0,502/ 0,10	

\* Значение декабря предшествующего года.

Полученные связи со средней температурой и соленостью иллюстрируют то обстоятельство, что воздействия атмосферной циркуляции на биотическую часть экосистемы передаются через изменения условий водной среды. Ранее, например, нами было установлено, что особенности гидроструктуры, отражаемые средней температурой и соленостью, определяются интенсивностью зонального и меридионального воздухообмена, то есть просто интенсивностью ветрового перемешивания. Благодаря ему повышается теплозапас и снижается средняя соленость за счет увеличения верхнего перемешанного слоя и более интенсивной трансформации зимней холодной прослойки [Брянцев, Соболев, 1983].

В нашем случае мы не рассматриваем детали предполагаемого механизма связи суммарной аномальности в марте, — конечном месяце летнего сезона, со средней температурой воды исследуемого объема, или суммарной аномальности всего навигационного периода со средней соленостью. Здесь важно лишь то, что атмосферный импульс передается через окружающую среду, воспринимающую эту информацию и доставляющую ее биоте.

Таким образом, суммарную аномальность атмосферной циркуляции допустимо рассматривать в качестве внешней информации морских экосистем, приток которой через существенные изменения среды повышает их негэнтропию. Г.Е. Михайловский [1982] трактует эту "хаосогенность" окружающей среды как необходимую предпосылку повышения антиэнтропии у самовоспроизводящихся систем. Физически это обозначает, что отклонения в значениях параметров внешней среды в ту или иную сторону от среднеклиматической нормы, помимо прямого положительного или отрицательного действия, имеют заведомо положительное влияние на экосистему, если, конечно, не достигают критического (стрессового) уровня, выходя за пределы природных колебаний (например, при антропогенных воздействиях на экосистемы Аральского или Азовского морей), когда превосходит упругость экосистемы и происходит ее качественная перестройка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. — М.: Мир, 1966. — 272 с.
2. Брянцев В.А., Бибик В.А. Океанографические предпосылки образования скоплений антарктического криля в районе моря Содружества//Антарктический криль в экосистемах промысловых районов. — Калининград, 1990. — С. 75-80.

3. Брянцев В.А., Рябчикова Н.А., Мензин А.Б., Сыроватко Н.А. Расчет синоптической изменчивости циркуляции вод в антарктическом секторе Индийского океана// Исследование и освоение Мирового океана. Межвузовский сборник. Вып. 77. — Л.: Изд-во Лен. политехн. инст-та, 1982. — С. 28-33.
4. Брянцев В.А., Соболев Н.А. Межгодовая изменчивость гидроструктуры моря Содружества//Сырьевые ресурсы Антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования. Тезисы докладов. — Керчь, 1983. — С. 14-15.
5. Мамаев О.И. Т, S-анализ вод Мирового океана. — Л., 1970. — 364 с.
6. Михайловский Г.К. Понятие энтропии в применении к самовоспроизводящимся биологическим системам//Человек и биосфера. Сборник под ред. В.Д. Федорова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. Вып. 6. — С. 62-78.
7. Самышев Э.З. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. — М.: Наука, 1991. — 166 с.
8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Изд-во иностр. лит., 1959. — 432 с.
9. Bryantsev V.A., Bibik V.A., Kovalenko L.A. Hydrometeorological basis for forecasting biomass and some fishery indices of antarctic krill in the Sodruzhestva sea// CCAMLR Comission. WG — Krill — 91/43. 1991. — P. 1-6.

А.В. РОМАНОВ

## АНОМАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ В ЭКОСИСТЕМЕ ВОД АРХИПЕЛАГА КЕРГЕЛЕН

Анализируются аномальные ситуации, имевшие место в биотической части экосистемы вод арх. Кергелен в 1987 г. и 1994-1995 гг., которые отразились на ухудшении промысла. Их появление объясняется абиотическими аномалиями в эти периоды. Летом, осенью, зимой и весной 1987 г. повсеместно отмечались положительные аномалии ТПО и отрицательные солености в поверхностном слое. Максимальные величины положительных аномалий ТПО ( $1,5\text{--}1,8^{\circ}\text{C}$ ) и отрицательных солености ( $0,08\text{--}0,12\%$ ) имели место летом и осенью. Такие аномалии не могут быть объяснены только климатическим повышением ТПО в результате глобального потепления. Они связаны также с более интенсивным развитием антициклонического меандра Субантарктического и Полярного фронтов в южном направлении (на  $1\text{--}2^{\circ}$  широты), при котором в Полярной фронтальной зоне этого района увеличилась доля субантарктических вод и, таким образом, уменьшилось влияние антарктических вод на восточный и южный шельфы. Аномалии 1994-1995 г. (в летний период) возникли в результате резких аномалий циркуляции атмосферы: смещения атмосферного Полярного фронта на юг и проникновения тропических циклонов из района о. Маврикий к арх. Кергелен. Полученные корреляционные зависимости между положением разделов гидрологического Полярного фронта и поведением рыбы позволяют утверждать, что последствия аномалий среды могут проявляться в данной экосистеме в течение по меньшей мере 2 лет.

Район островов Кергелен известен как один из наиболее продуктивных в индийском секторе Южного океана. Несмотря на значительную изоляцию от других сообществ ихтиофауна данного региона весьма богата и разнообразна не только в видовом, но и количественном отношении. По данным Ю.Е. Пермитина [1987] в Кергеленском подрайоне обнаружено 39 видов и подвидов рыб, 30 родов из 18 семейств донных рыб. Несколько видов рыб имеют промысловое значение. Это *Dissostichus eleginoides* (патагонский клыкач), *Champscephalus gunnari* (щуковидная белокровка), *Lepidonotothen squamifrons* (серая нототenia или сквама), *Notothenia rossii* (мраморная нототenia). Начиная с 1970-1971 гг. Украина ведет устойчивый промысел рыбы в этом районе. До последнего времени ежегодный вылов ценных видов рыб здесь составлял 10-30 тыс. т, а иногда и больше [Уловы СССР.., 1985]. Столь высокая рыбопродуктивность района объясняется хорошей кормовой базой. По данным И.С. Чечуна [1984] средний индекс наполнения желудков мраморной нототении за период 1970-1974 гг. составлял 317,8, серой нототении — 354,3, щуковидной белокровки — 163,2, при этом основными объектами их питания обычно были различные виды макропланктона. Для района свойственна высокая численность и биомасса макропланктона, в том числе кормового. Так, в летний период 1988 г. средние

показатели численности и биомассы макропланктона на исследованной акватории составляли 157 экз./м<sup>2</sup> и 3,2 г/м<sup>2</sup>, при колебаниях от 9 до 1024 экз./м<sup>2</sup> и от 0,1 до 16,3 г/м<sup>2</sup> [Пахомов, 1995].

Очевидно, что экосистема вод арх. Кергелен сложилась при весьма своеобразных и сложных океанографических условиях, свойственных данному району, что отразилось на ее специфиности.

По современным представлениям через этот регион проходят 4 основных гидрологических фронта: Агульяс (ФА), Субтропический (СТФ), Субантарктический (САФ) и Полярный (ПФ) [Park et al., 1993; Belkin, Gordon, 1996; Sparrow et al., 1996]. К северу от арх. Кергелен эти фронты могут сближаться и даже сливаться друг с другом на отдельных участках, зачастую образуя единую высокоградиентную "Фронтальную зону Кергелен" (ФЗК), аналогов которой не существует во всем Южном океане [Белкин, 1989; Кляусов, 1993; Gamberoni et al., 1982; Park et al., 1993; Belkin, Gordon, 1996; Sparrow et al., 1996]. Все указанные фронты сопряжены со стрежнями определенных течений: ФА и СТФ с Южным индоокеанским течением [Stramma, 1992], а САФ и ПФ как северная и южная границы Полярной фронтальной зоны (ПФЗ) — с Антарктическим Циркумполярным течением (АЦТ) [Orsi et al., 1995].

Установлено, что исследуемый регион островов Кергелен в течение года находится в пределах ПФЗ [Кляусов, 1990, б], что определяет интенсивное взаимодействие субантарктических и антарктических вод в этом районе [Deacon, 1983]. По последним данным [Sparrow et al., 1996] для региона характерно расщепление ПФ на несколько фронтальных разделов, при этом наиболее южный из них (ЮПФ), ограничивающий с юга ПФЗ, обычно проходит к югу от о. Херд. Характерно, что северная (САФ) и южная (ЮПФ) границы ПФЗ интенсивно меандрируют в данном регионе, образуя стационарные крупномасштабные антициклонические меандры в районе подводного хребта Кергелен и сопряженные с ним циклонические, восточнее и западнее хребта [Кляусов, 1990, а].

По нашему мнению, крупномасштабное состояние среды (распределение водных масс) в этом регионе определяется, главным образом, интенсивностью развития указанных меандров. При развитии антициклонического меандра в ПФЗ района может быть больше теплых и меньше соленых северных вод, распространяющихся на юг до широты о. Херд. В случае интенсификации циклонического меандра ЮПФ холодные антарктические воды распространяются на южный, восточный и северо-восточный шельф, при этом южная головная часть антициклонического меандра может быть отрезана между о-вами Кергелен и Херд от основной массы теплых северных вод этого меандра и способна образовать крупномасштабный антициклонический круговорот севернее о. Херд. Западный циклонический меандр ЮПФ и ПФ способен в значительной степени контролировать состояние среды в западной части арх. Кергелен, где может также меняться пропорция антарктических и субантарктических вод. Указанные ситуации периодически наблюдаются в данном регионе и определяются характером атмосферной циркуляции. Вероятно, благодаря этому район островов Кергелен заслуженно относят к одному из 5 наиболее изменчивых в Южном океане [Lutjeharms, Baker, 1980].

Известно, что несмотря на высокую в целом продуктивность экосистемы островов Кергелен, ее биотические элементы испытывают значительные межгодовые колебания. Периодически в данной экосистеме возникают аномальные условия, иногда катастрофические, существенно влияющие на ход промысла. Особенно значительные аномалии в данной экосистеме имели место в 1987 и летний период 1994-1995 гг. [Иванченко и др., 1989; Кляусов, 1990, а; Семелькина, 1993; Пшеничнов, 1995; Semelkina, 1993].

Цель настоящей работы — анализ аномальных ситуаций 1987 г. и 1994-1995 гг., причин их появления, экологических последствий с целью дальнейшего прогнозирования. Материалом для исследования послужили океанографические, метеорологические, биологические и промысловые данные, собранные в указанные годы. Аномальность полей температуры и солености оценивалась относительно среднемноголетней значений этих элементов, рассчитанных в узлах сетки  $0,5 \times 0,5^\circ$  для соответствующего сезона за период 1969-1992 гг. При расчете аномалий предварительно выполнялось приведение значений температуры и солености по данным съемок к соответствующим узлам сетки. Положение ЮПФ определялось по методу А.А. Карнаухова и А.Г. Новицкова [1986], основанного на изменении знака  $T$ ,  $S$ -корреляции при пересечении фронта. Коэффициенты корреляции рассчитывались для 600-метрового слоя с интервалом по глубине 50 м. При этом ЮПФ хорошо выделялся в качестве южной границы ПФЗ по сгущению изолиний между 0,4 и -0,4.

### ОБСУЖДЕНИЕ

По данным биологических и ихтиологических исследований особенно значительные аномалии в поведении организмов отмечались в 1987 г. Обычно в районе преобладают антарктические и субантарктические виды зоо- и макропланктона, лишь на крайнем севере отмечается небольшая доля субтропических гидробионтов. В 1987 г. эта обычная структура планктонного сообщества была нарушена. В летний период доминировали субантарктические виды фитопланктона над антарктическими [Иванченко и др., 1989; Промысловое пособие.., 1992], их средняя биомасса была почти вдвое ниже, а средняя численность в 1,6 раза меньше, чем, например, летом 1988 г., когда условия были ближе к нормальным [Ivanchenko, 1993]. Субтропические виды планктона распространялись до  $51^\circ$  ю. ш., особенно вдоль западного шельфа [Пахомов, 1995]. Любопытно, что в районе появились и тропические планктонеры, для которых эта зона является районом стерильного выселения, также, как и для некоторых субтропических видов [Семелькина, 1993; Пахомов, 1995]. Всего встречено среди нетипичных субтропических и тропических видов планктона три вида перидиниевых водорослей и 17 видов веслоногих. В то же время обычно преобладающий на шельфе веслоногий рак *Drepanoporus pectinatus* оказался в сильно угнетенном состоянии, его летний уровень не превышал весенний [Иванченко и др., 1989; Пахомов, 1995]. Скопления планктона в указанном году размещались в восточной части района за пределами шельфа, вследствие чего оказались недоступными для рыб [Промысловое пособие.., 1992]. Ухудшение кормовой базы рыб привело к отсутствию в 1987 г. промысловых скоплений серой нототении и крупноразмерной щуковидной белокровки на традиционных участках, в то же время отмечалась массовая встречаемость мелкоразмерной щуки.

Для оценки аномальности условий среды в 1987 г. нами были рассчитаны аномалии ТПО для каждого сезона этого года. Установлено, что летом, осенью, зимой и весной в поверхностном слое почти повсеместно отмечались положительные аномалии температуры воды поверхностного слоя и отрицательные аномалии солености (рис. 1-4).

Максимальные величины положительных аномалий температуры достигали летом и осенью величин  $1,5-1,8^\circ\text{C}$ , а солености —  $-0,08-0,12\%$  (см. рис. 1-4). Такое изменение условий может быть связано с климатическим глобальным повышением температуры воздуха и воды, имеющим место в индийском секторе Южного океана. Так, в Порт-о-Франс на арх. Кергелен повышение средней годовой температуры воздуха с 1964 по 1983 г. составило  $1,5^\circ$  [Аллисон, Кидж, 1986]. Близкое к отмеченному

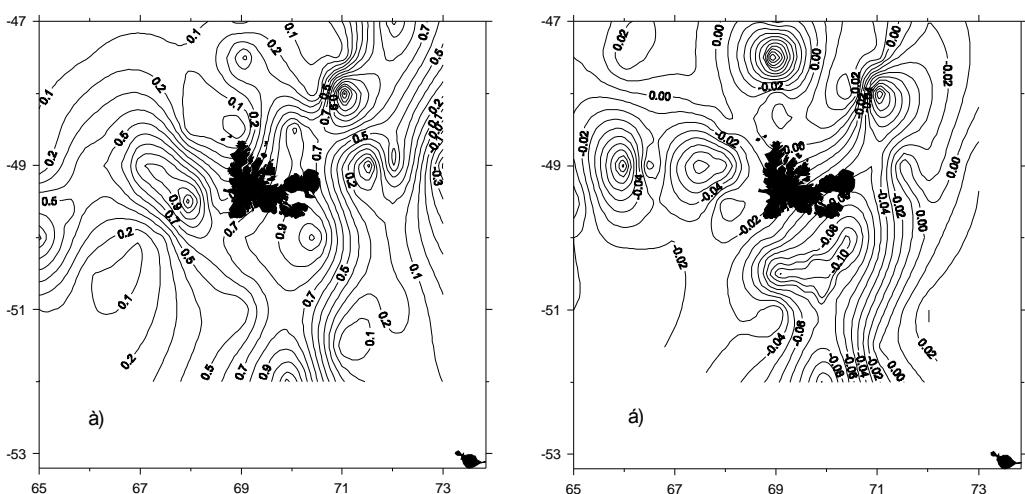


Рис. 1. Аномалии температуры воды (а) и солености (б) поверхностного слоя летом (январь-февраль) 1987 г. в районе арх. Кергелен

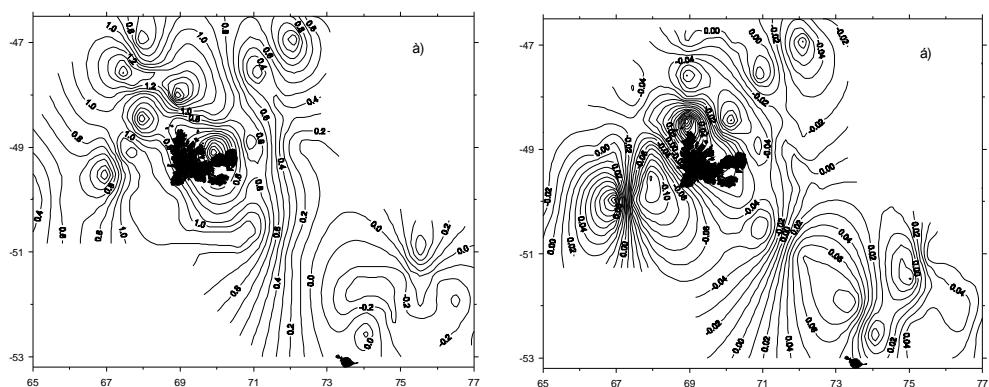


Рис. 2. Аномалии температуры воды (а) и солености (б) поверхностного слоя осенью (март-апрель) 1987 г. в районе арх. Кергелен

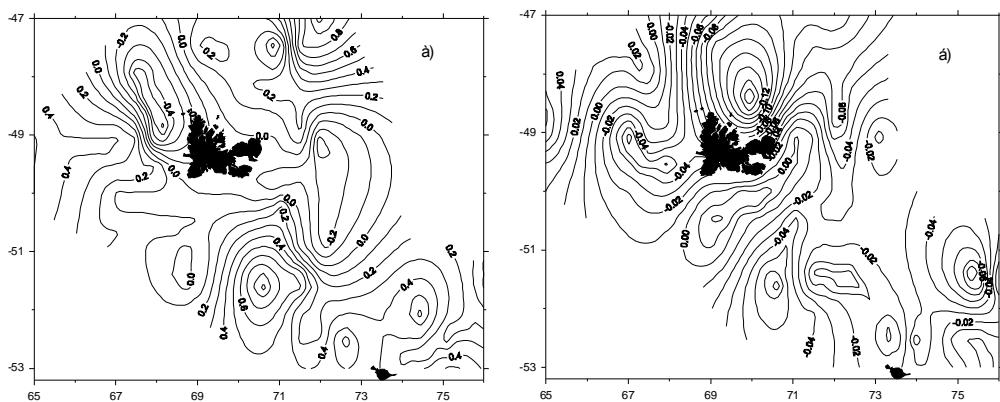


Рис. 3. Аномалии температуры воды (а) и солености (б) поверхностного слоя зимой (июль-август) 1987 г. в районе арх. Кергелен

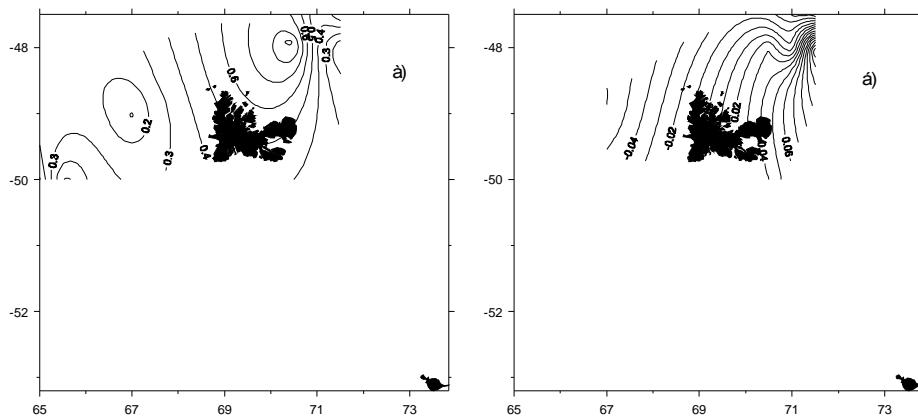


Рис. 4. Аномалии температуры воды (а) и солености (б) поверхностного слоя весной (сентябрь-октябрь) 1987 г. в районе арх. Кергелен

повышение температуры воздуха наблюдалось и на о. Херд, что явилось основной причиной повсеместного отступания ледников на этом острове [Аллисон, Кидж, 1986]. Однако столь значительные аномалии 1987 г., превышающие их климатическую величину, не могут быть объяснены только глобальной тенденцией повышения температуры и распреснения. Как видно из рисунков, область положительных аномалий температуры и отрицательных солености располагалась в основном над районом подводного хребта Кергелен, в то время как в восточной и юго-восточной частях района знак аномалий менялся на обратный (см. рис. 1-4).

По нашему мнению, указанные биологические особенности 1987 г. были связаны с нарушением обычной для района схемы циркуляции и положения фронтальных зон, главным образом ЮПФ, разделов ПФ, САФ, при которой изменилась обычная для района композиция антарктических и субантарктических вод в пределах ПФЗ.

Анализ материалов показывает, что в 1987 г. отмечалось аномальное развитие квазистационарного антициклонического меандра САФ и ЮПФ, при котором трансформированные субантарктические воды в верхнем слое распространились с севера на юг вдоль хребта Кергелен практически до о. Херд, что и привело к аномальному повышению температуры поверхности слоя, понижению солености и обусловило аномальное распределение гидробионтов. При этом крупномасштабный циклонический меандр ЮПФ хотя и был также более интенсивным, чем обычно, формируя зону отрицательных аномалий температуры, однако был оттеснен к востоку от шельфовой зоны арх. Кергелен и занимал более южное положение на 1-2° широты, чем обычно. Это подтверждается сравнением данных гидрологической осенне-зимней съемки 1987 г. на НПС "Проф. Месяцев" и НПС "Скиф" с материалами некоторых прошлых съемок ЮГНИРО (рис. 5).

Как видно из рисунка, в 1987 г. ЮПФ был несомненно в более южном положении даже сравнительно с данными съемки 1969-70 гг., выполненной в летний период, в который фронт обычно находится в крайнем южном положении. А в сравнении с зимним периодом 1971 и 1975 гг. в 1987 г. он фиксировался южнее на 2-3° широты (см. рис. 5).

Таким образом, аномальное состояние биотической части экосистемы Кергелен вполне объяснимо существенными аномалиями его абиотической части, обусловленной смещением фронтальных зон.

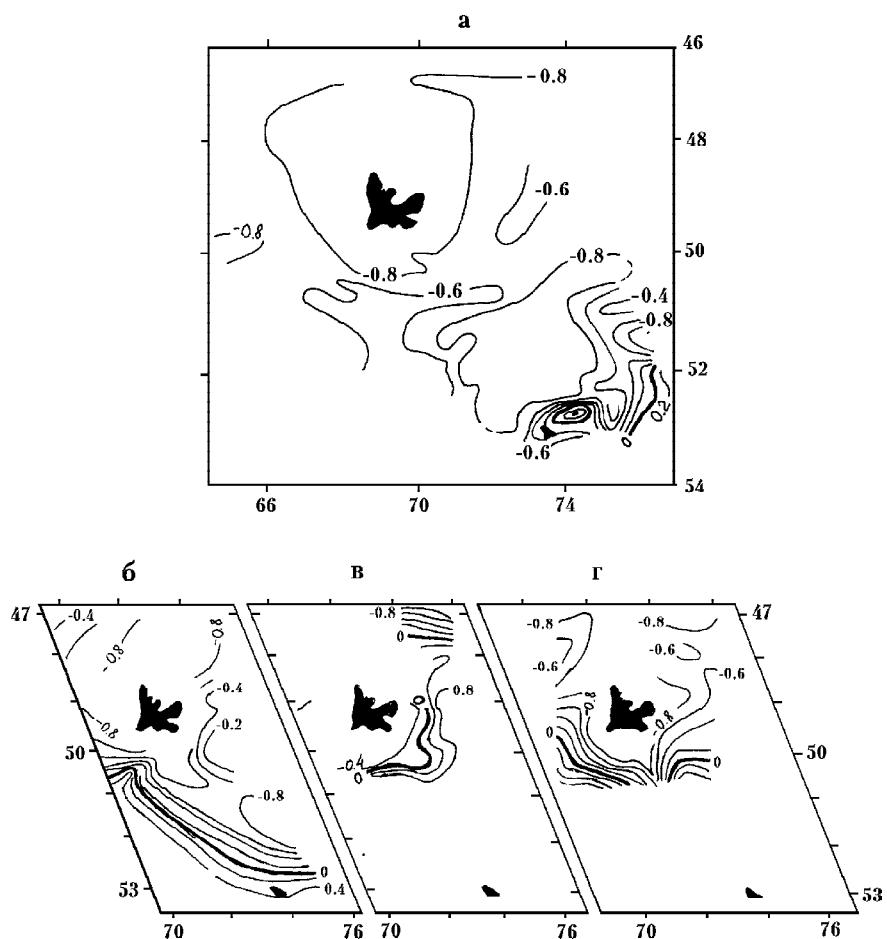


Рис. 5. Изолинии коэффициента корреляции  $R_{TS}$  по данным океанографической съемки в марте-июле 1987 г. (а) и более ранних съемок ЮГНИРО: в декабре 1969-феврале 1970 гг. (б), июле-сентябрь 1971 г. (в), июле 1975 г. (г)

Значительные аномалии в экосистеме Кергелен отмечались также в летне-осенний сезоны 1994-1995 гг. В этот период произошло резкое ухудшение промысла щуковидной белокровки на традиционных участках восточного и северо-восточного районов. Скопления не имели большой плотности и были крайне неустойчивы, распадаясь в течение нескольких дней и формируясь на других участках. Условия для нагула этой рыбы были неблагоприятными, а темп его роста на 0,9-1,2 см меньше, чем в 1991-1992 гг. [Пшеничнов, 1995]. Отмечалось также аномальное поведение и патагонского клыкача. Его скопления регистрировались южнее, чем обычно, особенно при преобладании северо-западных ветров, при этом наиболее стабильный промысел сопровождался высоким атмосферным давлением и слабыми западными и северо-западными ветрами [Chikov, 1995].

В этот аномальный период не проводилось океанографических наблюдений, что затрудняет точную оценку абиотических условий. Однако

по эпизодическим измерениям температуры поверхностного слоя тепловой фон поверхностных вод был аномальным. В частности, фиксировалось резкое потепление поверхностных вод на северо-восточном участке и формирование резкой градиентной зоны ( $0,4\text{--}0,8^{\circ}/\text{милю}$ ) [Пшеничнов, 1995].

Анализ барических карт показал, что атмосферная циркуляция в районе летом 1995 г. имела столь уникальные особенности, что аналогов им не отмечалось за весь предыдущий период наблюдений. В этот период Южно-Индийский барический максимум был активнее и в целом располагался южнее, чем обычно. Его западный антициклон стационировал между  $60\text{--}90^{\circ}\text{ в. д.}$ , часто развиваясь в южном направлении. Это приводило к созданию блокирующих ситуаций, нарушающих движение циклонов Полярного фронта с запада на восток в районе арх. Кергелен и восточнее. В результате с частой повторяемостью формировались обширные субмеридиональные циклонические области, развивающиеся вдоль  $60\text{--}70^{\circ}\text{ в. д.}$  от  $60$  до  $40\text{--}30^{\circ}\text{ ю. ш.}$  При этом происходило встречное приближение к этой циклонической области тропических циклонов из района о. Маврикий. Тропические циклоны смещались в южном направлении, достигая арх. Кергелен и сливаясь с циклонами Полярного фронта, по сути превращаясь из тропических в полярные, после чего они разрушались. В течение января-февраля 1995 г. наблюдалось несколько таких необычных ситуаций. Тропические циклоны вызывали теплую маловетренную погоду с моросящими осадками в районе арх. Кергелен, вследствие поступления туда субтропического воздуха. Следует отметить, что таких вторжений тропических циклонов в район арх. Кергелен не фиксировалось ранее, и появление таких ситуаций свидетельствует о глобальных нарушениях атмосферной циркуляции в индийском секторе в последние годы. Можно предположить, что в результате соответствующих атмосферным воздействиям подвижек САФ и ПФ в южном направлении с севера вдоль хребта Кергелен, как и в 1987 г., поступали теплые воды, при этом циклонический меандр ЮПФ в восточной и северо-восточной частях был смещен в глубоководную зону, что и объясняет имеющие место положительные аномалии температуры и соответствующие аномалии поведения гидробионтов.

Таким образом, очевидно, что продуктивность и, в частности, рыбо-продуктивность района о-вов Кергелен и Херд во многом определяется степенью влияния антарктических вод на шельфы этих островов. На участках выхода этих вод к шельфу создаются особенно благоприятные условия (хорошая кормовая база) для образования нагульных промысловых скоплений серой нототении и крупноразмерной щуковидной белокровки. В свою очередь, интенсивность адвекции трансформированных антарктических вод к шельфу зависит от положения и интенсивности крупномасштабных циклонических меандров ЮПФ и ПФ западнее и особенно восточнее о-вов, которые, формируясь под воздействием рельефа дна, имеют квазистационарный характер. При этом любая аномальность положения фронтов в данном районе может вызвать немедленные изменения поведения гидробионтов и условий их скапливания.

Исследования показывают, что влияния динамики фронтов и других гидрометеорологических параметров на состояние биотической части экосистемы и, в частности, на распределение рыбы и даже ее размеры могут проявляться как без значительных временных задержек (квазисинхронно), так и с временными сдвигами различной продолжительности (ассинхронно) [Гасподарик и др., 1993]. Корреляционный анализ позволил установить наличие связей между соленостью в восточной части района, которая отражает интенсивность развития восточного крупного циклонического меандря ЮПФ и ПФ, и уловами щуковидной

белокровки на восточном и северо-восточном участках с временными сдвигами 1 и 2 года. На сдвиге 11 месяцев значимый коэффициент корреляции при 99%-ной доверительной вероятности имел величину 0,4 [Кляусов, 1990, б]. При сдвиге 2 года коэффициенты, посчитанные по семилетним отрезкам (1-7, 2-8 и т. п.), изменились от 0,79 до 0,88, имея тенденцию к увеличению в последние годы (рис. 6). Для всего ряда коэффициент был равен 0,62. Рост коэффициентов в последние годы в целом объясняется, по-видимому, происходящими изменениями положения щуки в экосистеме о-вов Кергелен и промысле, когда после подрыва запасов мраморной нототении численность щуки возросла и от второстепенного она стала в восьмидесятых годах основным объектом промысла.

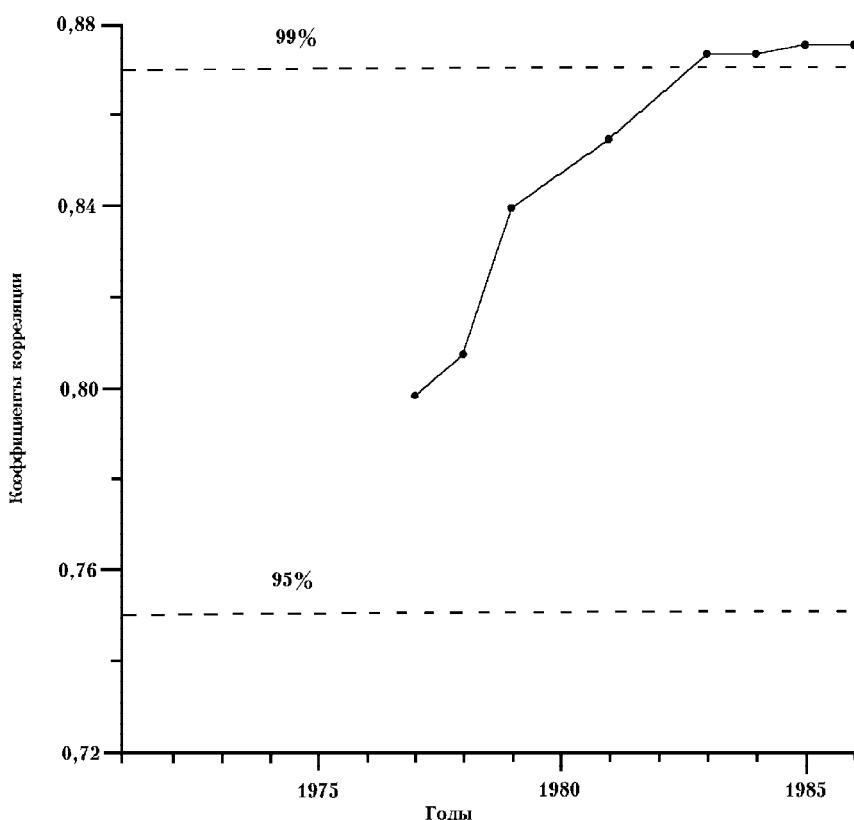


Рис. 6. Адаптивный взаимокорреляционный анализ зависимости уловов щуковидной белокровки от солености на горизонте 200 м в районе арх. Кергелен. Предыстория корреляции 7 лет

Данная зависимость может быть использована для прогнозирования промысла с двухлетней заблаговременностью, так как отвечает требованиям всех критериев. Уравнение регрессии по последней семилетке имеет вид:

$$Y = 67S - 0,227 \cdot 10^4,$$

где  $Y$  — улов щуковидной белокровки на с/с лова в т,  
 $S$  — соленость в условных единицах ( $S = 30\%$ ) в районе  $47-49^\circ$  ю. ш. и  $70-72^\circ$  в. д.

Полученные количественные зависимости между абиотической и биотической частями экосистемы с различными временными сдвигами показывают, что последствия аномалий среды в данной экосистеме могут проявляться в течение по меньшей мере 2 лет. Следует отметить избирательность реакции различных организмов, а также гидробионтов на разных стадиях своего развития на аномалии абиотических условий. Так, угнетенное состояние крупноразмерной щуковидной белокровки в 1987 г. имело место на фоне массового развития молоди этой рыбы в районе северного шельфа. Другой тенденцией при появлении аномальности океанографических условий является изменение в той или иной степени облика планктонного сообщества (соотношения и численности различных видов). Не исключено, что наблюдающееся в последние десятилетия повышение температуры поверхностных вод в результате глобального потепления планеты может способствовать постепенному изменению видового состава планктона в этом районе, в частности большей встречаемости теплолюбивых видов на фоне уменьшения доминирования антарктических планктеров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аллисон А., Кидж П. Колебания ледников острова Херд и соответствующие изменения климата//Материалы гляциологических исследований. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986. Т. 57. — С.89-95.
2. Белкин И.М. Термохалинная структура, гидрологические фронты и перенос Антарктического циркумполярного течения в центральной части индийского сектора Южного океана//Антарктика. Докл. комиссии. 1989. Вып. 28. — С. 97-112.
3. Гасподарик В.П., Кляусов А.В., Прутко В.Г., Рощин Е.А., Танкевич П.Б. Асинхронные связи между параметрами среды и некоторыми характеристиками промысла основных видов рыб в районе архипелага Кергелен//Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. — Керчь: ЮгНИРО, 1993. — С. 166-171.
4. Иванченко О.П., Кляусов А.В., Павлухин С.В., Семелькина А.Н. О положении Полярной фронтальной зоны и состоянии планктонного сообщества в районе арх. Кергелен в 1987 г.//Тез. докл. IV всес. конф.: География Мирового океана на службе рационального использования морских ресурсов. — Л., 1989. — С. 64-65.
5. Карнаухов А.А., Новицкий А.Г. К вопросу о связи между коэффициентами корреляции гидрофизических полей и фронтами в океане//Морской гидрофиз. журнал, 1986. № 2. — С. 54-56.
6. Кляусов А.В. О положении Южного полярного фронта в районе островов Кергелен и Херд осенью 1987 г.//Океанология, 1990 а. Т. 30. Вып. 2. — С. 195-202.
7. Кляусов А.В. О влиянии положения Полярной фронтальной зоны на продуктивность вод в районе островов Кергелен и Херд//В сб.: Актуальные проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых ученых. — М.: ВНИРО, 1990 б. — С. 26-40.
8. Кляусов А.В. О сближении главных фронтов Южного океана восточнее архипелага Кергелен//Тез. докл. 9 конференц. по промысл. океанологии. — М.: 1993. — С. 207-209.
9. Пахомов Е.А. Состав и распределение макрозоопланктона вокруг антарктических островов Кергелен//Гидробиологический журнал, 1995. Т. 31. № 3. — С. 21-32.
10. Пермитин Ю.Е. К исследованию фауны и распространения донных рыб Антарктики//Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. — М.: Наука, 1987. — С. 258-296.
11. Промысловое описание северной части хребта Кергелен. — Санкт-Петербург, 1992. — 84 с.
12. Пшеничнов Л.К. Некоторые биологические аспекты при промысле *Champssocephalus gunnari* в районе о. Кергелен в сезон 1994-95 гг./WG. FSA. 95/14. 1995. № 5. — С. 1-16.
13. Семелькина А.Н. Сезонные изменения зоопланктона в районе островов Кергелен в 1987-1988 гг./Пелагические экосистемы Южного океана. — М.: Наука, 1993. — С. 217-220.
14. Уловы СССР в антарктической части Атлантического, Индийского и Тихого океанов за 1970-1983 календарные годы и 1970/1971-1981/1982 переходные годы. — М: ВНИРО, 1985. — 94 с.
15. Чечун И.С. Питание и пищевые взаимоотношения некоторых рыб субантарктических вод Индийского океана//Тр. Зоологического института, 1984. Т. 127. — С. 38-68.

16. Belkin I.M., Gordon A.L. Southern ocean fronts from the Greenwich meridian to Tasmania//J. of Geoph. Res., 1996. Vol. 101. No C2. — Pp. 3675-3696.
17. Chikov V.N. Analysis of fishing for patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, conducted during the 28th fishery voyage by SRT "Primorets"//WG-FSA-95/18. 1995. — Pp. 1-4.
18. Deacon G.E.R. Kerguelen, Antarctic and subantarctic//Deep-Sea Res., 1983. Vol. 30. — Pp.77-81.
19. Gamberoni L., Geronimi J., Jeannin P.F., Murail J.F. Study of frontal zones in the Crozet-Kerguelen region//Oceanol. Acta. 1982. Vol. 5. — Pp. 289-299.
20. Ivanchenko O.P. The structure and quantitative development of phytoplankton in the waters of the Kerguelen islands/Les rapports des campagnes a la mer//Campagnes SKALP 1987 et 1988 aux iles Kerguelen a board des navires "Skif" et "Kalper". Institut Francais pour la Recherche et la Technologie Polaires Sous la Direction de Guy Duhamel, 1993. — Pp. 73-83.
21. Lutjeharms J.R.E., Baker D.J. A statistical analysis of the meso-scale dynamics of the Southern Ocean//Deep Sea Res., 1980. Vol. 27 A. — Pp. 145-159.
22. Orsi A.H., Whitworth T. III, Nowlin W.D.J. On the meridional extend and fronts of the Antarctic Circumpolar Current//Deep-Sea Res., 1995. Vol. 42. No 5. — P. 641-673.
23. Park Y.H., Gamberoni L., Charriaud E. Frontal structure, water masses and circulation in the Crozet Basin//J. Geophys. Res., 1993. Vol. 98. — Pp. 12,361-12,385.
24. Semelkina A.N. Development of the zooplankton in the Kerguelen islands region in the years 1987-88//Les rapports des campagnes a la mer//Campagnes SKALP 1987 et 1988 aux iles Kerguelen a board des navires "Skif" et "Kalper". Institut Francais pour la Recherche et la Technologie Polaires Sous la Direction de Guy Duhamel, 1993. — Pp. 90-103.
25. Sparrow M.D., Heywood K.J., Brown J., Stevens D.P. Current structure of the South Indian Ocean//J. Geophys. Res., 1996. Vol. 101. No C 3. — Pp. 6377-6391.
26. Stramma L. The South Indian Ocean Current//J. Physical Oceanography, 1992. No 22. — P. 421-430.

## СОДЕРЖАНИЕ

Губанов Е.П., Серобаба И.И., Фурса Т.И. <b>Итоги научной деятельности ЮгНИРО в 1997 году</b> .....	4
Шляхов В.А. <b>Методика прогнозирования величины запаса и общего допустимого улова пиленгаса (<i>Mugil soiuy</i> Basilewsky) в Азовском море</b> .....	12
Яновский Э.Г., Изергин Л.В.(АзЮгНИРО). <b>О формировании промысловой популяции пиленгаса в бассейне Азовского моря</b> .....	17
Будниченко Э.В., Фирулина А.В. <b>Условия нагула хамсы и тюльки в Азовском море в 1993-1997 годах</b> .....	22
Кулик П.В. (АзЮгНИРО). <b>О степени зрелости самок осетровых рыб в Обиточном заливе Азовского моря</b> .....	34
Яновский Э.Г., Демьяненко К.В. (АзЮгНИРО). <b>Перспективы развития осетрового хозяйства в бассейне Азовского моря</b> .....	40
Вижевский В.И. <b>Промышленное культивирование мидий и особенности их роста на новой конструкции коллектора в Керченском проливе</b> ..	45
Яновский Э.Г., Мирошников В.С. (АзЮгНИРО). <b>Биология, распределение и численность мидии <i>Mytilus galloprovincialis</i> в Северном Приазовье</b> .....	49
Золотницкий А.П., Семик А.М. <b>О величине и скорости аккумуляции балластных веществ на искусственных субстратах в процессе культивирования черноморской мидии (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.)</b> .....	52
Золотницкий А.П. <b>Интенсивность дыхания и фильтрации японской устрицы (<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg), акклиматизируемой в Черном море</b> .....	55
Золотницкий А.П., Орленко А.Н., Пекерман А.И. <b>Рост и энергетические потребности личинок тихоокеанской устрицы (<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg), интродуцированной в Черное море</b> ....	60
Яновский Э.Г., Гетманенко В.А., Изергин Л.В., Жиряков Т.В. (АзЮгНИРО). <b>Влияние антропогенных преобразований в Восточном Сиваше на популяцию глоссы <i>Platichthys flesus lusscus</i> (Pal. 1811)</b> .....	66
Литвиненко Н.М., Терентьев А.С., Заремба Н.Б., Евченко О.Е. <b>Пути трансформации донного сообщества в районе эксплуатации газоконденсатных месторождений на шельфе северо-западной части Черного моря</b> .....	73
Себах Л.К., Панкратова Т.М., Авдеева Т.М., Шепелева С.М., Вороненко Л.С. <b>Современный уровень загрязненности западной части Азовского моря</b> .....	78
Петренко О.А., Себах Л.К., Панкратова Т.М. <b>Антропогенные изменения морской среды под воздействием дампинга грунтов дноуглубления в Керченской предпроливной зоне Черного моря</b> .....	83

Шепелева С.М., Себах Л.К. <b>Остаточные количества хлорорганических пестицидов и характер их распределения в донных отложениях северо-западной части Азовского моря в условиях тралового лова пиленгаса</b> .....	89
Вороненко Л.С., Шепелева С.М., Себах Л.К., Любомудров А.К. <b>Коэффициенты уровня накопления хлорорганических соединений в тканях и органах пиленгаса</b> .....	92
Авдеева Т.М., Иванюта А.П., Дубцова А.А. <b>Ртуть в морской среде и промысловых рыбах Азовского моря</b> .....	96
Терентьев А.С. <b>Видовое богатство и руководящие виды макрозообентоса в различных биотопах Керченского предпроливья Черного моря</b> .....	100
Терентьев А.С. <b>Трофические группировки полихет различных биотопов Керченского предпроливья Черного моря</b> .....	111
Мирошниченко А.И., Мальцев В.Н. <b>Новые для Азово-Черноморского бассейна виды гиродактилюсов (<i>Monogenea: Gyrodactylidae</i>) от пиленгаса</b> .....	116
Мирошников В.С., Яновский Э.Г., Изергин Л.В. (АзЮгНИРО). <b>Особенности формирования биоценозов на искусственных рифах в Азовском море</b> .....	126
Вижевский В.И. <b>Оценка коллектирования на основе сравнительного анализа производственных показателей в процессе культивирования мидий</b> .....	131
Изергин Л.В., Яновский Э.Г. (АзЮгНИРО). <b>Экологические основы применения искусственных рифов-биофильтров в Азовском бассейне</b> .....	134
Пинчуков М.А., Тимофеев В.В. <b>Краткий обзор основных результатов исследований ЮгНИРО промысловых беспозвоночных в Индийском океане</b> .....	139
Кухарев Н.Н., Пиотровский А.С., Тимохин И.Г., Иванин Н.А. <b>История и современное состояние глубоководного промысла рыб в Индийском океане</b> .....	148
Пиотровский А.С. <b>Пространственное распределение масляных рыб (<i>Stromateoidei</i>) в Индийском океане</b> .....	160
Будниченко В.А., Тимохин И.Г. <b>Динамика промысла и некоторые особенности биологии основных промысловых видов рыб в водах Новой Зеландии</b> .....	167
Будниченко Э.В. <b>Распределение зоопланктона в районе Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов в осенний период 1997 года</b> .....	178
Руссело И.Б. <b>Предварительные результаты определения возраста щуковидной белокровки (<i>Champscephalus gunnari</i> Lönnberg 1905) из района о. Херд (Австралия) по массе отолитов</b> .....	186

Бибик В.А., Троценко Б.Г., Гришин А.Н., Савич М.С. <b>Особенности биоокеанологического состояния района Южные Шетландские-Южные Оркнейские острова в феврале-апреле 1997 года (по материалам 1-й Украинской морской комплексной антарктической экспедиции) .....</b>	191
Бурленко Т.И., Коршунова Г.П. <b>Особенности пространственно-временного расположения водных масс на шельфе юго-восточной части Атлантического океана .....</b>	201
Кочергин А.Т., Ганичев П.А. <b>Особенности внутригодовой динамики апвеллингов северо-западной части Индийского океана .....</b>	206
Брянцев В.А. <b>Ориентировочный прогноз успешности промысла криля в атлантической части Антарктики .....</b>	210
Брянцев В.А., Будниченко Э.В., Савич М.С. <b>Информация как показатель внешних воздействий на элементы экосистемы моря Содружества .....</b>	216
Романов А.В. <b>Аномальные ситуации в экосистеме вод архипелага Кергелен.....</b>	221

## CONTENTS

Goubanov E.P., Serobaba I.I., Fursa T.I. <b>Results of YugNIRO scientific activities in 1997 .....</b>	4
Shlyakhov V.A. <b>Methods of forecasting of the stock value and total allowable catch of haarder (<i>Mugil soiuy</i> Basilewsky) in the Sea of Azov .....</b>	12
Yanovsky E.G., Izergin L.V.(AzYugNIRO). <b>To formation of haarder commercial population in the area of the Sea of Azov .....</b>	17
Budnichenko E.V., Firulina A.V. <b>The conditions of anchovy and tyulka foraging in the Sea of Azov in 1993-1997 .....</b>	22
Kulik P.V. (AzYugNIRO). <b>To the extent of sturgeon females' maturity in the Obitochny Bay of the Azov Sea .....</b>	34
Yanovsky E.G., Demyanenko K.V. (AzYugNIRO). <b>Prospects in sturgeon farming development in the Sea of Azov .....</b>	40
Vizhevsky V.I. <b>Commercial cultivation of mussels and specific features of their growth on the new model of the collector in the Kerch Strait .....</b>	45
Yanovsky E.G., Miroshnikov V.S. (AzYugNIRO). <b>Biology, distribution and abundance of mussels <i>Mytilus galloprovincialis</i> in the northern Azov Sea .....</b>	49
Zolotnitsky A.P., Semik A.M. <b>On the value and rate of accumulation of ballast matters on the artificial substrata in the process of cultivation of Black Sea mussel (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.) ..</b>	52
Zolotnitsky A.P. <b>Intensity of breath and filtration of giant oyster (<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg), acclimatized in the Black Sea .....</b>	55
Zolotnitsky A.P., Olenko A.N., Pekerman A.I. <b>Growth and energetic consumption of giant oyster larvae (<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg), introduced into the Black Sea .....</b>	60
Yanovsky E.G., Getmanenko V.A., Izergin L.V., Zhiryakov T.V. (AzYugNIRO). <b>Impact of anthropogenic transformations in the Eastern Sivash on the European flounder <i>Platichthys flesus lusscus</i> (Pal. 1811) population .....</b>	66
Litvinenko N.M., Terentjev A.S., Zaremba N.B., Yevchenko O.E. <b>Ways of transformation of bottom community in the area of exploitation of gas condensate deposits on the shelf of the north-western Black Sea .....</b>	73
Sebakh L.K., Pankratova T.M., Avdeeva T.M., Shepeleva S.M., Voronenko L.S. <b>The present level of contamination of the western Azov Sea .....</b>	78
Petrenko O.A., Sebakh L.K., Pankratova T.M. <b>Anthropogenic changes in the marine environment under the impact of dredged ground dumping in the Kerch before-Strait area of the Black Sea .....</b>	83

Shepeleva S.M., Sebakh L.K. <b>The residue quantities of the chlorine organic pesticides and the character of their distribution in the bottom sediments of the north-western Azov Sea under the conditions of the haarder trawl fisheries .....</b>	89
Voronenko L.S., Shepeleva S.M., Sebakh L.K., Lyubomudrov A.K. <b>To the assessment of the level of accumulation of chlorine organic compounds in haarder tissues and organs .....</b>	92
Avdeeva T.M., Ivanyuta A.P., Dubtsova A.A. <b>Mercury in marine environment and in commercial fishes of the Azov Sea .....</b>	96
Terentjev A.S. <b>Specific wealth and dominant species of macrozoobenthos in different biotops of the Kerch before-Strait area of the Black Sea .....</b>	100
Terentjev A.S. <b>Trophic groups of polychaetes in different biotops of the Kerch before-Strait area of the Black Sea.....</b>	111
Miroshnichenko A.I., Maltsev V.N. <b>New for the Azov and Black Sea area species of gyrodactyluses (<i>Monogenea: Gyrodactylidae</i>) in haarder .....</b>	116
Miroshnikov V.S., Yanovsky E.G., Izergin L.V. (AzYugNIRO). <b>Specific features in formation of biocenoses on artificial reefs in the Sea of Azov .....</b>	126
Vizhevsky V.I. <b>Assessments of collectors on the basis of productive indicators' comparative analysis in the process of mussel cultivation .....</b>	131
Izergin L.V., Yanovsky E.G. (AzYugNIRO). <b>Environmental justification for application of artificial reefs-biofilters in the Azov Sea .....</b>	134
Pinchukov M.A., Timofeev V.V. <b>The brief review of main results of YugNIRO studies in commercial invertebrates in the Indian Ocean .....</b>	139
Kukharev N.N., Piotrovsky A.S., Timokhin I.G., Ivanin N.A. <b>The history and the present state of deepwater fisheries for the Indian Ocean fish .....</b>	148
Piotrovsky A.S. <b>The spatial distribution of butterfish (<i>Stromateoidei</i>) in the Indian Ocean .....</b>	160
Budnichenko V.A., Timokhin I.G. <b>Fisheries dynamics and some specific features of biology of main commercial fish species in New Zealand area .....</b>	167
Budnichenko E.V. <b>Zooplankton distribution in the area of South Orkney and South Shetland Islands in autumn 1997 .....</b>	178
Russelo I.B. <b>The provisional results of icefish (<i>Champscephalus gunnari</i> Lonnberg 1905) age determination from Island Heard area (Australia) by otolith weight .....</b>	186

Bibik V.A., Trotsenko B.G., Grishin A.N., Savich M.S. <b>The specific features of biooceanic state of the area South Shetland-South Orkney Islands in February-April 1997 (under the materials of the 1st Ukrainian marine complex Antarctic expedition)</b> .....	191
Burlenko T.I., Korshunova G.P. <b>The specific features in spatial-temporal distribution of water mass on the south-eastern Atlantic shelf</b> .....	201
Kochergin A.T., Ganichev P.A. <b>The specific features of intraannual dynamics of upwellings in the north-western Indian Ocean</b> .....	206
Bryantsev V.A. <b>The approximate forecast of the successful krill fisheries in the Atlantic part of the Antarctic</b> .....	210
Bryantsev V.A., Budnichenko E.V., Savich M.S. <b>Information as an indicator of external impact on the elements of the Sodruzhestva Sea ecosystem</b> .....	216
Romanov A.V. <b>Abnormal situations in the ecosystem of the Kerguelen Archipelago waters</b> .....	221