

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



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

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

**Редакционная коллегия:**

доктор биологических наук А. П. Золотницкий  
доктор географических наук В. А. Брянцев  
кандидат биологических наук В. А. Шляхов  
кандидат географических наук Б. Н. Панов  
кандидат географических наук Б. Г. Троценко  
А. А. Солодовников  
В. Н. Туркулова  
Н. А. Лебедева

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

**Editor Board:**

Fellow (Biology) A. P. Zolotnitskiy  
Fellow (Geography) V. A. Bryantsev  
Ph. D. (Biology) V. A. Shlyakhov  
Ph. D. (Geography) B. N. Panov  
Ph. D. (Geography) B. G. Trotsenko  
A. A. Solodovnikov  
V. N. Turkulova  
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: ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина.

Телефон: (06561) 2-10-12  
Факс: (06561) 6-16-27  
E-mail: YUGNIRO@KERCH.COM.UA

Сборник зарегистрирован в Министерстве юстиции Украины  
Серия КВ № 15144–37/6Р от 30.04.2009 г.

---

Подписано к печати 01.10.2010. Объем 8,3 усл.-печ. л. Тираж 100 экз.  
Заказ № 3.

---

УДК 001.89(262.5)(26)

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане.** – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – 126 с.

Рассмотрено использование сетевых технологий в ГИС, дана характеристика изменения площади донных биоценозов и состояния донных сообществ в Керченском проливе.

Представлены сведения о выращивании, биологических характеристиках и промысле рапаны, запасах и промысле калкана в Чёрном море.

Дана оценка влияния зарегулирования рек на сохранение и воспроизводство биоресурсов Азовского моря.

Рассмотрены особенности накопления токсических веществ в тканях и органах промобъектов Азово-Черноморского бассейна.

Приведены данные о видовом составе и экологических нишах хищных рыб эпипелагиали Индийского океана, о нересте и некоторых чертах оогенеза ледяной рыбы, распределении и биологии королевского краба на Патагонском склоне и о предпосылках промысловой продуктивности в некоторых районах Южного океана.

**Основні результати комплексних досліджень в Азово-Чорноморському басейні та Світовому океані.** – Керч: ПівденНІРО, 2010. – 126 с.

Розглянуто використання мережевих технологій у ГІС, дано характеристику зміни площі донних біоценозів і стану донних співтовариств у Керченській протоці.

Представлені відомості про вирощування, біологічні характеристики і промисел рапани, запаси і промисел калкана в Чорному морі.

Дана оцінка впливу зарегулювання річок на збереження і відтворення біоресурсів Азовського моря.

Розглянуто особливості накопичення токсичних речовин у тканинах і органах промоб'єктів Азово-Чорноморського басейну.

Наведено дані про видовий склад та екологічні ніші хижих риб епіпелагіалі Індійського океану, про нерест і деякі риси оогенезу льодяної риби, розподіл і біологію королівського краба на Патагонському схилі та передумови промислової продуктивності в деяких районах Південного океану.

**Main results of complex research in the Azov-Black Sea basin and the World Ocean.** – Kerch: YugNIRO, 2010. – 126 p.

Use of network technologies in GIS was considered, characteristics of area change of bottom biocenoses and state of bottom communities in the Kerch Strait were given.

Data on growing, rapana biological features and fishery, turbot stocks and fishery in the Black Sea were given.

Impact of regulated rivers on conservation and reproduction of the Azov Sea bioresources was assessed.

Features of accumulation of toxic substances in tissues and organs of the Azov-Black Sea basin fishery objects were considered.

Data on species composition and ecological niches of predatory fish in the epipelagic area of the Indian Ocean, on spawning and some oogenesis features of icefish, distribution and biology of king crab on Patagonian slope and prerequisites of fishery productivity in some areas of the Southern Ocean were given.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГИС «МОРСКИЕ ЖИВЫЕ РЕСУРСЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА»

С. С. Смирнов, Б. Н. Панов

### Введение

В науках о Земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы, причем слово «географические» обозначает не столько «пространственность», сколько комплексность и системность исследовательского подхода. Применение геоинформационных технологий дает возможность объединять данные разных типов из различных источников и проводить их комплексный анализ.

Поэтому в создании ГИС участвуют международные организации (в т. ч. и такие как ООН), правительственные учреждения, министерства и ведомства, НИИ, университеты, частные фирмы... То есть ГИС в значительной мере – продукт корпоративный как с точки зрения ее создания, так и с точки зрения эксплуатации.

Разработанная в ЮгНИРО ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» обладает возможностью использования специализированного сервера баз данных MySQL с поддержкой технологии ODBC (Open Database Connectivity), что позволяет построить весьма гибкую и открытую систему благодаря простоте интеграции такой базы данных с другими ГИС-приложениями, интернет-приложениями, средствами генерации отчетов...

Дальнейшее использование отраслевой рыбохозяйственной ГИС предусматривает развитие в Украине глобальных систем информации через интеграцию и рациональное использование ведомственных систем. Предлагаемая интеграция направлена на удовлетворение всех требований через выработку и реализацию подходов по комплексному информационному обеспечению морской деятельности в Украине.

В настоящее время различные программные продукты ГИС все активнее используют возможности, предоставляемые глобальной сетью «Интернет». Широкое использование получили так называемые веб-службы или веб-сервисы (*web-services*) – программно-аппаратные системы, доступные посредством сети и использующие стандартизованную систему сообщений.

Усовершенствованная версия ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» имеет дополнительную возможность получать картографические данные, используя вышеупомянутые сетевые технологии. Таким образом, ГИС получает доступ (кроме собственных баз данных) к различным тематическим картам и ежедневно обновляемым спутниковым снимкам, размещаемым в сети «Интернет».

Можно сказать, что общая динамика развития ГИС управления природными ресурсами направлена на более полное и адекватное представление тех сложных природных систем, с анализом которых эти ГИС связаны.

Открытость существующих форматов хранения и передачи гео-данных для ГИС упрощает разработку специализированных геоинформационных систем, делает их более универсальными и доступными, способствует общему развитию геоинформационных технологий.

### **Интеллектуализация ГИС через ее интеграцию с сетью «Интернет»**

На сегодняшний день существует множество специализированных интернет-ресурсов, использование которых способно оказать ощутимую помощь пользователю ГИС.

Примерами подобных ресурсов могут служить: специализированные поисковые системы; открытые электронные библиотеки (репозитории); сайты проектов, предоставляющих спутниковую информацию; биологические сайты, содержащие подробные описания различных видов животных и растений; информационные ресурсы по правовой и законодательной базе; сайты отраслевых организаций; сайты, посвященные экологии и защите окружающей среды; сайты таксономических дескрипторов; интернет-словари рыбохозяйственной терминологии и др.

«Интернет», в частности, становится основным средством взаимодействия создателей и потребителей карт. Основными тематическими группами карт в «Интернет» являются:

- обзорные справочные;
- погоды и опасных атмосферных явлений;
- навигационные и транспортные;
- параметров окружающей среды и рисков природных катастроф;
- природных ресурсов;
- индустриальные и социально-экономические.

Кроме благ, большой объем обращаемой в «Интернет» информации создает и проблему для пользователей. Документы, как правило, избыточны и не упорядочены, в связи с чем в ближайшем будущем пользователю необходимо решить для себя «проблему навигатора». Эта задача может быть решена в ГИС.

Один из вариантов интеграции ГИС с сетью «Интернет» заключается в создании системы Интернет-ссылок (называемых также гиперссылками) для получения дополнительной необходимой информации по объектам, представленным в ГИС.

В нашей ГИС на первом этапе схема гиперссылок реализована для карт зимовальных, летних нагульных скоплений и зон нереста нескольких видов рыб (рис. 1).

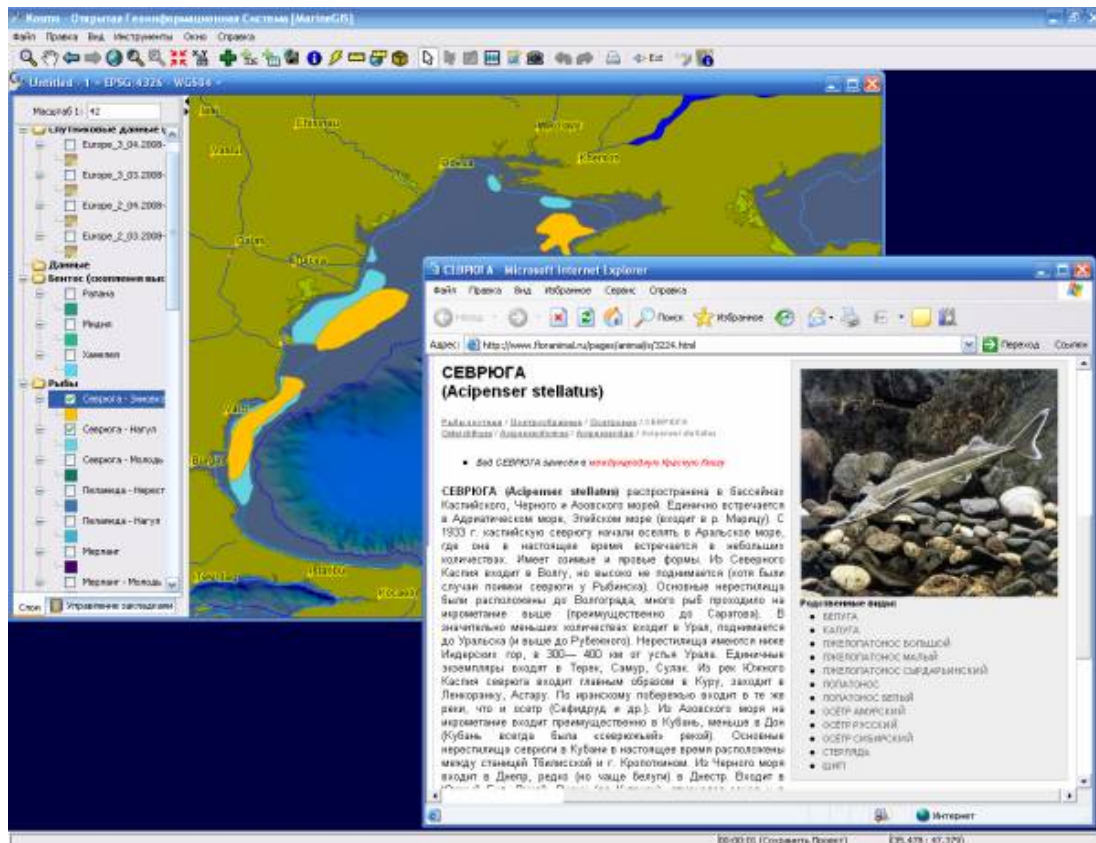


Рисунок 1 – Пример обращения из ГИС к ресурсам сети «Интернет»

### Применение сетевых картографических технологий

На данном этапе в качестве фактического стандарта в среде ГИС используются два вида веб-сервисов для получения географической информации: *Web Feature Service* (WFS) и *Web Map Service* (WMS).

Усовершенствованная версия программы Космо, использованная в нашей ГИС, позволяет получать картографические данные с помощью обеих вышеупомянутых сетевых технологий. Для их использования достаточно выбрать из списка сервер или добавить новый, подключиться к нему, выбрать отображаемый слой, а затем указать систему координат и формат изображения.

Технология WFS позволяет пользователю получить по сети прямой доступ к географическим объектам и атрибутивным данным с возможностью их редактирования (при наличии соответствующих прав доступа). WFS целесообразно использовать для следующих задач:

- формирование запроса и получение результата в виде отображаемого на карте ГИС набора объектов;
- поиск объекта по его атрибутивным данным (например по названию или типу);
- добавление, удаление или модификация объектов.

Технология WMS предоставляет пользователю нужные ему данные исключительно в растровом виде, т. е. пользователь получает по сети растровое изображение без атрибутивной информации, по сути – графический файл с координатами.

натной привязкой. WMS следует применять для формирования несложных запросов и получения карт [2].

В сети «Интернет» существует много серверов, предоставляющих пользователям гео-данные с помощью технологий WFS и WMS. Причем доступ может быть как платным, так и бесплатным. Среди бесплатных WFS/WMS-серверов наиболее популярным является сетевой картографический сервер NASA (NASA JPL Web Mapping Server), где содержатся как статичные картографические подложки (рис. 2), так и ежедневно обновляемые спутниковые снимки в различных спектральных диапазонах (рис. 3).

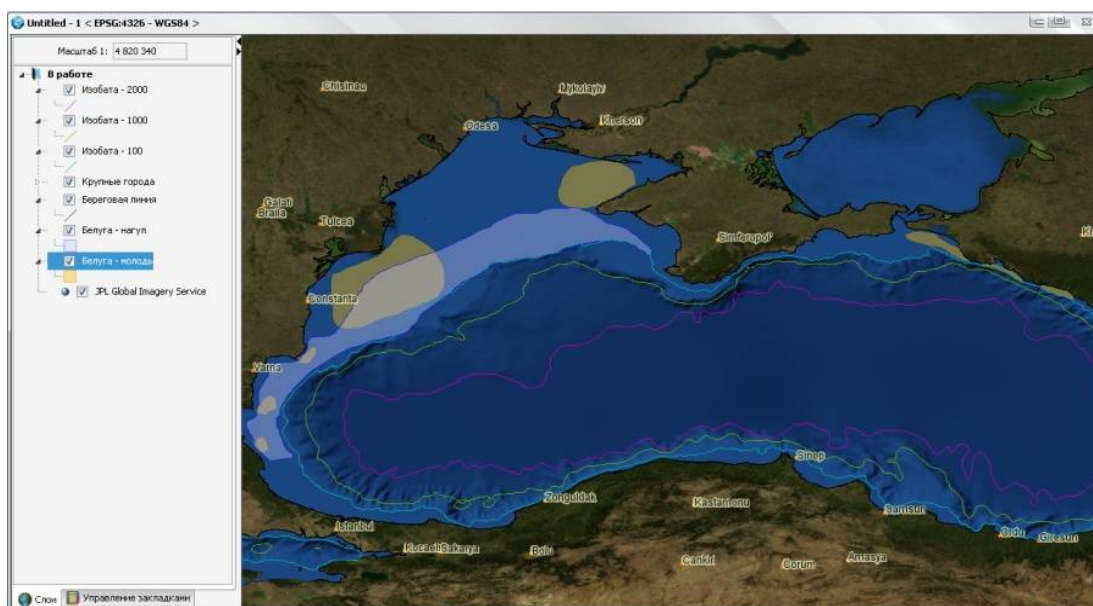


Рисунок 2 – Использование в ГИС картографической основы с сервера NASA

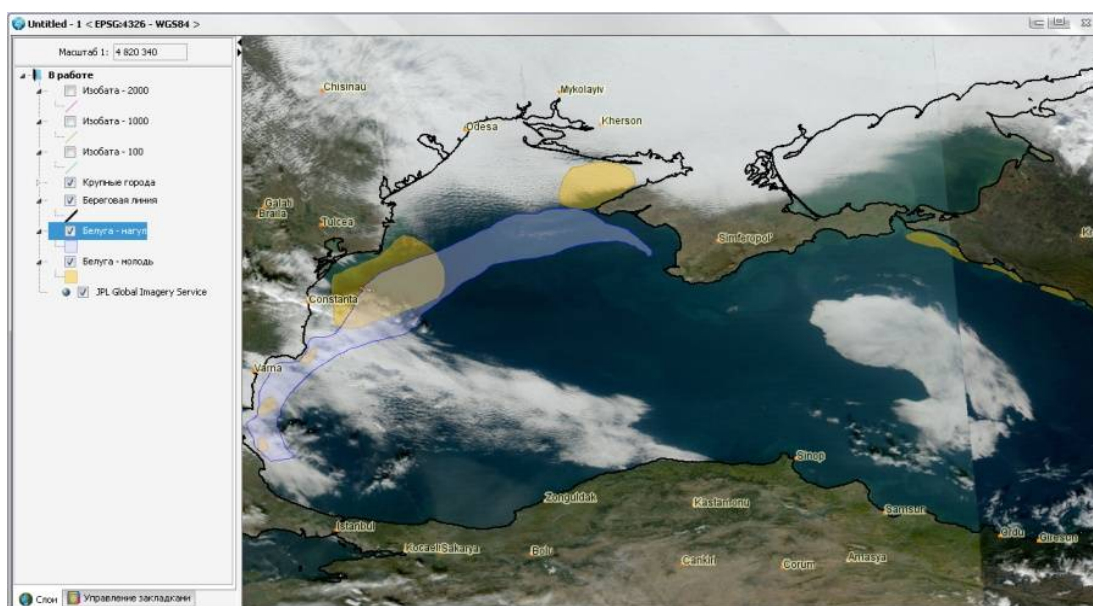


Рисунок 3 – Использование в ГИС спутниковых снимков с сервера NASA



Основное достоинство описанных сетевых картографических технологий заключается в том, что при наличии соединения с «Интернет» пользователь может загружать данные с помощью программного обеспечения ГИС непосредственно в среду системы, где они и отображаются с учетом координатной привязки в качестве одного из слоев электронной карты.

Следует отметить, что в ГИС по-прежнему можно использовать растровые картографические подложки и другие картографические изображения, сохраненные на ПК в виде графических файлов с координатной привязкой [1] независимо от наличия доступа к сети «Интернет».

### **Заключение**

Разработанная усовершенствованная версия отраслевой геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» обладает рядом значительных преимуществ по сравнению с предыдущей базовой версией. В частности она позволяет использовать множество специализированных интернет-ресурсов для интеллектуализации ГИС, а также применять сетевые картографические технологии WFS и WMS для доступа в сети «Интернет» к базам различных тематических карт и ежедневно обновляемым спутниковым снимкам.

Усовершенствованная версия отраслевой геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» обладает потенциалом для дальнейшего развития, направленного на совершенствование функциональности системы.

### *Литература*

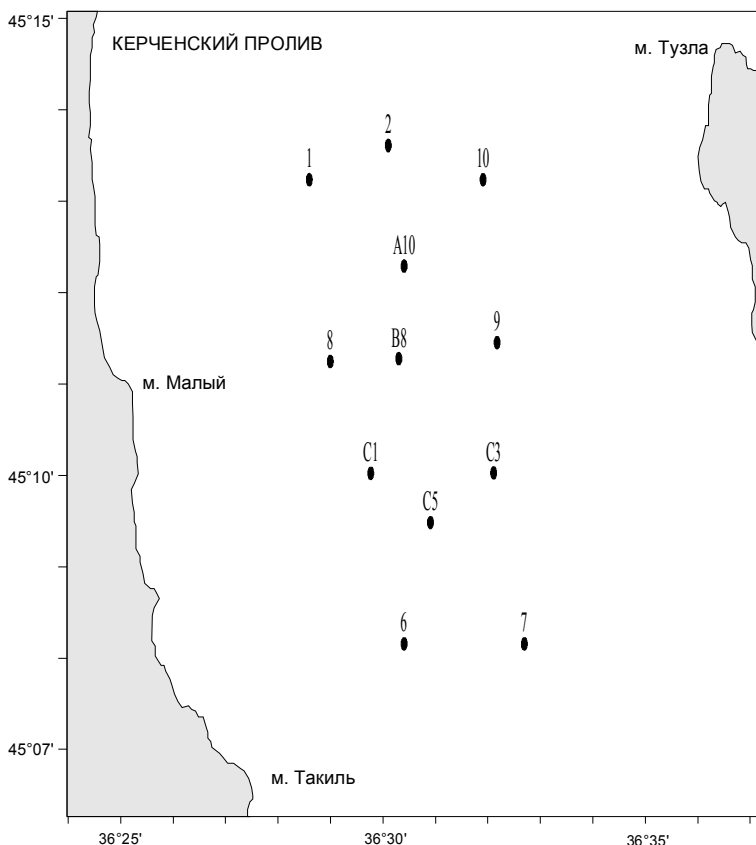
1. Смирнов С. С., Панов Б. Н. О разработке геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – № 6 (59). – С. 54-58.
2. The WFS and WMS Services. – Режим доступа : <http://blog.geoserver.org/2006/11/27/the-wfs-and-wms-services/>.

УДК 574.587(262.54.04)

## СОСТОЯНИЕ ДОННОГО СООБЩЕСТВА В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ ЗА ПЕРИОД 2005-2009 ГГ.

Н. М. Литвиненко, О. В. Евченко

Исследования выполнялись в осенние сезоны 2005; 2007; 2008 гг. и летний сезон 2009 г. в южной части Керченского пролива (рисунок), отбор проб осуществлялся с использованием дночерпателя площадью 0,025 м<sup>2</sup> с обработкой по общепринятым методикам.



Изменения в состоянии развития донных организмов можно считать в какой-то мере индикатором состояния водной среды.

Изменения в состоянии развития донных организмов можно считать в какой-то мере индикатором состояния водной среды.

В осенний сезон 2005 г. на исследованном участке в донном сообществе было обнаружено 42 вида макрозообентоса. Наибольшее количество видов отмечалось у моллюсков, которые были представлены 11 видами двустворчатых и 7 видами брюхоногих. Так же достаточно высокое разнообразие ви-

### Карта-схема (с номерами станций) района исследования в Керченском проливе

дов отмечалось у полихет – 12, ракообразных – 6 и асцидий – 5 (табл. 1).

Численность бентосных животных колебалась от 0,34 до 161,7 экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляя 303,7 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса изменялась от 0,00 до 36,8 г/м<sup>2</sup>, в среднем – 78,10 г/м<sup>2</sup> (табл. 2).

В осенний сезон 2007 г. в исследованном районе было обнаружено 19 видов донных животных. Как и в предыдущем году, в бентосе доминировали моллюски, однако количество видов сократилось почти в 2 раза. При этом количество видов двухстворчатых моллюсков сократилось в 4 раза (до 3 видов), полихет – 2,4 раза, ракообразных – в 3 и в 5 раз – асцидий. И хотя численность макрозообентоса была высокой – в среднем 596 экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса равнялась 15,46 г/м<sup>2</sup>, что в 5 раз ниже, чем в 2005 г.

Таблица 1 – Таксономическая структура макрозообентоса в южной части Керченского пролива в период 2005-2009 гг.

Таксономическая структура	Годы			
	2005	2007	2008	2009
Моллюски				
двухстворчатые	11	3	8	6
брюхоногие	7	7	5	3
Полихеты	12	5	7	6
Ракообразные	6	2	6	4
Асцидии	5	1	2	-
Актинии			1	1
Олигохеты			4	3
Мшанки		1	1	
Форониды			1	1
Губки	1			
Всего	42	19	35	24

Таблица 2 – Видовой состав и средние показатели уровня развития макрозообентоса (численность, экз./м<sup>2</sup> и биомасса, г/м<sup>2</sup>) в южной части Керченского пролива в период 2005-2009 гг.

Название вида	2005		2007		2008		2009	
	экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Abra nitida</i>					11,4	0,72	61,6	5,11
<i>Abra renieri</i>	0,69	0,17			5,7	0,95		
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	5,86	4,54					5,3	0,08
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	9,31	0,76						
<i>Apseudejpsis ostroumovi</i>					2,0	0,01		
<i>Asciella aspersa</i>					8,6	1,01		
<i>Actinothoe clavata</i>					2,9	2,14		
<i>Actinia eguina</i>							2,6	0,88
<i>Ampeliska diadema</i>	2,41	0,01	3,3	0,00	11,4	0,02	8,0	0,02
<i>Asciella aspersa</i>	1,03	0,76						
<i>Balanus improvisus</i>	8,96	0,23	6,7	0,26	77,1	0,64	437,3	0,72
<i>Bittium reticulatum</i>			3,3	0,02				

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Calyptra chinensis</i>	5,86	0,22	23,3	0,13	2,9	0,01		
<i>Chamelea gallina</i>	39,31	36,84	20,0	2,59	54,3	13,25	50,7	28,02
<i>Ciona intestinalis</i>	1,38	1,42						
<i>Ctenicella appendiculata</i>	7,93	8,4	3,3	0,15	208,6	52,47		
<i>Corophium sp.</i>							2,6	0,00
<i>Cunearca cornea</i>	0,34	10						
<i>Diogenos pugilator</i>	3,10	0,44			5,7	0,31		
<i>Diplosoma listerianum</i>	1,03	0,88						
<i>Eugira adriatica</i>	0,69	0,83						
<i>Gmelina costata</i>					2,9	0,01		
<i>Glycera tridactyla</i>	0,34	0,08						
<i>Harmothoe reticulata</i>	0,34	0,00						
<i>Heteromastus filiformis</i>	1,03	0,01	3,3	0,00	45,7	0,06	34,7	0,05
<i>Hydrobia acuta</i>	11,03	0,03	43,3	0,05	122,9	0,53	2,6	0,01
<i>Iphinoe elisae</i>	0,34	0,00					2,7	0,01
<i>Iphinoe maeotica</i>					25,7	0,03		
<i>Leiochone clypeata</i>	0,34	0,00						
<i>Melinna palmata</i>	161,72	1,07	303,3	0,80	760,0	2,36	157,3	0,99
<i>Membranipora sp.</i>			-	0,17	-	0,14		
<i>Mohrensternia lineolata</i>	0,69	0,00	6,7	0,02	2,9	0,02		
<i>Mytilaster lineatus</i>	1,38	0,52	10,0	0,05	1054,3	18,03		
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,34	0,55			180,0	106,71		
<i>Nana donovani</i>	1,03	0,07						
<i>Nephtys hombergii</i>	11,72	0,20	6,7	0,03	5,7	0,07	16,0	0,28
<i>Nephtys sp.</i>			36,7	0,01	2,9	0,00		
<i>Nereis sp.</i>	0,34	0,00						
<i>Nereis succinea</i>					11,4	0,04		
<i>Limnodrilus sp.</i>							64,0	0,01

## Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Odostomia pallida</i>	1,03	0,00			17,1	0,04		
<i>Olygochaeta</i>					2,9	0,00	2,6	0,00
<i>Paraonis sp.</i>					51,4	0,05	210,7	0,07
<i>Paraonis fulgens</i>					48,6	0,06		
<i>Parvicardium exiguum</i>	0,69	0,17	33,3	0,27	71,4	2,31	2,7	0,02
<i>Parthenina indistineta</i>							2,6	0,01
<i>Phoronis psammophila</i>					85,7	0,05	8,0	0,01
<i>Pectinaria koreni</i>	0,34	0,11						
<i>Petaloproctus terricola</i>	1,03	0,01						
<i>Phylodoce maculata.</i>	0,34	0,00						
<i>Pitar rudis</i>	7,93	4,51	10,0	0,05			5,3	2,18
<i>Polittapes petalina</i>	0,34	0,65			5,7	0,61		
<i>Pomatoceros triqueter</i>	0,69	0,00						
<i>Prionospio sp.</i>							152,0	0,03
<i>Prionospio cirrifera</i>	0,69	0,00	56,7	0,03				
<i>Rapana thomassiana</i>	1,72	0,18	6,7	6,03				
<i>Spionidae sp.</i>			13,3	0,00	5,7	0,01		
<i>Spio filicornis</i>							2,7	0,00
<i>Spirorbis pusilla</i>							2,7	0,01
<i>Spisula subtruncata</i>	6,55	2,08			2,9	0,05	2,6	0,06
<i>Siphonoecetes dellavallei</i>					2,9	0,00		
<i>Theodoxus pallasi</i>					2,9	0,03		
<i>Tubificoides heterochaetus</i>					2,9	0,00		
<i>Tritia reticulata</i>	2,76	2,34	6,7	4,80			2,5	2,08
<i>Turricaspis sp.</i>	0,34	0,00						
Личинка Decapoda	0,34	0,00						
Губка	0,34	0,02						
Всего	304	78,14	596,6	15,46	2905,5	202,77	1250,5	40,63

В осенний сезон 2008 г. наблюдалось восстановление донного сообщества, было обнаружено 34 вида макрозообентоса. Увеличилось количество видов двухстворчатых моллюсков до 8, полихет до 7, ракообразных до 6. Отмечено появление в сообществе значительного количества олигохет. Численность и биомасса зообентоса значительно возросли и в среднем равнялись 2905,1 экз./м<sup>2</sup> и 202,74 г/м<sup>2</sup>. Значительную долю в сообществе имели ранее не массовые виды – мидии и митилястер, которые были представлены недавно осевшей молодью и составляли 42,5 % численности и 61,5 % биомассы суммарного зообентоса. В сообществе также отмечено увеличение количества асцидий (сестонофагов) – организмов, крайне требовательных к качеству воды. В 2005 г. эти животные составляли 3,8 % численности и 15,7 % биомассы суммарного зообентоса, в 2007 г. они были представлены 1 видом, что равнялось 0,5 % численности и 0,009 % биомассы суммарного зообентоса. Хотя в 2008 г. видовое богатство этой группы еще не достигло уровня 2005 г., количество значительно возросло и составило 7,5 % численности и 26,4 % биомассы суммарного зообентоса.

В летний сезон 2009 г. в изучаемом районе было обнаружено 24 вида зообентоса. Как и в предыдущие годы, наибольшее видовое богатство отмечалось у моллюсков, однако сообщество еще не достигло уровня 2005 г. Средняя численность бентосных животных равнялась 1239,8 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 40,65 г/м<sup>2</sup>.

В донном сообществе постоянными в течение всего периода исследования были двухстворчатые моллюски *Chamelea gallina* и *Parvicardium exiguum*, брюхоногий моллюск *Hydrobia acuta*, полихеты *Heteromastus filiformis*, *Mellina palmate*, *Nephtys hombergii* и ракообразные *Ampelisca diadema* и *Balanus improvisus* (см. табл. 2).

Анализ эдифической структуры зообентоса южной части пролива за период 2005-2009 гг. показал, что наиболее значимую роль в период исследований играли псаммофильные и пелофильные организмы (табл. 3). Пелофильные виды, представленные в основном червями, имели высокую численность, однако биомасса этих мелких животных была невысокой. В период с 2008 г. в донном сообществе отмечается возрастание роли литофильных организмов, основную массу которых представляют двухстворчатые моллюски.

Анализ трофической структуры макрозообентоса показал, что в 2007 г. в донном сообществе наиболее значимую роль играли животные по способу питания детритофаги и хищники, которые составляли суммарно 85,7 % численности и 78,0 % биомассы суммарного зообентоса (табл. 4).

В последующие годы (2008 и 2009) роль этих групп животных снижалась, и хотя их численность оставалась достаточно высокой – 60 % суммарной, биомасса сократилась до 4-23 %. Увеличение в донном сообществе доли детритофагов и хищников косвенно указывает на гибель донных животных или поступление в придонные слои вод значительного количества органики. Аналогичная картина наблюдается при гибели донных животных в результате разрушения грунтов при донных тралениях, дампинге, а также заморах вследствие гипоксии. В результате гибели в первую очередь прикрепленных животных, в большинстве сестонофагов, увеличивается количество подвижных животных – червей, ракооб-

Таблица 3 – Изменения характеристик эдифической структуры макрозообентоса в южной части Керченского пролива в период 2005-2009 гг.

Группы организмов	Численность, экз./м <sup>2</sup>				Биомасса, г/м <sup>2</sup>			
	2005	2007	2008	2009	2005	2007	2008	2009
Литофильные	6,8	6,9	15,6	35,4	5,9	2,9	59,9	3,9
Псаммофильные	20,2	5,1	16,4	4,3	61,6	57,3	35,8	69,0
Пелофильные	73,0	88,0	68,0	60,3	32,5	39,8	4,3	27,1

Таблица 4 – Изменения характеристик трофической структуры макрозообентоса в южной части Керченского пролива в период 2005-2009 гг.

Группы организмов	Численность, экз./м <sup>2</sup>				Биомасса, г/м <sup>2</sup>			
	2005	2007	2008	2009	2005	2007	2008	2009
Сестонофаги	31,0	14,3	39,9	41,1	93,7	22,0	96,0	76,5
Детритофаги	62,3	82,3	59,1	57,2	2,2	7,0	2,6	15,5
Хищники	6,7	3,4	1,0	1,7	4,1	71,0	1,4	8,0

разных и брюхоногих моллюсков, пищей которых являются трупы животных и разложившаяся органика. Когда обстановка стабилизируется, донное сообщество начинает восстанавливаться, возрастает его видовое богатство, изменяется соотношение трофических группировок. При отсутствии трансформации грунтов (дампинг, разрушение при донных тралениях) донное сообщество восстанавливается до исходных параметров достаточно быстро, в течение 3-4 лет. Впоследствии все происходящие изменения будут связаны с сезонными и межгодовыми.

Сестонофаги после их значительного сокращения в 2007 г. (в 2 раза по численности и в 4 раза по биомассе) в последующие годы практически достигли уровня 2005 г., став доминирующей группировкой.

Выполненные в период 2005-2009 гг. исследования в южной части Керченского пролива показали, что в донном сообществе после 2005 г. отмечено сокращение видового богатства зообентоса, снижение его количественных характеристик. В донном сообществе в значительной мере сократилось видовое богатство и численность моллюсков и асцидий, одновременно возросла численность полихет, олигохет.

В 2007 г. в донном сообществе наиболее значимую роль играли животные по способу питания детритофаги и хищники – 85,7 % численности и 78,0 % биомассы суммарного зообентоса. В 2008 и 2009 гг. роль этих групп животных снижалась, и если численность оставалась достаточно высокой – 60 % суммарной, то биомасса их сократилась до 4-23 %.

Сестонофаги после значительного сокращения в 2007 г. (в 2 раза по численности и в 4 раза по биомассе) в последующие 2008-2009 гг. практически достигли уровня 2005 г., став доминирующей группировкой.

УДК 574.58(262.5)

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАИЛЕНИЯ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ**

**А. С. Терентьев**

В последние десятилетия наблюдается сильный антропогенный прессинг на морские экосистемы. В частности Керченское предпроливье Черного моря подверглось сильному антропогенному заилению. В настоящее время известно два основных фактора, приводящих к заилению бентали Черного моря – донный траловый промысел [5, 6, 8] и дампинг грунта [1, 7-9]. Керченское предпроливье испытывает влияние обоих факторов. Хотя к настоящему времени донный траловый промысел запрещен, но по-прежнему производится дампинг грунта. На обследованной акватории имеются несколько закрытых и ныне действующая свалка грунта. В этой работе сделана попытка выяснить степень влияния заиления дна на площадь, занимаемую донными биоценозами.

### **Материал и методика**

В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в 1986-90 гг. Бентосные пробы отбирались дночерпателем «Океан» на глубинах от 10 до 100 м. В течение всего периода исследований выполнено 340 станций на площади 5,3 тыс. км<sup>2</sup>.

Таксономическая обработка проб велась по определителю фауны Черного и Азовского морей [3].

Биоценозы выделялись по доминантным видам. Доминантными считались виды, имеющие наибольшую биомассу [2].

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элригхом [10].

Степень влияния заиления на площадь, занимаемую биоценозами, оценивалась с помощью дисперсионного анализа по [4].

### **Результаты и обсуждения**

На акватории Керченского пролива Черного моря выявлено 8 типов грунтов: песок, илистый песок, песчанистый ил, ракуша, песчанистая ракуша, заиленная ракуша, фазеолиновый ил и ил. В период проведения работ наблюдалась сильная пространственная динамика грунтов (рис. 1).

Участки, подвергшиеся наиболее сильному заилению, располагались в центральной части рассматриваемой акватории, в юго-восточной ее части и на отдельных участках северо-восточной части. В центральной и северо-восточной частях расположены свалки грунта. В восточной части проводился донный траловый промысел. В период с 1986 по 1990 г. ежегодно осуществлялось около 10 тыс. донных тралений (данные городского архива).

Динамика грунтов разного типа представлена на рис. 2.



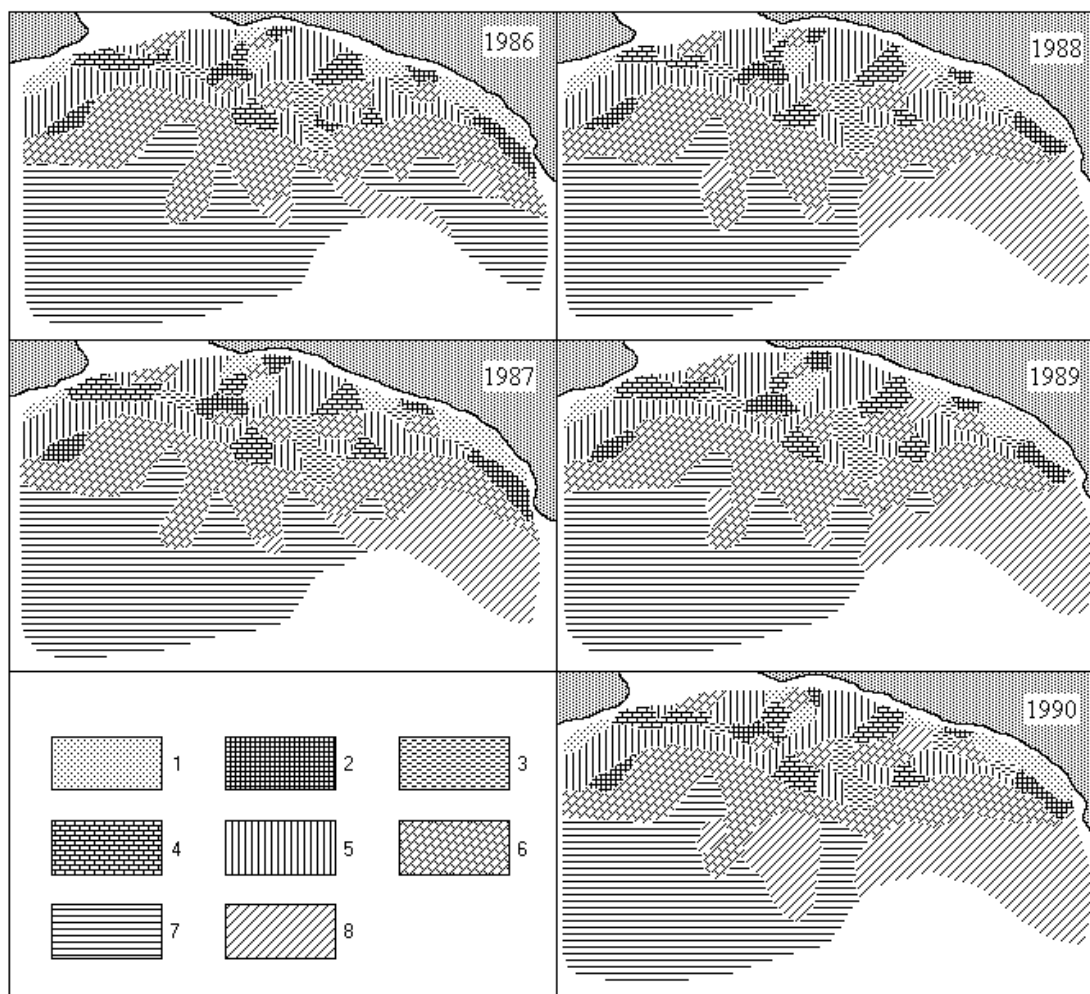


Рисунок 1 – Грунты Керченского пролива Черного моря: 1 – песок, 2 – песчаный ил, 3 – илистый песок, 4 – ракуша, 5 – песчаная ракуша, 6 – заиленная ракуша, 7 – фазеолиновый ил, 8 – ил

Площадь, занимаемая илами, возросла в 11 раз с 0,156 до 1,696 тыс. км<sup>2</sup>. В илы трансформировались в основном заиленная ракуша и фазеолиновый ил. Наиболее сильное заиление наблюдалось с 1989 по 1990 г. Площадь, занимаемая другими типами грунтов, изменилась слабо.

Наиболее сильно заилились участки дна на глубинах от 40 до 85 м (рис. 3).

В Керченском проливе было выделено 6 биоценозов: *Ascidiella aspersa*, *Chamelea gallina*, *Modiolus adriaticus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Modiolus phaseolinus*, *Terebellides stroëmi*.

В то время как наблюдалось заиление акватории, проходила сильная пространственная трансформация биоценозов (рис. 4).

В 1986 г. прибрежную полосу занимал биоценоз *C. gallina*. На границе с Керченским проливом выделен биоценоз *A. aspersa*, глубже располагались биоценозы *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Биоценоз *T. stroëmi*

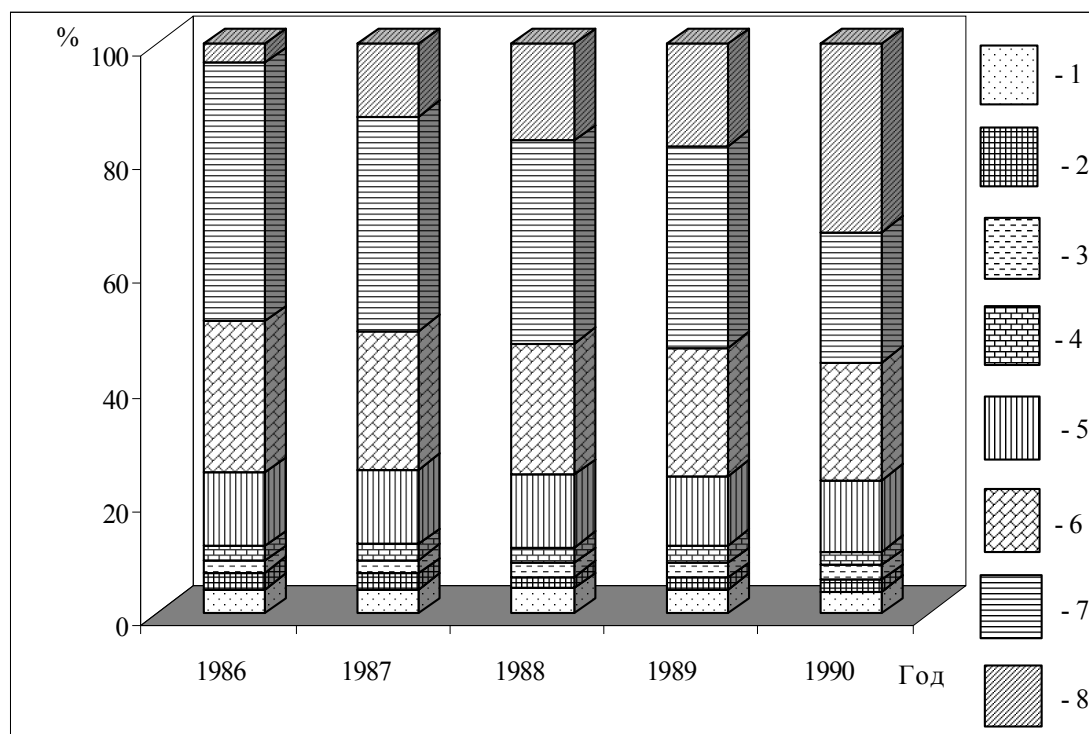


Рисунок 2 – Динамика грунтов разного типа в Керченском предпроливье Черного моря: 1 – песок, 2 – песчаный ил, 3 – илистый песок, 4 – ракуша, 5 – песчаная ракуша, 6 – заиленная ракуша, 7 – фазеолиновый ил, 8 – ил

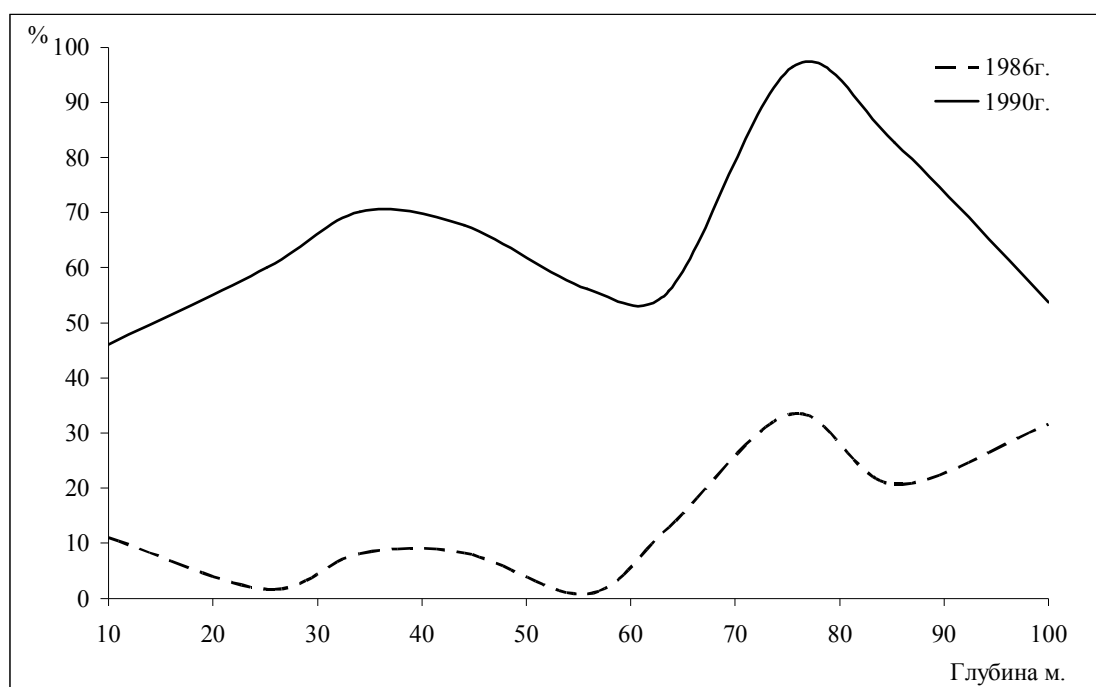


Рисунок 3 – Доля илов на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

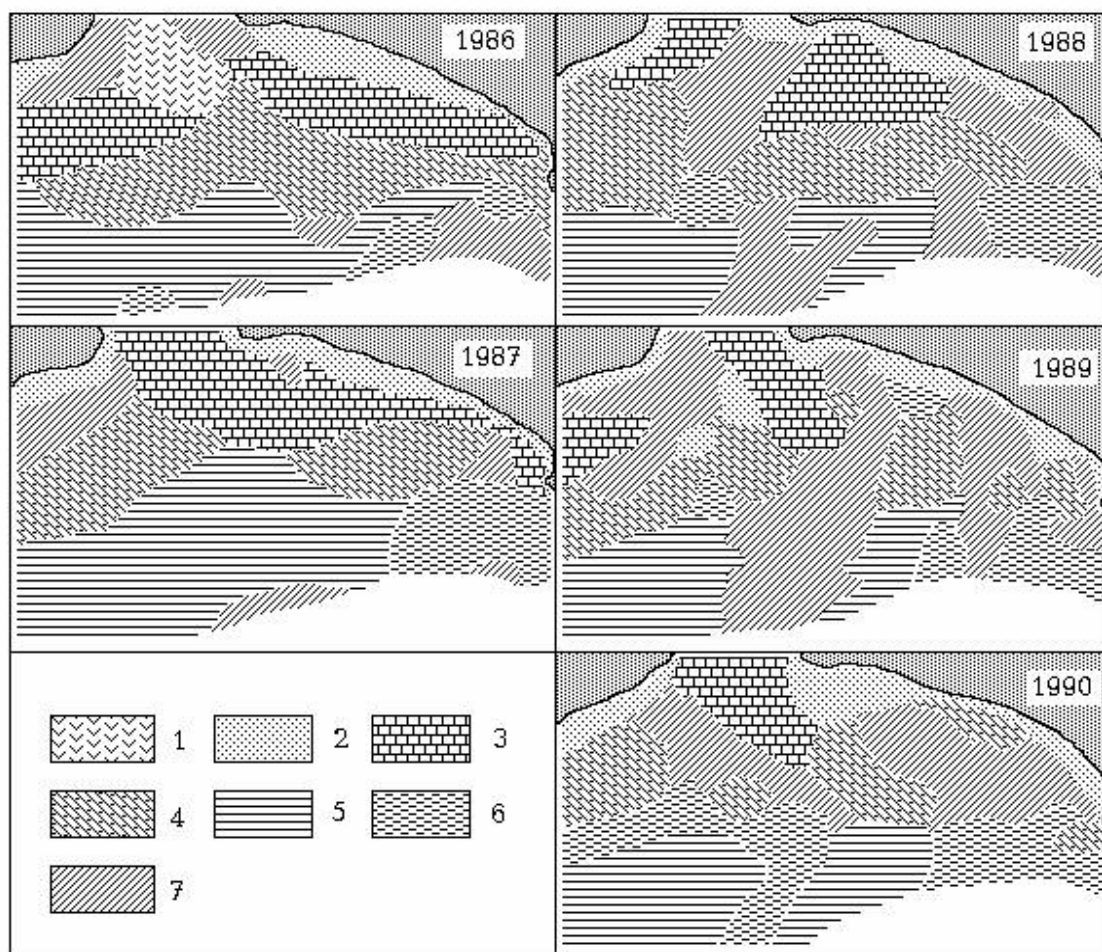


Рисунок 4 – Биоценозы Керченского предпроливья Черного моря: 1 – *A. aspersa*, 2 – *C. gallina*, 3 – *M. adriaticus*, 4 – *M. galloprovincialis*, 5 – *M. phaseolinus*, 6 – *T. stroëmi*, 7 – прочие сообщества

занимал небольшие участки в самой глубоководной части исследуемой акватории.

В 1987 г. картина сильно изменилась. Исчез биоценоз *A. aspersa*. В восточной части почти в 3 раза увеличилась площадь биоценоза *T. stroëmi*. Некогда сплошной биоценоз *M. galloprovincialis* оказался разорванным.

В 1988 г. на участках против пролива и возле г. Анапы разрушились биоценозы *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Подвергся сильному разрушению и дроблению биоценоз *M. phaseolinus*.

В 1989 г. биоценоз *M. adriaticus* сохранился только возле пролива. Биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* оказались окончательно раздробленными. В западной части выделился участок, на котором донная фауна практически исчезла.

В 1990 г. отмечалось дальнейшее разрушение биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Обращает на себя внимание то, что остатки этих трех биоценозов разделяют изучаемую акваторию на две части.

В восточной части биоценоз *M. phaseolinus* исчез почти полностью. Вся центральная часть оказалась разрушенной. Биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* сохранились только в западной части. На юге развился биоценоз *T. stroëmi*.

Динамика изменения площадей, занимаемая биоценозами, представлена на рис. 5.

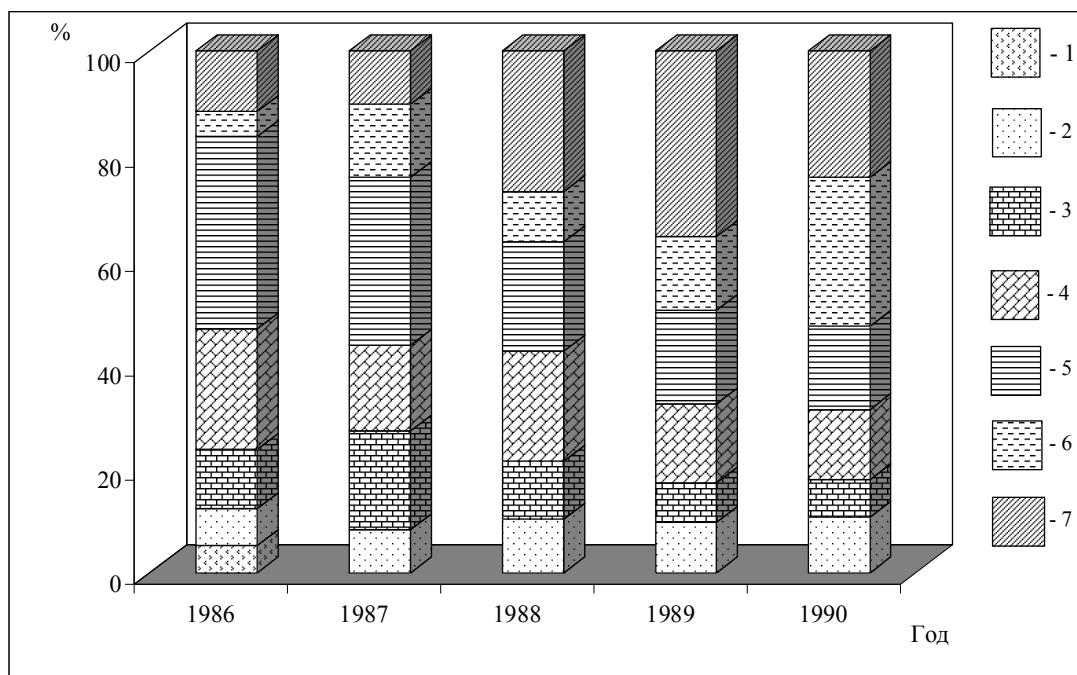


Рисунок 5 – Динамика биоценозов Керченского предпроливья Черного моря: 1 – *A. aspersa*, 2 – *C. gallina*, 3 – *M. adriaticus*, 4 – *M. galloprovincialis*, 5 – *M. phaseolinus*, 6 – *T. stroëmi*, 7 – прочие сообщества

Площадь, занимаемая всеми биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократилась в 1,8 раза с 4,399 до 2,491 тыс. км<sup>2</sup>. Площадь биоценоза *T. stroëmi* наоборот возросла в 5,9 раза, увеличиваясь в среднем на 43 % в год, с 0,265 до 1,537 тыс. км<sup>2</sup>. Биоценоз *T. stroëmi* увеличивал свою площадь на глубинах более 40 м. Последний развивался на заиленных грунтах, поэтому его можно рассматривать совместно с разрушенными биоценозами.

На глубинах от 20 до 90 м разрушенные биоценозы занимали более 50 % площади дна (рис. 6).

Наибольшая площадь, занятая илами, наблюдалась на глубинах 74-83 м, где было заилено более 90 % площади дна.

Сопоставляя между собой пространственные динамики заиления и трансформации биоценозов, видим достаточно сильное совпадение этих процессов как в пространстве, так и во времени. На заиленных участках наблюдается разрушение биоценозов. Сплошные ареалы биоценозов фрагментируются. Расширяется площадь биоценоза *T. stroëmi*.

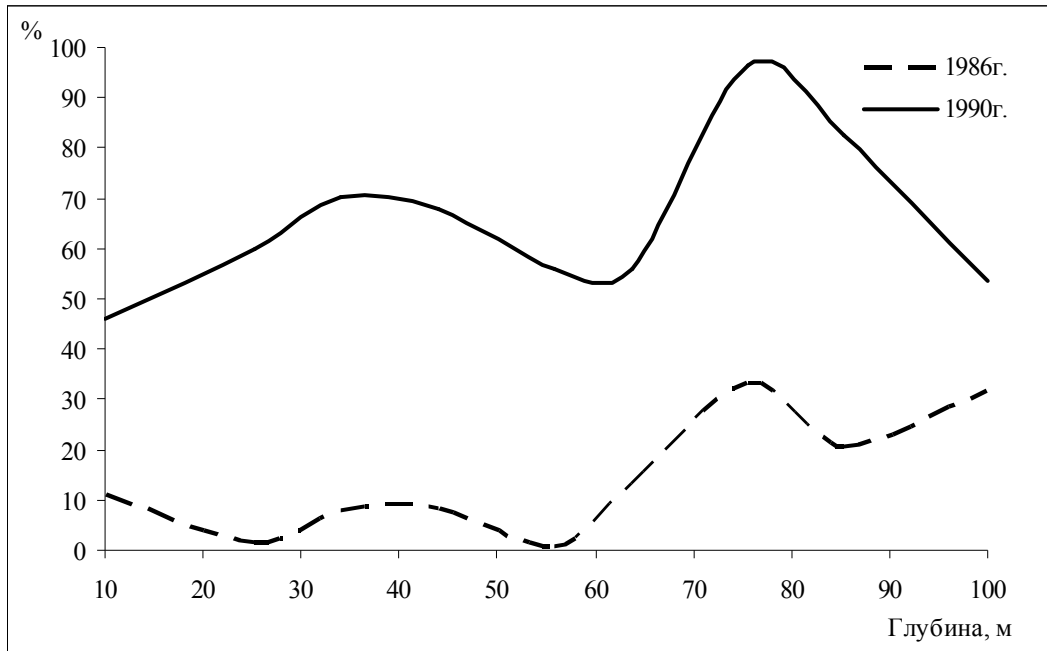


Рисунок 6 – Доля разрушенных биоценозов совместно с биоценозом *Terebellides* на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Как показывают расчеты, сокращение площади биоценозов на 40-48 % определяется заилением акватории. Однако на разных глубинах степень влияния заиления на изменение площади разрушенных биоценозов не одинакова (рис. 7).

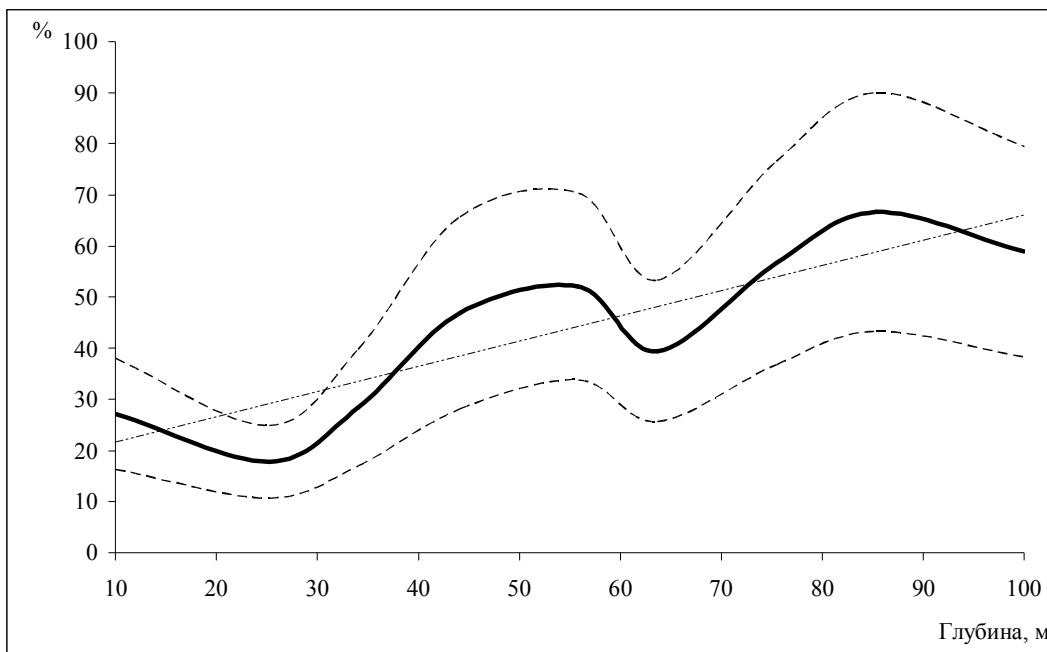


Рисунок 7 – Степень влияния (в %) заиления дна на динамику площади разрушенных биоценозов совместно с биоценозом *Terebellides* на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Наиболее сильное влияние заиления на динамику площади разрушенных биоценозов наблюдалось на глубинах 40-60 и 70-90 м. В целом отмечается тенденция увеличения влияния заиления дна на рост разрушенных биоценозов. Она описывается уравнением  $S_1 = 0,494G + 16,68$ , где  $S_1$  – степень влияния в %,  $G$  – глубина в метрах. Таким образом, с увеличением глубины на один метр степень влияния заиления на динамику площади разрушенных биоценозов увеличивается в среднем на 0,49 %.

Наиболее сильное влияние заиления на динамику площади биоценоза *T. stroëmi* наблюдалось на глубинах 60-70 м и более 80 (рис. 8).

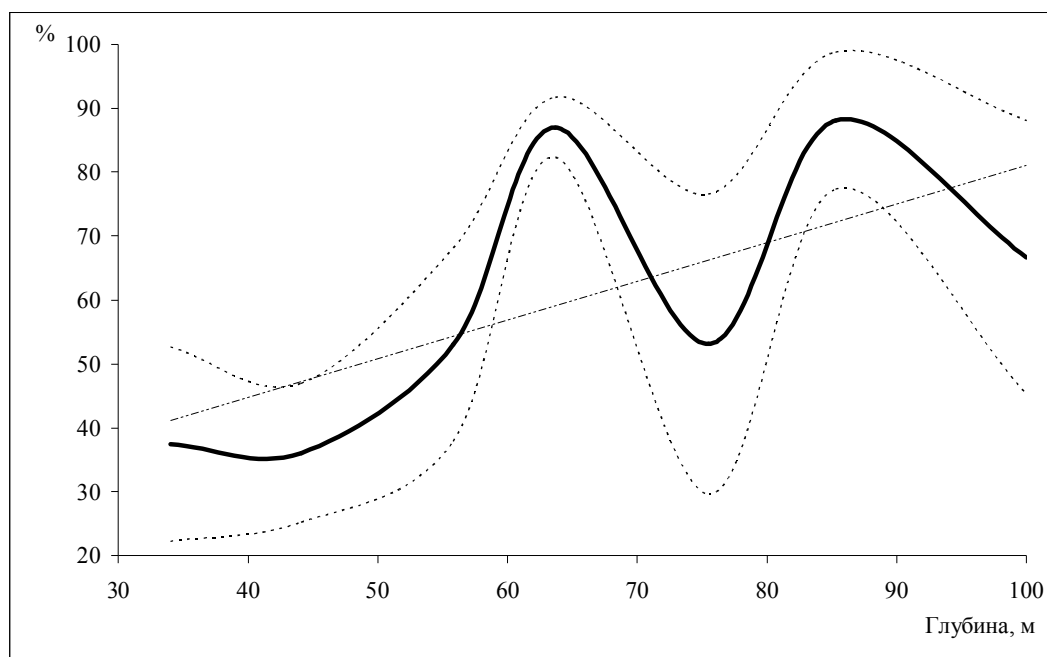


Рисунок 8 – Степень влияния (в %) заиления дна на динамику площади биоценоза *Terebellides* на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Имеет место тенденция увеличения влияния заиления дна на увеличения площади биоценоза *T. stroëmi*. Она описывается уравнением  $S_2 = 0,606G + 20,51$ . Следовательно, с увеличением глубины на один метр степень влияния заиления на динамику площади этого биоценоза в среднем увеличивается на 0,61 %. В целом увеличение площади биоценоза на 58-64 % объясняется заилением грунта.

Наиболее сильному заилению были подвержены площади, занимаемые биоценозами *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Между изменением площадей биоценозов *M. phaseolinus* и *T. stroëmi* существует тесная связь (коэффициент корреляции равен  $-0,76 \pm 0,18$ ). Фактически здесь происходит сукцессия биоценоза *M. phaseolinus* в биоценоз *T. stroëmi*. Этот биоценоз образовывался также при заилении нижней части биоценоза *M. galloprovincialis*.

Верхняя часть обследованной акватории была заилена в меньшей степени. И разрушение располагавшихся здесь биоценозов имеет другие причины. Такими могут быть механическое разрушение дна при тралении, влияние г. Анапы, сток из Керченского пролива. Последним фактором, по всей видимости, объясняется разрушение биоценоза *A. aspersa*.

### Выводы

1. Обследованная акватория подверглась заилению на площади 1,54 тыс. км<sup>2</sup>. Наибольшая площадь, занятая илами, наблюдалась на глубинах 40-50 и 70-80 м. Наиболее сильному заилению подверглись участки, расположенные в центральной и юго-восточной частях обследованной акватории, а также на отдельных участках северо-восточной части.

2. Площади, занимаемые биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократились в 1,8 раза с 4,399 до 2,491 тыс. км<sup>2</sup>. Наиболее сильно уменьшились площади биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, и *M. phaseolinus*. Исчез биоценоз *A. aspersa*.

3. Площадь биоценоза *T. stroëmi* возросла в 5,9 раза с 0,265 до 1,537 тыс. км<sup>2</sup>. Увеличение его площади на 58-64 % объясняется заилением грунта. Произошла сукцессия биоценоза *M. phaseolinus* и нижней части биоценоза *M. galloprovincialis* в биоценоз *T. stroëmi*.

4. Сокращение площадей биоценозов на 40-48 % определяется заилением акватории. Причем имелась тенденция увеличения степени влияния заиления на динамику площади разрушенных биоценозов с увеличением глубины. Главными причинами заиления, по-видимому, являются донный траловый промысел и дампинг грунта.

5. Другими причинами разрушения биоценозов могут быть механическое разрушение дна при тралении, влияние г. Анапы, сток из Керченского пролива.

### Литература

1. Базелян В. Л., Касилов Ю. И., Коломийченко Г. Ю. Общая характеристика влияния дампинга на гидробионты // Экологічні проблеми Чорного моря. – Одесса: ОЦНТЕІ, 2001. – С. 23-28.
2. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. – 1949. – Вып. 13. – 193 с.
3. Определитель фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наукова думка, 1968. – Т. 1, 437 с.; 1969. – Т. 2, 536 с.; 1972. – Т. 3, 340 с.
4. Плохинский А. Н. Биометрия : 2-е издание. – М.: МГУ, 1970. – 368 с.
5. Рубинштейн И. Г., Золотарев П. Н., Литвиненко Н. М. Экологическое значение тралового промысла и драгирования моллюсков бентали Черного моря // Шельфы: проблемы природопользования и охраны окружающей среды : тез. докл. 4-й Всесоюзной конференции. – Владивосток, 1982. – С. 150.

6. *Самышев Э. З., Рубинштейн И. Г., Золотарев П. Н.* Об отрицательном воздействии донного тралового промысла шпрота на биоценозы Черного моря или к вопросу о совершенствовании способа лова шпрота // Материалы семинара ихтиологов Азово-Черноморского бассейна. – Одесса, 1981. – С. 42-43.
7. *Солдатова Т. Ю.* Влияние отвалов грунта на донную фауну прибрежной зоны Крыма // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов. – Астрахань, 1984. – С. 117-118.
8. *Фесюнов О. Е., Дмитришин О. А., Самсонов А. И.* Техногенная седиментация на северо-западном шельфе Черного моря // Материалы Всесоюзной конференции. – Ростов н/Д-М., 1991. – С. 158-160.
9. *Шаповалов Е. Н.* Влияние дампинга на морскую среду в прибрежной зоне моря // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов. – Астрахань, 1984. – С. 56-58.
10. *Eltringham S. K.* Life in Mud and Sand. – London: The English Universities Press Ltd., 1971. – 218 p.

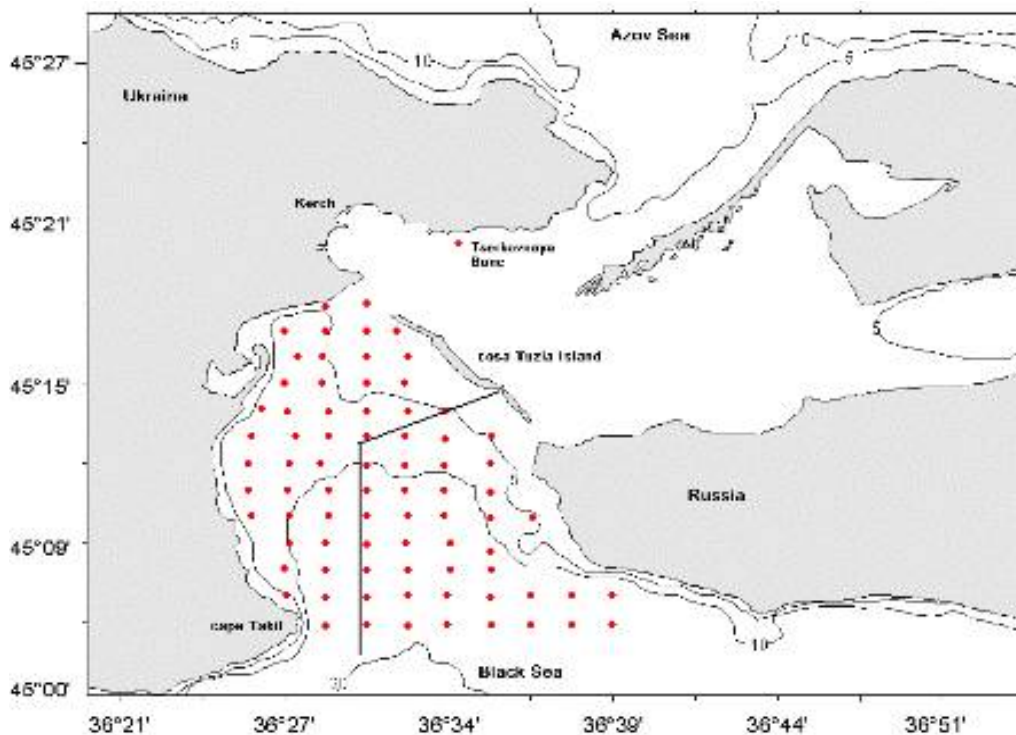


**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЗАПАС  
РАПАНЫ *RAPANA VENOSA* (GASTROPODA: MUREXIDAE)  
В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

**О. В. Евченко**

Мониторинг рапаны (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) [6] как сырьевого ресурса ЮгНИРО проводит с 1972 г.: в Керченском проливе он не прерывается до настоящего времени, а у берегов Крымского полуострова охватывает период с 1987 по 2000 г. Систематические наблюдения позволили изучить биологические характеристики популяции моллюска рапаны (размерную, массовую, возрастную и половую структуры) и произвести оценку запаса.

Съемки рапаны в Керченском проливе проводились нами в апреле-октябре с 1972 по 2008 г. по сетке станций, представленной на рис. 1. В 1972-1994 гг. они были выполнены в южной части Керченского пролива в водах Украины и России, а с 1997 по 2008 г. – только на акватории, прилегающей к Крымскому побережью Керченского пролива на глубинах 3-18 м. Вдоль побережья Крыма учет рапаны осуществлялся на глубинах до 30 м.



**Рисунок 1 – Карта-схема станций сбора рапаны в Керченском проливе (1972-1994 гг. на акватории Украины и России, 1997-2008 гг. – Украины)**

Сбор моллюсков проводился безножевыми драгами шириной 1,25 м с расстоянием между прутьями 30 мм и ручным способом – с использованием водолазного снаряжения. У выловленных особей производили измерение высоты раковины моллюсков с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм, взвешивали на весах с точностью до 0,5 г. При определении возраста моллюсков использовали методику В. Д. Чухчина [3]. Запас рассчитывался методом изолиний [1].

У моллюсков из Керченского пролива установлены изменения размерно-массовой, половой и возрастной структуры. Так, до начала 90-х гг. их модальный размер был 90-110 мм, в 1990-1994 гг. – 80-100 мм, в 1997-2000 гг. – 55-85 мм (рис. 2), в период 2001-2006 гг. он составлял 50-90 мм.

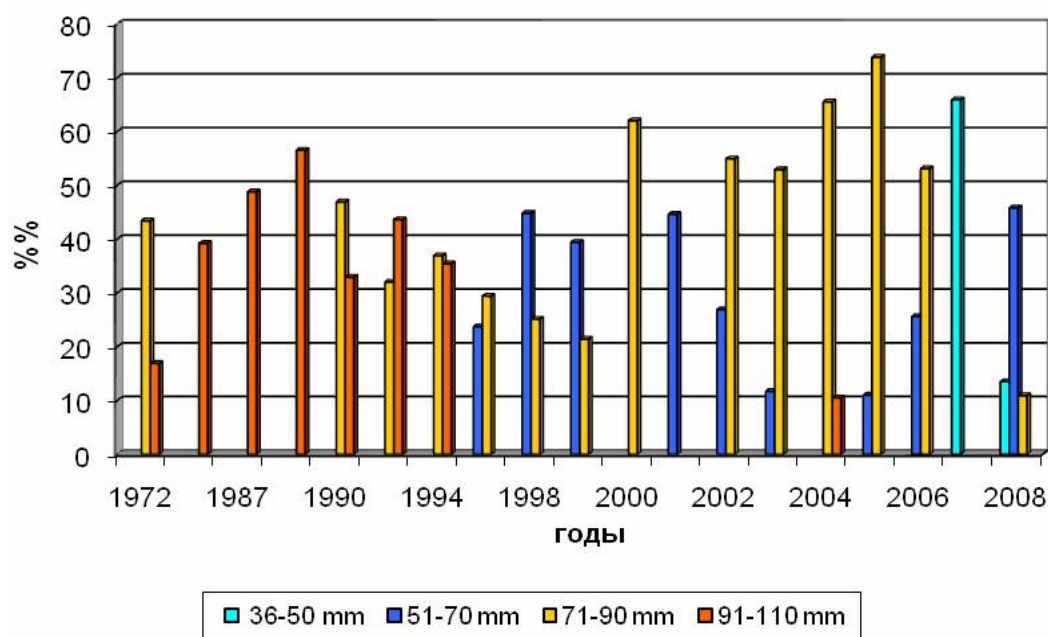


Рисунок 2 – Модальные размерные классы рапаны (>10 %) Керченского пролива в период 1972-2008 гг.

Важно отметить, что до 1997 г. доля мелких моллюсков (41-50 мм) оставалась на одном уровне – не выше 1 % (рис. 3), тогда как резкое сокращение доли крупных особей (110-120 мм) произошло в 1990 г. (с 15 до 3 %) и по времени совпало с началом массовых заходов гребневика мнемнопсиса в Азовское море, а также с началом интенсивного использования акватории южной части пролива в качестве места перегрузки сыпучих грузов на судах морского транспорта. В 1998 г. произошел первый всплеск увеличения доли мелкой *Rapana* – до 8 %, а в 2007-2008 гг. последовал гораздо более мощный ее всплеск – до 23-41 %. В Черном море у берегов Крыма модальный класс *Rapana* до 1994 г. составлял 60-85 мм, а в 1997-2000 гг., несмотря на интенсификацию промысла, возрос до 80-100 мм.

Анализ изменения величины среднего веса рапаны позволяет судить об условиях ее существования, в том числе о степени пищевой обеспеченности [2, 4].

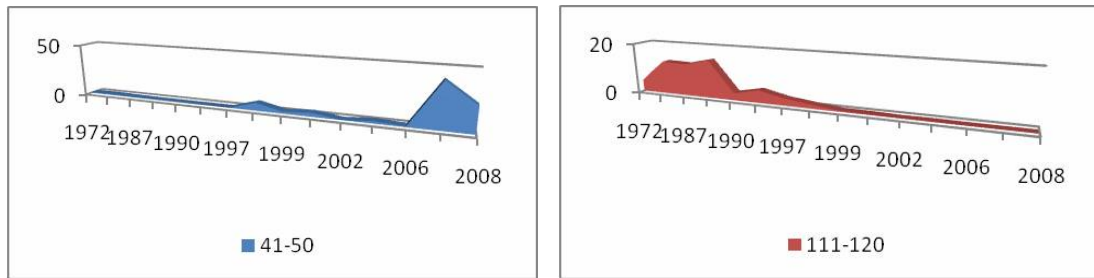


Рисунок 3 – Динамика мелкоразмерных (41-50 мм) и крупноразмерных (111-120 мм) *Rapana venosa* (%) в Керченском проливе

В период с 1987 по 1998 г. происходило его уменьшение во всех размерных группах. В последующие 1999-2004 гг. во всех группах средний вес увеличивался, кроме группы крупноразмерных моллюсков 86-100 мм. В 2007-2008 гг. отмечалось снижение среднего веса рапаны (рис. 4).

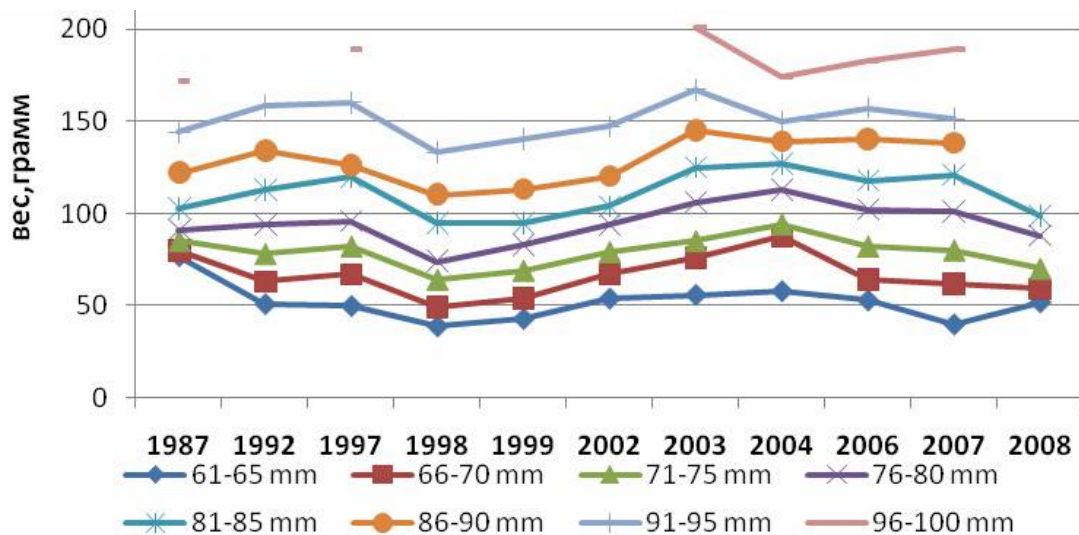


Рисунок 4 – Изменение среднего веса рапаны в размерных группах в Керченском проливе в 1987-2008 гг.

Еще более наглядно представлено изменение среднего веса доминирующей группы рапаны длиной 65-85 мм (ее основу составляют моллюски двухлетнего возраста). Средний вес рапаны этой размерной группы изменялся от 67 до 108 г. Минимумы приходились на 1998 и 2008 гг., а максимум – на 2004 г. (рис. 5).

Причины такой динамики среднего веса не совсем ясны. Но его снижение в период с 1987 по 1998 г. по времени совпадает с массовым развитием ктенофоры мнемипсиса. Последующее увеличение среднего веса с 1999 по 2004 г. приходится на период начала массового захода в Керченский пролив ктенофоры берое. Снижение среднего веса рапаны от 2007 к 2008 г. совпадает с загрязнением дна пролива в результате известной аварии судов осенью 2007 г.

В Керченском проливе промысловая часть рапаны обычно представлена 2-9-летними моллюсками. После 1994 г. отмечается снижение встречаемости осо-

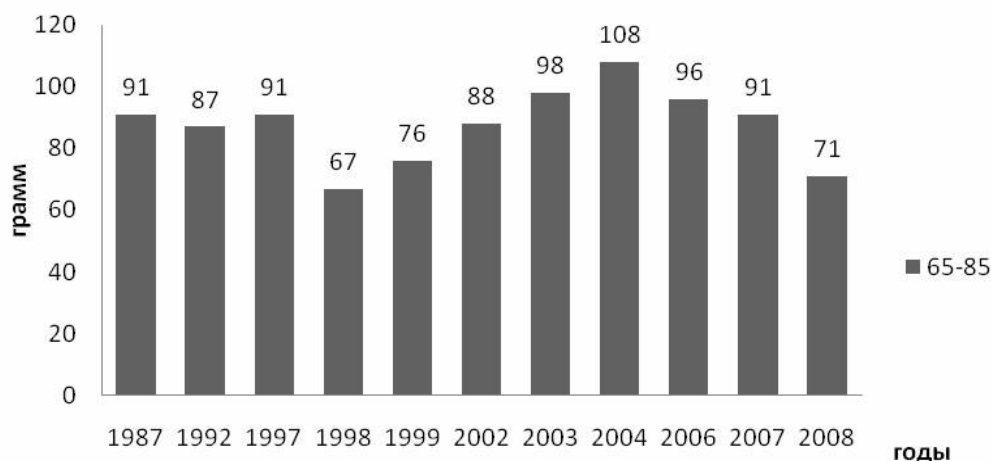


Рисунок 5 – Динамика среднего веса рапаны (г) в размерной группе 65-85 мм в 1987-2008 гг.

бей старших возрастных групп – 7-9-летних особей. Одна из причин сокращения – элиминация крупных моллюсков в процессе промысла. В 2008 г. моллюски старше 4 лет практически не встречались.

В последние годы половая структура рапаны характеризуется равным соотношением полов в возрасте 2 года, преобладанием самцов в возрасте 3-х и более лет и преобладанием самок среди неполовозрелых моллюсков (рис. 6), тогда как на начальном этапе освоения рапаной акватории Черного моря соотношение полов равнялось 1:1 [5].

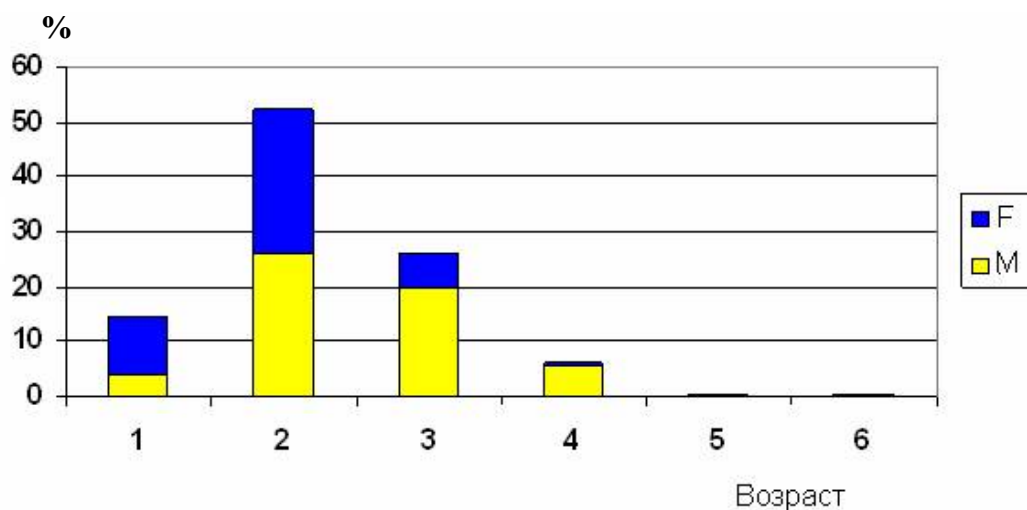


Рисунок 6 – Возрастная и половая структура рапаны (%) в Керченском проливе в 2008 г. (M – самцы, F – самки)

Общий запас рапаны в Керченском проливе в период 1990-1994 гг. на площади 272 км<sup>2</sup> оценивался в пределах 1,5-2,0 тыс. т. В 2000-2007 гг. зона учета *Rapana* сократилась до 80 км<sup>2</sup> за счет обследования только участков Керченского

пролива вдоль берегов Украины. На этой площади в разные годы было учтено от 0,2 до 0,7 тыс. т. В 2007 г. запас составил 650 т, из которых 77 % приходилось на мелких моллюсков в возрасте менее 2-х лет.

В Черном море в восточной части украинского сектора от м. Такиль до м. Чауда в 1988-1990 гг. учтенный запас *Rapana* варьировал в пределах от 2,6 до 4,1 тыс. т. Наиболее полные съемки рапаны, охватившие практически весь ее промысловый ареал у черноморских берегов Крыма, были выполнены с 1994 по 1997 г. Их результаты составили: в 1994 г. – 11,9 тыс. т, 1996 г. – 13,9, 1997 г. – 19,6 тыс. т. В последующие годы из-за прекращения финансирования съемки рапаны вдоль украинского побережья Черного моря не проводились.

Большое количество мелкой рапаны появилось не только в Керченском проливе, но также вдоль всего Черноморского побережья. Согласно исследованиям ИнБЮМ, это явление зафиксировано и в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника, а согласно исследованиям Института Океанологии г. Варна – в заповедной зоне «Калиакта» (личные сообщения), где промысел не ведется. Поэтому главная причина резкого и повсеместного уменьшения размеров рапаны состоит в появлении необычно мощных генераций в 2006-2007 гг.

#### *Литература*

1. Аксютина З. М. Количественная оценка скоплений рыб методом изолиний // Сб. научных тр. ВНИРО. – 1970. – Т. 71, вып. 2. – С. 302-308.
2. Чухчин В. Д. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте // Тр. Севаст. биол. ст. – 1961. – 14. – С. 169-177.
3. Чухчин В. Д. Размножение рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Черном море // Тр. Севаст. биол. ст. – 1961. – 14. – С. 164-169.
4. Чухчин В. Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке // Тр. Севаст. биол. ст. – 1961. – 14. – С. 180-189.
5. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – К.: Наукова Думка, 1984. – 176 с.
6. Кантор Ю. И., Сысоев А. В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. – М.: КМК, 2005. – 627 с.

УДК 639.271(262.5)

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ УСТРИЦ У ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

В. Г. Крючков

Человечество давно употребляет устриц в качестве деликатесной, ценной и полезной пищи, положительно влияющей на иммунную систему и замедляющей старение. По последним данным, объемы суммарного мирового выращивания устриц составляют свыше 4 млн. т. В России этот продукт уже достаточно востребован, особенно в курортной зоне и в крупных городах.

В Черном море можно выращивать два вида устриц: местный (аборигенный) – *Ostrea edulis* (L.) и акклиматизированный – *Crassostrea gigas* (Tr.) [4, 5, 7].

За более чем 30 лет ученые России и Украины разработали биотехнологии культивирования этих видов, положительные результаты которых нашли отражение в соответствующих инструкциях [2, 6]. Однако широкое внедрение научных разработок сдерживается малым количеством предпринимателей, желающих финансировать это мероприятие из-за значительных начальных вложений. Получение прибыли и начало возврата вложений происходит через 4-5 лет. В последующем, в соответствии с экономическими расчетами, результаты деятельности достаточно благоприятны и при правильной организации работ стоимость полученной товарной продукции превышает ее себестоимость более чем в 5 раз. Хорошим стимулом развития устрицеводства может быть принятие, в соответствии с законом Российской Федерации «О развитии марикультуры», механизма долгосрочной аренды под целевое использование прибрежной земли (0,5 га) и акватории (200-300 га), а также льготное налогообложение хотя бы в первые 2 года (с учетом начального длительного вложения значительных денежных средств).

В этой новой отрасли ощущается недостаток специалистов-практиков, для чего необходимо создать соответствующую школу, например в г. Краснодаре на базе «Центра морских технологий», где могут пройти обучение заинтересованные лица. Однако на первых этапах при создании хозяйства необходимо будет привлекать аквалангистов, гидробиологов, гидротехников, гидрохимиков, микробиологов, паразитологов, обученных работников, а по мере необходимости и других специалистов до тех пор, пока не сформируется свой постоянный коллектив из сотрудников, освоивших не менее двух профессий.

В настоящей статье будут обсуждены некоторые практические технические задачи, от правильности решения которых зависит успешность деятельности хозяйства по выращиванию устриц. Причем в создаваемом хозяйстве планируется доращивать устриц на естественной кормовой базе; молодь предполагается доставлять из других морей, т. к. питомника по получению устричного спата на Черном море пока нет. В дальнейшем можно ожидать, что при проведении соответствующих биомелиоративных работ (создание субстрата донной устричной банки с защитой от хищного брюхоногого моллюска рапаны), через 5-6 лет будет возможно получать молодь оседанием спата устриц на коллекторы в своей аква-

тории. В последующем, только с целью обновления популяции, необходимо будет привозить небольшие партии молоди устриц из других регионов.

Культивирование (в данном случае – дорашивание) устриц в открытых штормоопасных акваториях восточной части Черного моря предлагается проводить в толще воды на коллекторах или в садках, навешенных на несущие части плавающих гибких или придонных жестких штормоустойчивых гидробиотехнических сооружениях (ГБТС) [2, 3].

Доставка молоди устриц, при правильном оформлении соответствующих документов, сложности не представляет. Молодь размером свыше 15 мм хорошо выдерживает транспортировку в термоизолированных ящиках-контейнерах с выдержкой и контролем температуры в диапазоне 5-10 °С в течение 10 суток. При меньших размерах спата можно доставить большее количество (в 10 кг до 100 тыс. экз.), однако отход будет выше, а в садках должны быть очень маленькие отверстия, чтобы спат не вываливался в море. При малых отверстиях в садках происходит убыстренное их загрязнение фекалиями внутри и зарастание гидробионтами-обрастателями, взвешенной органикой и илом снаружи, что приводит к увеличению трудоемкости обслуживания, а затем к использованию других садков с большими отверстиями. После сопоставления данных по выживаемости, стоимости, темпам роста и трудоемкости обслуживания рекомендуется закупать спат размером более 15 мм и массой не менее 2 г. В районе г. Анапы (Большой Утриш) дальневосточные устрицы размером более 40 мм до товарного размера (более 12 см) выращивали в течение одного года. При меньших размерах срок выращивания почти удваивался.

Перевозить молодь устриц можно в контейнерах по 20 кг, где размещается не менее 10 тыс. экз. (размером 10-15 мм). Для опытного культивирования достаточно приобрести 50 тыс. экз. и первоначально завезти 5 контейнеров. Этап опытного культивирования необходим, потому что любые локальные акватории российской части Черного моря сильно различаются своими океанографическим, гидрохимическим и продукционным режимами [1]. Поэтому для любой новой акватории необходимо с участием специалистов проводить работы по уточнению бионормативов выращивания и технологических регламентов (в настоящей статье приводятся нормативы как первоначально-отправные).

Определяют первоначальную плотность размещения спата в зависимости от его размера, а в дальнейшем в зависимости от темпов роста и типа выбранного садка (с выбором сечения отверстий). Опытным путем определяют оптимальные глубины размещения садков в толще воды в различные сезоны. Тихоокеанская устрица предпочитает обитать на глубинах, не превышающих 7 м, хотя защищать ее от штормовых нагрузок можно только достаточным заглублением (в зимний штормовой период). В конкретной акватории определяют слой с наибольшей концентрацией фитопланктона (основной пищи), что зависит от направления течений, ветровой деятельности, солености; этот слой обычно ближе к поверхности, поэтому в весенне-летний период садки приподнимают. В процессе опытных работ разрабатывается регламент обслуживания садков (периодичность очистки от ила и обрастателей) и бонитировки устриц (очистке от обра-

тателей, сортировки, удалении снулых). Из-за несвоевременного выполнения регламентных работ по обслуживанию садков проточность садков ухудшается, темпы роста устриц замедляются, а в худшем случае они все заиливаются и погибают. Обслуживать садки необходимо систематически и сразу после штормов, лучше чаще, не допуская продолжительных перерывов по времени. Учитывают также, что в теплые периоды время между осмотрами уменьшается, хотя зимой (в более редкую тихую погоду) необходимо всегда осматривать ГБТС и садки с целью выявления и ликвидации любых аварийных ситуаций. Кроме того, решаются вопросы создания бригады, подбора типов обслуживающих плавсредств (мотокатер для охраны, рабочий бот), их оснащения средствами механизации (лебедка, стрела-вылет, насос заборной воды, рабочий стол с отводом воды и т.д.), закупается водолазное снаряжение (компрессор, акваланги, гидрокостюмы и пр.), оборудуют на берегу производственные участки (отсадка, мойка, сортировка моллюсков), бытовые помещения с подводом электроэнергии, пресной воды и оборудованием очистных сооружений по пресной и морской воде отдельно.

На транспортируемых контейнерах для перевозки устриц должны быть бирки со следующей информацией: дата и время упаковки спата, общий вес устриц, данные санитарного контроля (данные бактериологической и паразитологической проверки спата в лаборатории района отправки). Результаты санитарного контроля должны быть помещены на отдельной справке, заверенной ответственным лицом и печатью СЭС или иной компетентной организации. Спат устриц завозят с Дальнего Востока (залив Посъет, экспериментальная морская база Дальтехрыбпрома), где он оседает на коллекторы из гребешка в естественных условиях, или из Европы (Франция, Англия, Испания), где спат выращивают в береговых хозяйствах-питомниках.

Устричный спат лучше привозить весной или осенью из-за более низких температур воды в море, чтобы они не получали температурный шок, т. к. транспортировка осуществляется при пониженной температуре. У устриц в возрасте 2-2,5 месяцев благоприятно протекают процессы карантинизации и адаптации к более высокой температуре и пониженной солености воды (с минимальным отходом 5-10 %). Привезенный спат помещают в бассейн объемом около 30 м<sup>3</sup> (или в несколько более малых) с очищенной морской водой и сливом через очистную установку (песочный фильтр и облучение ультрафиолетовыми лучами перед сливом). Необходимо уточнить предварительный норматив: в 1 м<sup>3</sup> морской воды высаживают 1 кг биомассы спата, размером до 17 мм. Бассейн можно изготовить из бетона или пластика. Более рациональной является емкость, изготовленная специальной сваркой из пластиковых листов, выставленная на прочное наклонное основание (уклон 1 : 30) выше уровня земли, для удобства слива и ревизии. При значительных объемах воды снаружи бассейна выполняют поддерживающий металлический «корсет» и соответствующие площадки и приспособления для обслуживания (лестницы и опорные перемишки над бассейном). Бассейн желательно размещать под навесом для предохранения (для стабилизации температуры и солености) от солнечного облучения и дождя.

Устриц ровным слоем помещают на сетные (с ячейей 5 x 5 мм) этажерки соответствующих размеров (не более двух этажерок в высоту), с возможностью



их удобной установки и подъема из бассейна (без переворачивания). Полную смену воды осуществляют раз в сутки, причем при сливе очищают дно от ила, псевдофекалий и фекалий. Подачу морской воды осуществляют насосом по пластиковым трубопроводам (диаметром не менее 63 мм) через дополнительный бассейн-отстойник и фильтры (грубой и тонкой очистки). Для очистки морской воды от взвесей возможно использование очистной установки, изготовленной по лицензии научного института Франции «IFREMER», устанавливаемой в бассейне. При этом необходим постоянный контроль за микробиологической ситуацией. Допускается осуществлять наполнение бассейна морской водой прямо из акватории, если вода чистая (в течение года и после штормов), после многократных анализов в лаборатории СЭС. Забор морской воды осуществляют в 50-60 м от берега (глубина 4-5 м) с горизонта 2,0-2,5 м через двойное сито, предупреждающее всасывание водорослей, медуз и других плавучих объектов. Подачу воды из моря осуществляют через гибкий пластиковый трубопровод-шланг, заборная часть (оголовок) которого крепится прочным поводком (2,5 м) к поплавку, перемещаемому одним из концов каната через ролик-блок, прикрепленный к грузу под водой на соответствующем удалении от уреза воды. В оголовок вставляют обратный клапан, удерживающий воду в трубопроводе при его подъеме на берег для обеспечения беспрепятственного пуска насоса после опускания трубопровода в море. С помощью двух концов каната на берегу и ролика в море возможно осуществление спуска-подъема оголовка при необходимости, например, спуска с началом эксплуатации бассейна или быстрого подъема на берег перед сильным штормом из-за вероятности обрыва трубопровода.

После удаления мертвых устриц и проведения анализов проб на наличие паразитов и микроорганизмов (через 5-10 дней) устриц из бассейна (при необходимости промывают и чистят от непогибших нежелательных вселенцев) пересаживают в садки и вывозят в море. Первоначальную укладку устриц в садки проводят при их достаточно высокой плотности – 0,4-0,5 экз./см<sup>2</sup> или 5500 экз./м<sup>2</sup>. По мере роста устриц плотность уменьшают и за 5-6 пересадок добиваются ее значения для крупных (товарного размера, более 12 см) устриц в пределах 250-300 экз./м<sup>2</sup>. Эти показатели могут изменяться в зависимости от типа (конструкции) применяемого садка. Одновременно с разрядкой устриц увеличивают точность садков за счет последовательного увеличения сечения отверстий.

В мировой практике известно большое количество конструкций технических средств – коллекторов и садков, используемых для подращивания молоди устриц до их товарных размеров. Основными требованиями к ним являются: благоприятные условия размещения устриц, надежное размещение в толще воды с наилучшими условиями проточности (желательно с увеличением сечения отверстий по мере увеличения размеров устриц), возможность удобного подъема из воды и очистки от обрастателей, фекалий и ила как садков, так и самих устриц. Материал садков должен быть стойким к морской воде (без выделения токсинов) и, желательно, обладать антиобрастающими свойствами, а также иметь легко и удобно очищаемые поверхности (без потери эксплуатационных свойств).

Простейшими садками являются мешки, изготовленные из синтетической рыболовной сети (с соответствующим размером ячеи), подвешиваемые к несущим конструкциям (ярусных или плотовых систем) вертикально или горизонтально (друг под другом) в толще воды или укладываемые (горизонтально) на придонные рамы-столы. Известны садки плоские, состоящие из двух рам (квадратных или круглых) с натянутыми на них сетными полотнами, скрепляемыми, с одной стороны, шарнирно (постоянно), а с другой (противоположной) – открываемой защелкой или распускаемым швом из капроновой нити. Устриц размещают между рамами, они хорошо фиксируются сетным полотном (не сбиваются в кучу при волнении), но часто створки деформируются полотном и даже врастают в ячею. Поэтому используют объемные садки из различных материалов и разнообразных форм: конусные, пирамидальные, призматические, цилиндрические и параллелепипедные. Предпочтение отдается конусным и цилиндрическим садкам, имеющим в море при волнении наименьший крутящий момент. Садки другой формы в постоянно подвижной воде (течения, волнение) часто раскручиваются на поводках, что приводит к их быстрому перетиранию и потере. Такие садки подвешивают или поштучно с определенным шагом по вертикали, или предварительно собирая их в фиксированные стопки.

Особо качественные устрицы выращивают на гибких или полугибких коллекторах. Устриц приклеивают (водостойким клеем) к субстратным пластинам (створки гребешка, шифер или пластик) различных форм: конусные, дисковые со спицами, плоские четырехугольные или ромбовидные. Пластины покрывают обмазкой, изготовленной из цемента, песка и извести, обеспечивающей как достаточно прочное приклеивание, так и снятие устриц (без нарушения целостности створок) по мере необходимости. Из пластин собирают коллектор, используя проволоку или веревку и разделительные втулки или узлы. Обычно выполняют коллектор длиной не более 2-х м с 20-22 пластинами. На каждую пластину приклеивают по 4 экз. устриц. На таких коллекторах устрицы имеют наилучшие условия для притока кормовых организмов и очистки от фекалий, но беззащитны от внешнего воздействия при волнении и во время обслуживания. Эти коллекторы используются кратковременно для конечного доращивания в тихую погоду или в закрытых от штормов акваториях.

В результате опытной апробации вышеописанных садков рекомендованы для опытного культивирования в конкретной акватории следующие основные конструкции, которые могут иметь модификации и по размерам, и по используемым материалам.

Молодь, прошедшую карантин, помещают в садок, состоящий из двух обручей – большого 1 и малого 2 (рис. 1), сетной оболочки 3 (на дне и сбоку), штыря 4 на поводке и петли 5 снизу. Обручи изготавливают из металлического прута диаметром 6-8 мм, окрашенных антикоррозионной краской. Наилучшим вариантом защиты от воздействия морской водой является покрытие пластиком, но возможно и оцинкование. Диаметр большого обруча 430 мм – малого 150 мм. Для раскроя оболочки берут квадрат сети капроновой со стороной – 1 м. Нижний обруч располагают симметрично посередине и пришивают капроновой нит-

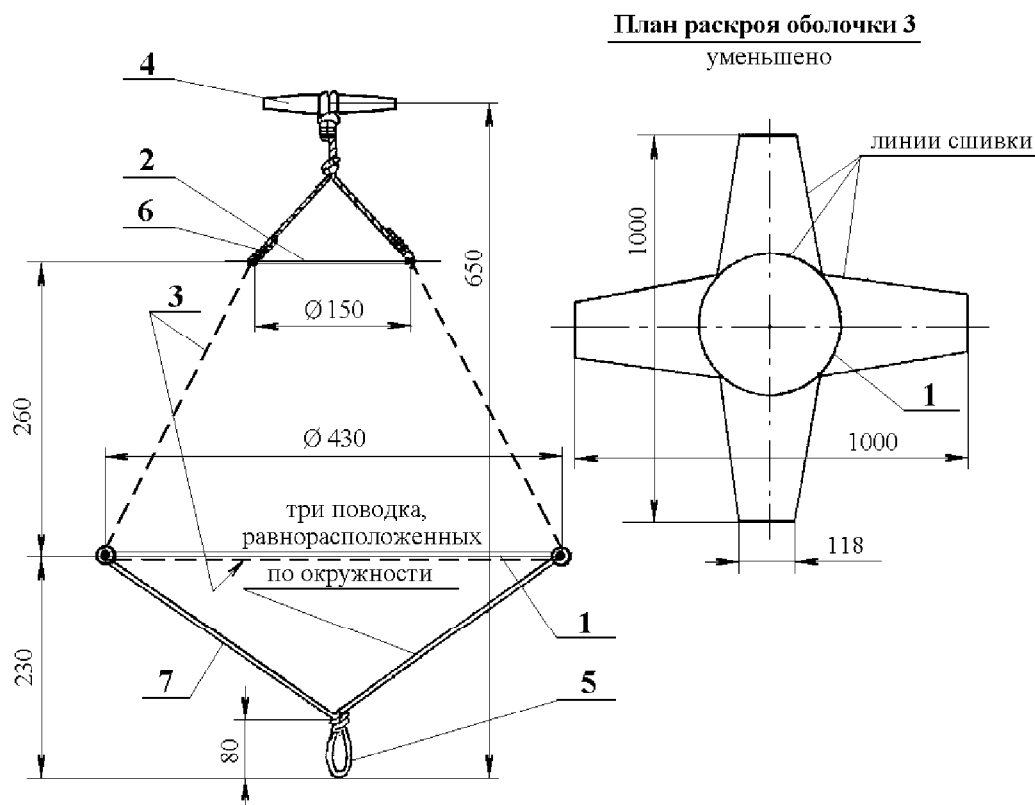


Рисунок 1 – Садок для подращивания устриц: 1 – обруч; 2 – обруч малый; 3 – оболочка сетная; 4 – штырь; 5 – петля; 6 – поводок верхний; 7 – поводок нижний

кой. На противоположных сторонах по осям откладывают отрезки по 118 мм и их края соединяют с точками на диагоналях и пришитом обруче.

По полученным линиям производят сшивку (лишнюю сеть удаляют) и к малой окружности пришивают малый обруч, получив усеченный конус высотой 260 мм. К малому обручу в трех точках привязывают три отрезка веревки, которую узлом собирают в один поводок и к которой крепят (выбленочным узлом) пластиковый штырь 4. В нижней части садка аналогичным способом вывязывают петлю 5.

Для молоди устриц садок оборудуют сетью с ячейей 5 x 5 мм и закладывают в него около 1 тыс. экз. Пересадку подросших устриц осуществляют в другой садок с ячейей 10 x 10 мм, а затем – с ячейей 15 x 15 мм, при этом уменьшая плотность в два раза при каждой пересадке. Устрицу до товарных размеров можно подращивать в садке с ячейей 40 x 40 мм. Качественные устрицы выращивают в садке, состоящем из двух одинаковых обручей 1 (рис. 2), сетного полотна 2 (с ячейей 40 x 40 мм), хребтины 3 (канат капроновый, окружность 30 мм), с ромбическими вставками 4 и со штырем и петлей, как и в садке для молоди. Высота садка 750 мм, между обручами 350 мм с шестью ромбическими вставками на 24 крупных устриц. Садки в море подвешивают вертикально друг под другом (не более 4 садков для молоди и 3 для товарных, соответственно высоте подъема

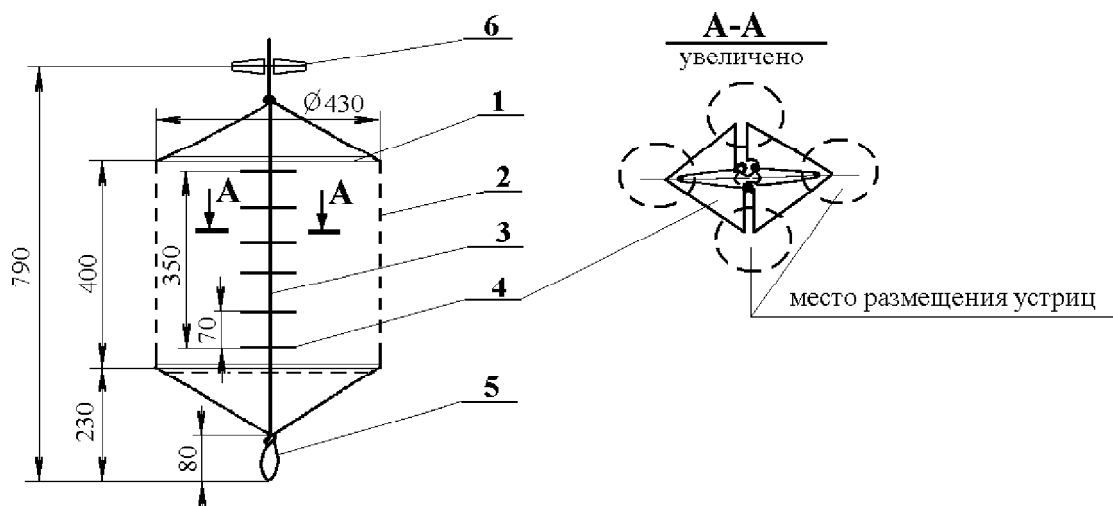


Рисунок 2 – Садок для устриц высокого качества: 1 – обруч; 2 – сетное полотно; 3 – хребтина; 4 – вставка ромбическая; 5 – петля; 6 – штырь

гака стрелы-вылета), используя петли и штыри как клевантные соединения. К несущей хребтине связки садков подвешиваются поводками длиной 6 м зимой и 3 м летом.

Мойку и чистку садков и устриц выполняют на плавсредстве в запланированные сроки с ведением соответствующей документации.

После выращивания устриц до товарного размера результаты работ анализируют, бионормативы уточняют и выполняют комплекс работ по наращиванию объемов выращивания.

#### Литература

1. Елецкий Ю. Б., Елецкий Б. Д. Природные океанографические условия российской части Черного моря. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. – 199 с.
2. Инструкция по культивированию черноморской и тихоокеанской видов устриц в разных районах Черного моря / В. Г. Крючков, А. П. Золотницкий и др. – Керчь: ЮгНИРО, 2007. – 50 с.
3. Крючков В. Г., Елецкий Ю. Б. Рекомендации по выращиванию мидий в открытых акваториях восточной части Черного моря // В печати.
4. Орленко А. Н. Основные результаты работ по акклиматизации и культивированию гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Tr.) : специальный выпуск // Рыбное хозяйство Украины. – 2004. – 7. – С. 178-180.
5. Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Холодов В. И. Воспроизводство черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. как исчезающего вида // Рыбное хозяйство Украины. – 2002. – 3, 4. – С. 8-12.
6. Раков В. А. Биологическое обоснование акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море (новая редакция). – Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2007. – 24 с.
7. Холодов В. И. Акклиматизация тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Tr.) в Черном море // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – 2. – С. 6-8.

УДК 639.27:594.32(262.5+262.54)

## УКРАИНСКИЙ ПРОМЫСЕЛ РАПАНЫ В ЧЕРНОМ МОРЕ И КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

В. А. Шляхов, А. Н. Михайлюк

Широкомасштабный промысел рапаны в Черном море впервые начала проводить Турция, с середины 90-х гг. к ней присоединились остальные прибрежные государства, за исключением Румынии [2].

Вдоль побережья Украины наиболее плотные концентрации брюхоногого моллюска рапаны *Rapana venosa* наблюдаются от п. Межводное (Каркинитский залив) до м. Такиль, а также в Керченском проливе. Лимиты вылова на специальное использование рапаны в украинских водах установлены с 1995 г. В Черном море максимальная добыча рапаны наблюдалась в 2000 г. – 913 т (рис. 1), из которых на участке м. Такиль-Феодосия было добыто 325 т силами 19 бригад ловцов, оснащенных аквалангами и использовавших 7 драг.

В Керченском проливе максимальный годовой вылов рапаны Украиной составил 49 т и приходился на 2007 г. В связи с загрязнением грунтов Керченского пролива в результате аварии судов промысел рапаны был запрещен с осени 2007 до осени 2008 гг., поэтому объем ее добычи в 2008 г. сократился до 3,2 т. В следующем 2009 г. вылов рапаны уменьшился до 0,3 т, что является не столько следствием неблагоприятного состояния ее популяции в проливе, сколько возникшими трудностями сбыта мяса моллюска.

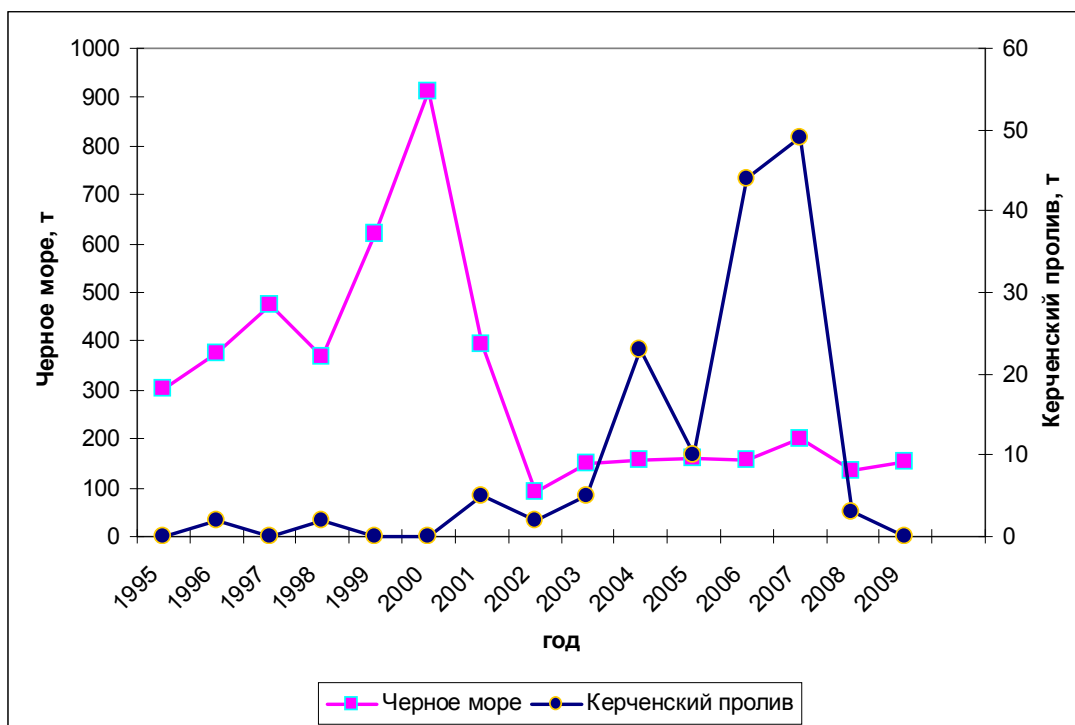


Рисунок 1 – Динамика добычи рапаны в украинских водах в 1995-2009 гг.

Согласно законодательству Украины животный мир подлежит охране, одной из форм которой является рациональное использование. В то же время к отдельным видам могут применяться меры по контролю (читай – снижению) их численности. Среди специалистов в области управления рыболовством часто возникают дебаты по вопросу отнесения рапаны к видам, относительно которых следует принимать меры по снижению численности. Однако все принимаемые в Украине меры по управлению рыболовством основывались на признании того, что рапана натурализовалась в Черном море, стала компонентом его экосистемы и подлежит охране наряду с прочими животными.

Охрана рапаны осуществляется в форме рационального использования, обеспечивающего сохранение ее запасов. Регулирование промысла рапаны осуществляется двумя путями: определением лимитов ее использования и установлением норм, регламентирующих ее изъятие из природной среды (правила рыболовства). Лимиты на использование рапаны определяются ежегодно компетентными органами (в настоящее время – Минприроды). Необходимость их обусловлена Законом Украины «Об охране окружающей природной среды» от 1991 г.

В Черном море в 1994-1997 гг. были выполнены съемки рапаны, охватившие большую часть ее промыслового ареала. Основываясь на данных этих съемок, в 1997-2001 гг. по биологическим обоснованиям ЮгНИРО были установлены лимиты изъятия рапаны в размере 3-5 тыс. т (рис. 2). С 2002 г. лимиты были резко снижены, поскольку данные съемок 1994-1997 гг. устарели, а на выполнение новых съемок целевое финансирование от Госкомрыбхоза Украины выделено не было. В Керченском проливе лимиты на специальное использование рапаны стали устанавливать с 2000 г. (рис. 3).

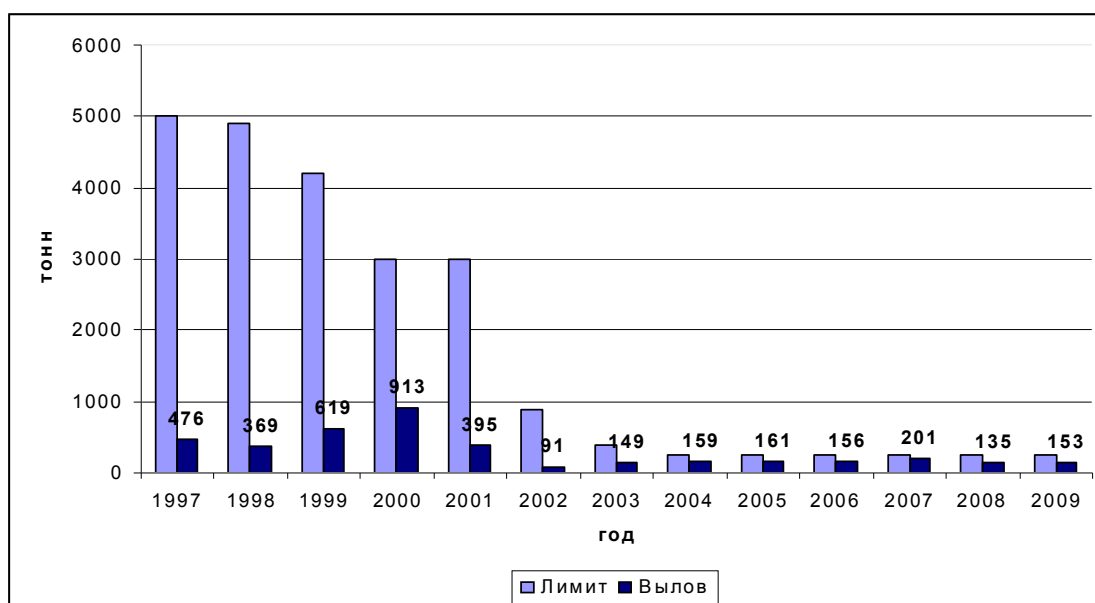


Рисунок 2 – Лимиты и фактическая добыча рапаны в черноморских водах Украины в 1997-2009 гг.

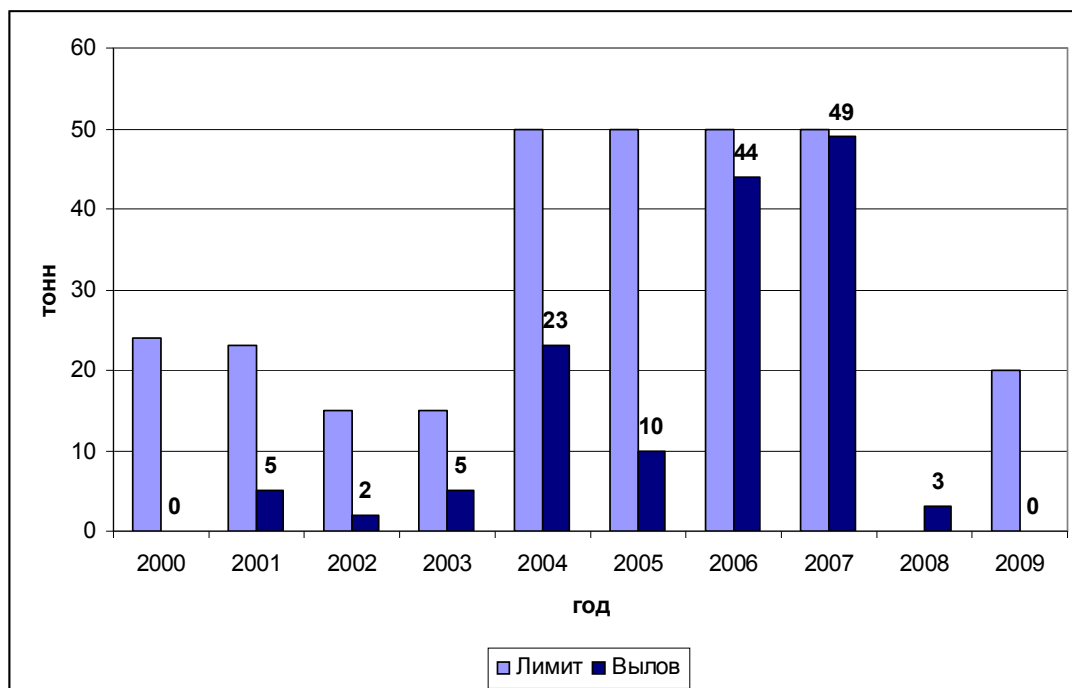


Рисунок 3 – Лимиты и фактическая добыча рапаны Украиной в Керченском проливе в 1997-2009 гг.

«Правилами промыслового рыболовства в бассейне Черного моря», вступившими в действие в 1999 г., предусмотрены следующие меры регулирования:

- 1) определение допустимых орудий и способов лова,
- 2) регламентация параметров применяемых орудий лова,
- 3) ограничение районов и сроков промысла, осуществляемого с применением орудий лова. Часть этих мер направлена на сохранение запасов рапаны, а другая часть – на сохранение донных биоценозов.

Промысел рапаны руками или ручными приспособлениями разрешается без ограничений районов и сроков. Из всех возможных орудий лова для промысла рапаны разрешается применение только так называемой драги Хижняка. Это – безножевая драга, представляющая собой четырехгранную усеченную пирамиду, образованную продольными прутьями [1]. Данное ограничение на применяемые орудия лова направлено на сохранение донных биоценозов. При использовании этого орудия расстояние между прутьями должно быть не менее 35 мм. Указанное ограничение направлено на сохранение, в первую очередь, молодежи мидии (драга Хижняка применяется для промысла мидии и рапаны) и, следовательно, сохранение ее запасов; в меньшей степени это ограничение направлено на сохранение молодежи рапаны. Ведение промысла с использованием драги Хижняка запрещается в Каркинитском заливе, это ограничение направлено на сохранение донных биоценозов. Указанный промысел запрещен с 1 июня по 31 июля; данная мера направлена на сохранение запасов мидии и рапаны (запретный период приурочен к периоду размножения этих моллюсков).

В отдельные годы вводилось ограничение на прилов особей размером раковины менее 7 см: этот прилов при промысле драгой Хижняка должен составлять не более 8 % по численности, а при промысле руками или ручными приспособлениями вообще отсутствовать. Данная мера была направлена на сохранение запасов рапаны, в 2009 г. такое ограничение отсутствовало.

Касаясь методов управления запасами рапаны, следует признать принципиальную возможность отказа от ее сохранения в пользу снижения численности, если будет убедительно доказано (например путем проведения натуральных экспериментов на полигонах), что следствием такого снижения станет увеличение продуктивности прочих водных живых ресурсов.

Исходя из принципа предосторожности, при отсутствии убедительных доказательств этого, следует придерживаться стратегии сохранения рапаны в форме ее рационального использования.

#### *Литература*

1. Промысловое описание Черного моря : АзчерНИРО. – [Б. м.]: Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны для Министерства рыбного хозяйства СССР, 1988. – 139 с.
2. *Shlyakhov V. A., Daskalov G. M.* Chapter 9 The state of marine living resources // State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7) : Publication of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) / T. Oğus (Ed.). – Istanbul, 2008. – 3. – P. 321-364.



## О ЗАПАСАХ И ПРОМЫСЛОВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАЛКАНА В ЧЕРНОМ МОРЕ

В. А. Шляхов

Черноморский калкан *Psetta maeutica (maxima)* (Pallas) является одним из самых ценных морских видов рыб. В настоящей работе анализируется состояние запаса и промысла калкана в водах всех странах Причерноморья по материалам отечественных и зарубежных публикаций, а также собственных исследований автора.

В 1970-2008 гг. согласно данным официальной статистики общий вылов черноморского калкана колебался в широких пределах – от 0,3 до 5,4 тыс. т (рис. 1). Основная доля вылова приходилась на Турцию, доля украинского вылова изменялась от 0 (в годы полного запрета промысла этой рыбы в водах СССР) до 38 % (2003 г.). Если усреднить вылов черноморского калкана за 1989-1995 и 1996-2005 гг. и сравнить полученные оценки, то во всех странах Причерноморья, кроме Турции, наблюдался рост среднегодового вылова [18]. Особенно заметное увеличение произошло в Болгарии и Украине – в странах, которые в начале 90-х полностью закрывали промысел или сильно ограничивали общий допустимый улов (ОДУ) и величину промыслового усилия на промысле калкана в своих водах.

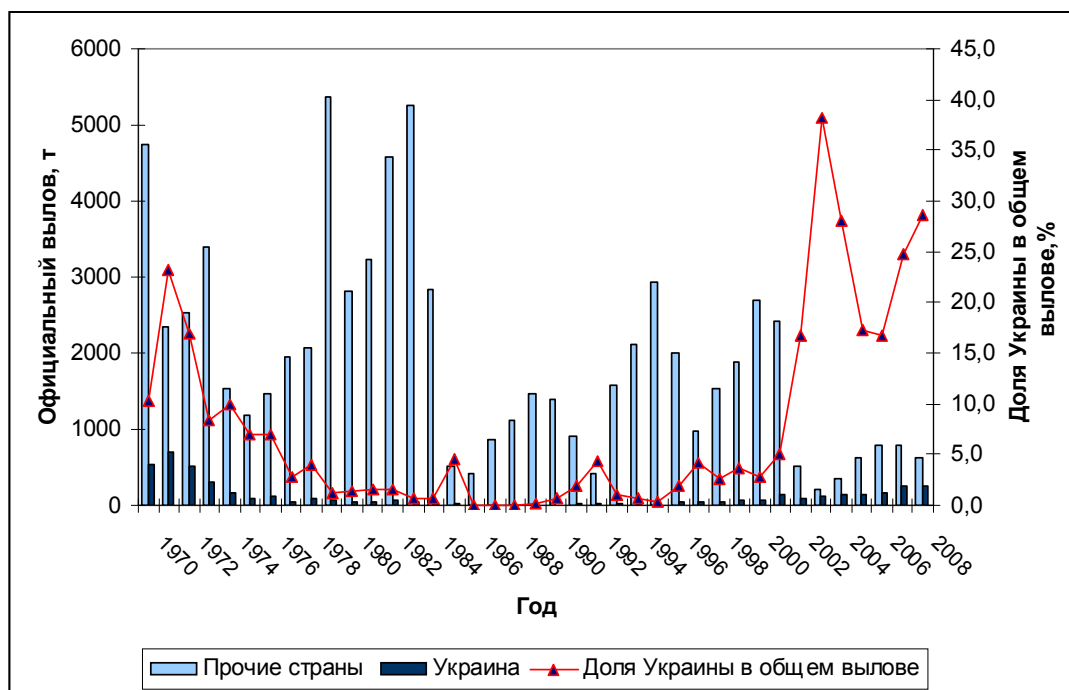


Рисунок 1 – Вылов черноморского калкана по данным официальной статистики и доля Украины в его общем вылове в 1970-2008 гг.

Целевой промысел черноморского калкана осуществляется донными (камбальными) сетями с минимальным шагом ячеи в водах Турции 160 мм [22] и 180 мм – в водах Болгарии, Грузии, Румынии, Российской Федерации и Украины [14], а также донными тралами в водах Турции с минимальной ячеей 40 мм. Калкан как прилов добывается при целевом промысле других рыб тралами, ярусами (наживными крючьями) и кошельковыми неводами. По данным М. Зенгина [24] в турецких водах Черного моря 72 % вылова калкана приходится на камбальные сети, 26 % – на тралы и 2 % – на кошельковые невода (в качестве прилова). Украинские уловы калкана, регистрируемые официальной статистикой, более чем на 80 % были получены при специализированном промысле сетями с ячеей 180-200 мм, оставшаяся часть – преимущественно приходится на прилов в катраньи сети с ячеей 100-110 мм и на наживные крючья.

Как и для многих демерсальных рыб Черного моря, при выяснении состояния популяции калкана и обосновании эффективных мер регулирования промысла, серьезной проблемой является существенное превышение фактического вылова над выловом по данным официальной статистики. Для 1990-х и 2000-х гг. опубликованы экспертные оценки неучтенного вылова калкана только для вод Украины, относящиеся к периоду 1992-2002 гг. [19]. В соответствии с ними, нерегистрируемый годовой вылов черноморского калкана находился в пределах 0,2-0,8 тыс. т. Эти оценки неполные, поскольку оценивался лишь нерегистрируемый прилов калкана на траловом промысле шпрота и браконьерский лов турецких судов. Такая важная составляющая неучтенного улова, как сокрытие части улова при целевом сетном промысле, не оценивалась. Однако даже нижний уровень диапазона экспертных оценок неучтенного годового улова в те годы был выше, чем вылов черноморского калкана согласно официальной статистике.

Перед тем как перейти к оценкам запасов калкана, сделаем одну оговорку. Еще в 50-60-х гг. по данным мечения было установлено, что калкан в Черном море представлен несколькими локальными популяциями, смешивающимися в смежных зонах [3, 2]. Самая мощная из них – «западная» распределяется в водах Украины, Румынии, и, возможно, Болгарии, где частично смешивается с местной популяцией. «Северо-восточная» популяция распределяется в водах Российской Федерации, Украины, частично – Грузии. Некоторые исследователи считают, что в румынских, болгарских и украинских водах обитает эндемичная популяция калкана, видовой статус которой *Psetta maxima maeotica* или *Psetta maeotica* [15, 16]. Существуют и другие мнения по поводу дробления данного вида на более мелкие таксоны. В соответствии с исследованиями CFRI (Трабзон, Турция), базировавшимися на mtDNA-анализах калкана, для турецких вод установлено существование одной популяции, относящейся к виду *Psetta maxima* [21]. Строго говоря, перечисленные популяции являются самостоятельными единицами запаса, оценивать их состояние и осуществлять регулирование промысла следует особо. На практике же осуществить это пока не представляется возможным из-за многочисленных пробелов в знаниях и отсутствия регионального (то есть для всего региона Черного моря) управления и регулирования рыболовства.

К имеющимся оценкам состояния ресурсов калкана для всего Черного моря на основе механистического объединения данных, относящихся к региону в целом, нужно относиться с большой осторожностью. Проиллюстрируем это на двух примерах, первый из которых касается анализа, предложенного Д. Кэджи [8] для оценки индикаторов современного состояния черноморского рыболовства, при котором использованы суммарные годовые уловы черноморского калкана, второй – оценки запаса калкана методом ВПА также на основе статистических данных о его суммарном вылове [14]. Во втором из них автор сам являлся участником исследования.

По Дж. Кэджи [8] тренд суммарных годовых уловов в «базовом» периоде (1970-1988 гг.) и тренд уловов в годы «коллапса» (1989-1992 гг.) для калкана в Черном море определены как «-» (отрицательный наклон). Тренды в 1992-2002 и 1998-2002 гг. соответственно определены «+» (положительный наклон) и «++» (крутой положительный наклон), а средний вылов для периода 1998-2002 гг. как 70 % от среднего вылова в «базовый» период. Применяя подход автора, подобные показатели состояния трактуются следующим образом: уменьшение общих уловов калкана (как важного индикатора состояния запаса этой рыбы в Черном море), происходившее в «базовом» периоде и в годы «коллапса», сменилось их подъемом после 1992 г. Темпы восстановления запаса черноморского калкана выросли в 1998-2002 гг., что указывает на частичное восстановление запаса в последние годы.

Если же сделать анализ динамики уловов калкана с учетом эксплуатации различных единиц запаса, то картина существенно изменится. В «базовый» период турецкий вылов черноморского калкана составлял 82 % от общего вылова всех стран. При этом до 1972 г. и в 1985-1992 гг. турецкий промысел калкана велся преимущественно на запасе в своих водах, а в 1972-1984 гг. эксплуатировался не только свой запас, но и преимущественно «западная» и «северо-восточная» популяции в международных водах Черного моря [5]. К 1985 г. западный и северо-восточный запасы калкана оказались подорванными, из-за чего в 1986 г. СССР ввел запрет на промысел калкана в своих водах, к которому вскоре присоединились Болгария и Румыния, но отказалась присоединиться Турция. В 1986-1992 гг. (то есть именно в конце «базового» периода и в годы «коллапса») происходило восстановление упомянутых запасов при отрицательном тренде годовых уловов, поскольку в этот период облавливались исключительно запасы в водах Турции. Положительный тренд вылова в 1992-2002 гг. и его крутой наклон в 1998-2002 гг. объясняется не столько восстановлением запасов калкана в течение именно этих лет, а интенсификацией нелегального облова западного и северо-восточного запасов турецкими судами. И действительно, после усиления Болгарией, Румынией и Украиной охраны своих экономических зон, с 2002 г. турецкие рыбаки были вынуждены вновь вести лов калкана только в своих водах, из-за чего уловы Турции резко упали до 0,1-0,3 тыс. т. На рис. 1 это наглядно иллюстрируется резким увеличением доли украинского вылова калкана после 2001 г.

Оценки запасов калкана для всего Черного моря в 1970-1992 гг. методом анализа возрастных и размерных когорт приведены в работе [14]. Вопрос о еди-

ницах запаса калкана авторами не рассматривался, были использованы объединенные массивы данных, которые для разных временных участков характеризовали разные популяции или разные пропорции представительства разных популяций в общем вылове. Для периода полного запрета промысла в водах СССР, Румынии и Болгарии в упомянутой работе приведены признаки восстановления запасов черноморского калкана, полученные по результатам траловых съемок, то есть по данным, не зависящим от промысла. Но результаты когортного анализа (базирующегося на статистических промысловых данных) показывают трехкратное уменьшение биомассы калкана в целом по Черному морю между 1989-1990 и 1991-1992 гг. Противоречия здесь нет, поскольку на этом временном участке анализировался «объединенный массив данных», в котором доля уловов Турции составляла 98 %, а промысел проводился полностью в турецких водах. Следовательно, в так называемые годы «коллапса» (1989-1992) оценки запаса калкана в работе [14] относятся только к водам Турции.

Сводка наиболее важных публикаций об оценках величины запасов черноморского калкана для 1950-1992 гг. приведена в работе М. Зенгина [25], которая этим же автором была расширена и представлена на международном Семинаре по методологии оценки запасов пелагических и демерсальных рыб Черного моря (Стамбул, 14-18 ноября 2005 г.). На ее основе и с некоторыми уточнениями для периода 1989-2008 гг. составлена сводка (табл. 1), опубликованная Черноморской Комиссией [18].

Даже беглого взгляда на содержащиеся в таблице оценки запасов калкана достаточно, чтобы заметить, что в водах Турции они существенно ниже, чем в водах Российской Федерации и Украины. Более того, в отдельные годы они ниже и турецкого вылова. Исключением являются оценки К. Проданова с соавторами [14], которые формально относятся ко всему морю, но фактически – к водам Болгарии, Румынии и Украины (см. выше). Для вод Болгарии, используя метод анализа линейных когорт (LCA), К. Проданов и К. Михайлов [15] оперировали официальным болгарским выловом калкана в 1925-2002 гг. без коррекции на неучтенный улов (который в 1995-2002 гг. был высоким из-за браконьерства турецких рыболовных судов в водах Болгарии), поэтому их оценки занижены.

Метод прямого (площадного) учета использует специальные траловые съемки, которые позволяют получить прямые оценки запаса, независимые от полноты промысловой статистики. Применяя этот метод, болгарские, румынские и турецкие ученые принимали коэффициент уловистости тралов равным 1,0, что является существенным источником занижения итоговых оценок запаса. Украинские и российские ученые, напротив, использовали коэффициенты уловистости тралов, определенные различными методами, в том числе, методами подводных наблюдений [1]. Дополнительным источником занижения турецких прямых оценок биомассы является узость анатолийского шельфа и сложный рельеф дна, особенно к западу от Синопа, что препятствует проведению полноценных траловых съемок [25].

Как свидетельствуют результаты исследований в водах Причерноморских стран, запасы калкана повсеместно сократились еще до начала периода «коллап-

Таблица 1 – Некоторые публикации об оценках величины запасов калкана в регионе Черного моря в 1989-2008 гг.

Публикации	Районы	Годы	Оценки биомассы, т	MSY или ОДУ, т	Методы оценки
Prodanov et al., 1997 [14]	Черное море	1989-1990 1991-1992	19100 6200	-	LCA, метод Джоунса
Bingel et al., 1996 [6]	Синоп-граница с Грузией	1990 1991 1992	124 410 766	-	Прямой учет (траловые съемки)
	Синоп-граница с Болгарией	1990	130,5		
Zengin, 2000 [24]	Синоп-граница с Грузией	1990	686,3	96,1	Прямой учет (траловые съемки)
		1991	250,4	26,3	
		1992	222,4	24,5	
		1993	134,3	15,4	
Prodanov, Mikhailov, 2003 [15]	Воды Болгарии	2002	средняя – 352 начальная – 425	60	LCA, метод Джоунса
Shlyakhov and Charova, 2003 [19]	Воды Российской Федерации	1992	1800	-	Прямой учет (траловые съемки)
Volovik, Agapov, 2003 [23]	Воды Российской Федерации	2000-2002	1000-1700	100	Прямой учет (траловые съемки)
Shlyakhov, Charova, 2003 [19]	Воды Российской Федерации	1992-1994	4280 (1800-5900)	-	Траловые съемки и модифицированное уравнение Баранова
Maximov et al., 2006 [11]	Воды Румынии	2003	427-1066	-	Прямой учет (траловые съемки)
Shlyakhov, Charova, 2003; 2006 [19, 20]	Воды Украины	1992-1995	8830 (8200-10400)	-	Прямой учет (траловые съемки)
		1996-2002	10980 (8400-13700)		
		2003-2005	9570 (8500-10200)		
Shlyakhov, Charova, 2003; 2006 [19, 20]	Воды Украины	1992-2002	10590 (8200-13700)	-	Траловые съемки и модифицированное уравнение Баранова
		2003-2005	8900 (8200-10200)		
Panayotova et al., 2006 [12]	Воды Болгарии	2006	1440		Прямой учет (траловые съемки)
Raykov et al., 2008 [17]	Воды Болгарии	2006	1567	-	Прямой учет (траловые съемки)

са», то есть до 1989 г. В результате временного запрещения и ограничения промысла к началу – середине 1990-х гг. частичное восстановление биомассы калкана произошло в водах всех стран, за исключением Турции.

Анализируя состояние запаса и официальную статистику вылова калкана у берегов Болгарии, К. Проданов и К. Михайлов [15] пришли к выводу, что в начале 60-х гг. биомасса этой рыбы находилась на уровне 2500 т. К концу 70-х гг. биомасса в результате перелома и ухудшения условий обитания уменьшилась до 355 т, а в 1993 г. – до 100 т. Используя метод LCA, они оценили запас калкана в 2002 г. в размере 424 т. Увеличение биомассы явилось следствием пятилетнего

запрета на промысел. Однако, соотнеся величину запаса с выловом, авторы установили, что чрезмерная эксплуатация калкана вновь имеет место. Ее следствием явилось омоложение популяции калкана – промысловые уловы в начале 2000-х состояли из камбалы длиной 42-47 см в возрасте 2-4 года. К. Проданов и К. Михайлов предложили на 2003 г. установить лимит черноморского калкана в водах Болгарии в размере 60 т. Вылов в 2003 г., согласно данным официальной статистики, составил 49 т, а в последующие два года уменьшился до 16 и 13 т соответственно. После 2001 г. турецкие рыболовные суда практически перестали заходить в болгарские воды, а с 2004 г. официальный вылов калкана, не превышая биологически допустимого уровня, тем не менее, резко сократился. Все это свидетельствует о чрезвычайно высоком неучтенном вылове черноморского калкана собственно болгарских рыбаков.

Последние из известных нам опубликованных оценок биомассы калкана в болгарских водах в 2006 г. составляли 1440-1567 т (см. табл. 1) и получены по данным траловых съемок. Поскольку был использован не зависящий от промысла метод, а оценка для 2002 г. основывалась на промысловых данных без коррекции на неучтенный вылов, их сопоставление большого смысла не имеет. По косвенным признакам калкан в водах Болгарии по-прежнему испытывает значительный пресс промысла.

В водах Румынии последние исследования запаса калкана, как и у берегов Болгарии, указывают на высокую степень эксплуатации. В 2005 г. биомасса этой рыбы оценена в 1066 т [11].

У российских берегов длительный запрет на промысел калкана (с середины 80-х по середину 90-х) принес улучшение в состоянии северо-восточного запаса. К концу запрета по данным траловой съемки ЮгНИРО биомасса калкана в водах Российской Федерации оценивалась в 1800 т. Согласно исследованиям АзНИИРХ, состояние запаса калкана в начале 2000-х гг. было нестабильным, однако наблюдаемый размах оценок был не слишком большим – в пределах от 1000-1700 т. Такие межгодовые колебания оценок биомассы в 2000-х гг. в значительной мере могут вызываться перераспределением калкана между российскими и украинскими водами. По мнению российских исследователей переэксплуатация калкана в их водах за последние 10 лет не наблюдается [23].

Выполненные по данным траловых съемок прямые оценки биомассы калкана у берегов Турции к востоку от Синопа для 1990-1992 гг. сильно расходятся. По Ф. Бингелю с соавторами [6] в эти годы происходило увеличение биомассы, а по М. Зенгину [24], напротив, сокращение. По оценкам К. Проданова и др. [14] на основании когортного анализа размерного состава уловов между 1989 и 1992 гг. биомасса калкана в водах Турции сократилась 3,1 раза, и эта тенденция хорошо согласуется с оценками М. Зенгина. По его данным произошло сокращение биомассы калкана в те же годы в 3,9 раза, хотя для оценки биомассы был использован независимый от промысла метод. Состав турецких уловов свидетельствует об изъятии из популяции неполовозрелого и мелкого калкана в возрасте 0+, 1+, 2+ и 3+: около 63 % в 1990-1995 гг. и около 62 % в 1996-2000 гг., несмотря на ужесточение правил рыболовства в сторону увеличения промысловой меры калка-

на. Коэффициент промысловой смертности калкана упомянутым автором в 1990-1995 гг. оценивался от  $F = 0,55$  до  $F = 0,71$ , а в 1996-2000 гг. от  $F = 0,41$  до  $F = 0,44$ . Такая величина промысловой смертности превышает все известные оценки  $F_{0,1}$  для запасов черноморского калкана и прямо указывает на его переэксплуатацию.

В последние 20 лет непрерывный ряд опубликованных оценок биомассы калкана имеется только для вод Украины, в которых распределяется большая часть «западной» популяции. По данным траловых съемок последних лет соотношение биомассы западного и северо-восточного запасов близко к 9 : 1, а доля рыб западного запаса в годовом вылове Украины еще выше. В сравнении с 1992-1995 гг., биомасса калкана в украинских водах в 1996-2005 гг. незначительно увеличилась. Проводимые траловые съемки свидетельствуют о стабильном уровне биомассы калкана в водах Украины в 2000-х гг., однако величина этого запаса приблизительно вдвое ниже, чем она была оценена для 70-х гг. [1]. При известных начальных биомассах (В), годовых уловах по данным официальной статистики (Y), естественной смертности (М), коэффициент промысловой смертности (F) можно вычислить методом итераций из выражения:

$$\{F [1 - \exp -(M + F)] / (F + M)\} - Y / B = 0 [4].$$

Для «западной» популяции черноморского калкана среднее значение коэффициента естественной смертности было найдено методом Кэджи [7] для самцов и самок 0,103 и 0,138 соответственно [1], для обоих полов в среднем он составляет 0,120. В табл. 2 дана информация о динамике биомассы черноморского калкана и результатах вычислений F, выполненных по указанному выше выражению. Они свидетельствуют, что если бы официальные уловы калкана в водах Украины соответствовали фактическим, то при  $M = 0,120$  промысловая смертность  $F_{of}$  в среднем для 1996-2005 гг. не превысила бы 0,01, а в 2006 г. составляла бы  $F_{of} = 0,016$ . Но как было показано выше, в водах Украины неучтенный улов значительно превышает официальный.

Существует возможность определить действительный коэффициент F из анализа данных, не связанных с промыслом. Фактическое значение коэффициента общей смертности ( $Z = F + M$ ) черноморского калкана можно оценить методом Галланда [10] по данным траловых съемок как разность натуральных логарифмов средних уловов на усилие для годовых классов (в штучном исчислении) в смежных годах:

$$Z = \ln C_{ij} - \ln C_{i+1, j+1}.$$

Используя данные траловых съемок ЮгНИРО, проведенных в 2005 и 2006 гг. для полностью представленных в уловах рыб в возрасте 4-11 лет, мы оценили фактическое среднее значение коэффициента общей смертности  $Z = 0,237$ , откуда  $F = 0,237 - 0,120 = 0,117$ . Такой промысловой смертности в 2005 г. соответствует годовой вылов калкана в размере 938 т, что на 809 т выше официального и совпадает с верхним уровнем экспертных оценок неучтенного вылова для периода 1992-2002 гг.

Таблица 2 – Биомасса и уловы черноморского калкана в водах Украины в 1996-2006 гг. (т), средняя промысловая смертность, соответствующая его официальным уловам ( $F_{of}$ ) в 1992-1995 и 1996-2005 гг.

Год	Биомасса (В, т)		Улов (У, т) для:		Лимит, т	Вылов по данным официальной статистики, т
	Прямой учет (траловые съемки)	Модифицированное уравнение Баранова	$F_{0,1}=0,15$	$F_{max}=0,20$		
1996	-	13500	1792	2333	84	39
1997	-	13600	1805	2350	90	42
1998	8400	13300	1440	1875	90	42
1999	-	12600	1672	2177	190	73
2000	-	9600	1274	1659	185	80
2001	9900	10500	1354	1762	370	129
2002	10000	8700	1241	1616	395	104
2003	10000	8900	1254	1633	310	124
2004	8500	8200	1108	1443	350	133
2005	10200	7800	1194	1555	319	129
2006	10400	7600	1194	1555	323	162
2007	-	7300	-	-	320	216
2008	-	10000	-	-	385	251
2009	-	8200	-	-	338	263
1992-1995	8871		1177	1533	-	14 $F_{of} = 0,001$
1996-2005	10094		1411	1744	238	77 $F_{of} = 0,007$

Однако и эта оценка реального вылова калкана недостаточно надежна, поскольку она сильно зависит от точности определения коэффициента естественной смертности. При отсутствии надежных оценок неучтенного улова, при обосновании ежегодно устанавливаемого на Украине лимита на специальное использование черноморского калкана приходится устанавливать его на уровне 10-20 % от целевого ОДУ, чтобы избежать возможной переэксплуатации [19]. В 1996-2009 гг. такие меры регулирования позволили нам избежать перелова калкана, о чем свидетельствует стабильность размерно-весового состава этой рыбы в северо-западной части Черного моря в пределах украинских вод (рис. 2). Появляющиеся периодически публикации об уменьшении уловов, снижении длины, веса и других признаков перелова калкана у берегов Крыма (например, [9]) связаны с анализом промыслово-биологических показателей на локальных участках крымского побережья. Подходы калкана к берегам сильно зависят от особенностей гидрометеорологических условий года, поэтому только при регулярном мониторинге всего ареала можно получить репрезентативные данные о биологическом состоянии популяции.

Обобщая вышеизложенное, можно дать следующую характеристику состояния запасов калкана и их промыслового освоения в Черном море в последние 10-15 лет. По данным официальной статистики, в 1996-2008 гг. большая часть вылова калкана в Черном море приходилась на долю Турции (за исключением



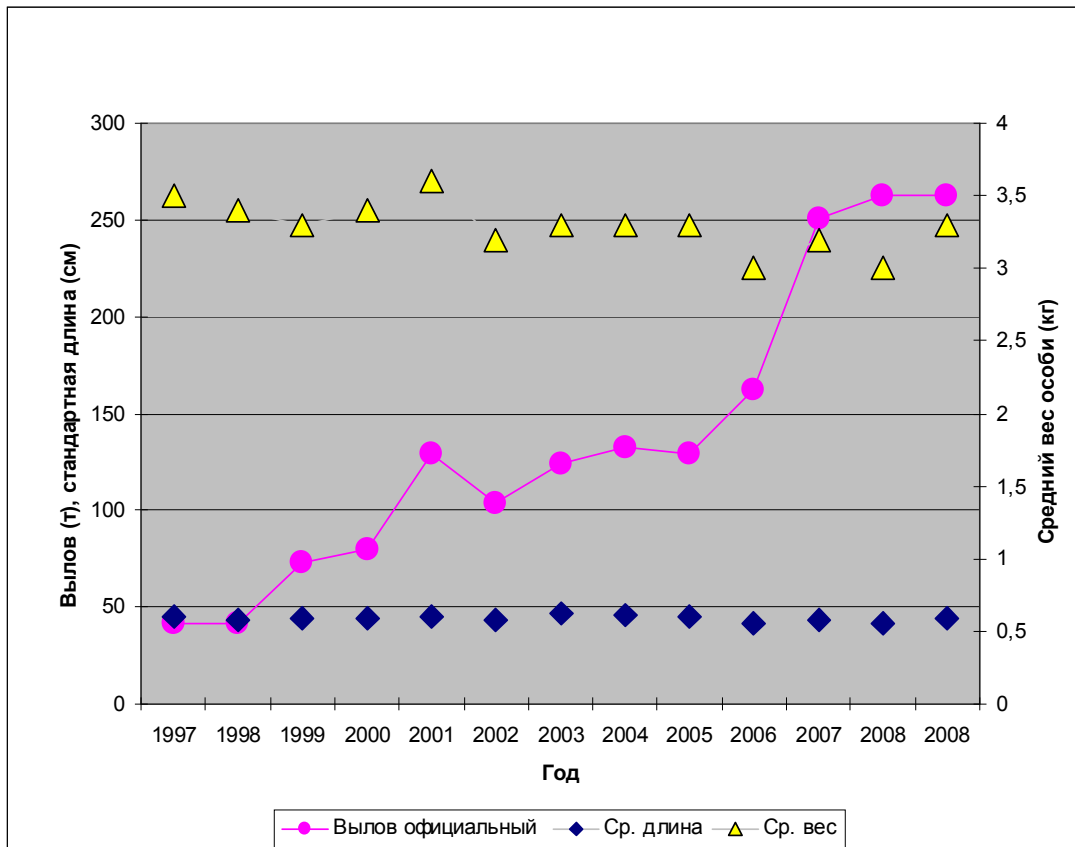


Рисунок 2 – Динамика размерного и весового состава «западной» популяции черноморского калкана в украинских водах в 1997-2008 гг.

2003 г., когда доля украинского вылова была выше). Однако во всех остальных странах Черноморского региона несообщаемый улов калкана, по-видимому, превышал официальный и в сумме был сопоставим с турецким выловом. В Черном море существует несколько единиц запаса калкана, знания об их количестве и локализации имеют большие пробелы и требуют проведения специальных исследований на региональном уровне.

В 2000-2008 гг. в водах всех без исключения Причерноморских стран запасы калкана эксплуатировались весьма интенсивно. Достоверно установлено, что в водах Турции запасы калкана находились в состоянии перелова. Это является результатом отсутствия ограничения величины допустимого изъятия и промысловых усилий, а также отсутствием действенного контроля за соблюдением принятых мер регулирования. В водах Болгарии и Румынии запасы калкана находились в напряженном состоянии, и в сравнении с предшествующим периодом их состояние не улучшилось. В водах Российской Федерации запас калкана испытывал умеренные флуктуации, но его перелов не наблюдался.

В украинском секторе Черного моря запасы калкана стабилизировались на уровне 10 тыс. т, составляющем около 50 % от уровня 70-х гг. Все предпринимаемые для дальнейшего восстановления черноморского калкана меры регулиро-

вания оказались недейственными, поскольку контроль за их соблюдением малоэффективен.

### *Литература*

1. *Ефимов Ю. Н., Ревина Н. И., Шляхов В. А., Винарик Т. В.* Состояние запасов камбалы-калкана в Черном море // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб : науч. тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 179-199.
2. *Каранеткова М.* О распределении и миграциях камбалы-калкан вдоль болгарского побережья Черного моря // Тр. ин-та океанологии БАН, 1964. – Т. 16. – С. 61-85.
3. *Попова В. П.* О распределении камбалы-калкан в Черном море // Тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1954. – Т. 28. – С. 151-159.
4. *Шляхов В. А., Чащин А. К., Коркош Н. И.* Интенсивность промысла и динамика запаса черноморской хамсы // Биологические ресурсы Черного моря : науч. тр. ВНИРО. – М., 1990. – С. 93-102.
5. *Acara A.* The Black Sea turbot. – State Planning Organization, Ankara, Turkey, 1985. – 19 p.
6. *Bingel F., Gugu A. C., Stepnovski A.* at al. Stock assessment study for Turkish Black Sea coast. – METU IMS Erdemli and FRI Trabzon, ТЪВЭТАК, Final Report, 1995. – 159 p.
7. *Caddy J. F.* Method of solving for natural mortality rate for stock components with different schedules of growth and mortality // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1984. – 41. – P. 1226-1230.
8. *Caddy J. F.* The potential use of indicators, reference points and the traffic lights convention for managing Black Sea fisheries // Selected papers presented at the Workshop on biological reference points, 20-21 April 2004 / G. Lembo (Ed.). Studies and Reviews : GFCM, 2006. – 83. – P. 1-24.
9. *Eremeev V. N., Zuev G. V.* Commercial fishery impact on the modern Black Sea ecosystem: a review // Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond : 1st Bilateral Scientific Conference, 8-10 May 2006, Istanbul, Turkey. – Istanbul, 2006.
10. *Gulland J. A.* Manual of methods for fish stock assessment : Part I. Fish population analysis // FAO : Man. Fish. Sci., 1969. – 4. – P. 1-154.
11. *Maximov V., Nicolaev S., Staicu I., Radu G., Anton E., Radu E.* Contributions a la connaissance des caracteristiques certaines especes de poissons demersaux de la zone marine roumane de la mer Noire // Cercetari marine I.N.C.D.M., 2006. – 36. – P. 271-297.
12. *Panayotova M., Todorova V., Konsulova Ts., Raykov V. Yankova, M, Stoykov S.* Species composition, distribution and stocks of demersal fishes along the Bulgarian Black Sea coast in 2006 : Technical report. – 2006.
13. *Prodanov K.* Status of demersal fish along the Bulgarian Black Sea costs // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Turkish Marine Research Foundation / B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.) – Istanbul, 2003. – P. 49-64.

14. Prodanov K., Daskalov G. M., Mikhailov K., Maxim K., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov V., Ozdamar E. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation. – Studies and Reviews : GFCM. 68. – Rome: FAO, 1997. – 178 p.
15. Prodanov K., Mikhailov K. Possibilities for applying Jones' methods for turbot stock assessment and catch projection in the Black Sea // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Turkish Marine Research Foundation / B. Öztük and S. Karakulak (Eds.). – Istanbul, 2003. – 35-48.
16. Radu G. Management of Fisheries and Other Living Marine Resources : National Report and Data Sheets in Romania. – Workshop on Responsible Fisheries in the Black Sea and the Azov Sea, and Case of Demersal Fish Resources, April 15-17 2003, Şile, İstanbul, BSEP Programme : Country Report : TUDAV/BSEP/ UNDP/ GEF. – İstanbul, 2003.
17. Raykov V., Shlyakhov V., Maximov V., Radu Gh., Staicu I., Panayotova M., Yankova M., Bikarska I. Limit and target reference points for rational exploitation of the turbot (*Psetta maxima* L.) and whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordm.) in the western part of the Black Sea // VI Anniversary Conference of the Institute of zoology. – Acta Zoologica Bulgarica, 2008. – Suppl. 2. – P. 305-316.
18. Shlyakhov V., Charova I. The Status of the Demersal Fish Population along the Black Sea Coast of Ukraine // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Turkish Marine Research Foundation / B. Öztük and S. Karakulak (Eds.) – Istanbul, 2003. – P. 65-74.
19. Shlyakhov V., Charova I. Scientific data on the state of the fisheries resources of Ukraine in the Black Sea in 1992-2005 : Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond : 1st Bilateral Scientific Conference, 8-10 May 2006, Istanbul, Turkey. – Istanbul, 2006. – P. 131-134.
20. Shlyakhov V. A., Daskalov G. M. Chapter 9 The state of marine living resources // State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7) : Publication of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) / T. Oğus (Ed.). – Istanbul, 2008. – 3. – P. 321-364.
21. Suzuki N., Nishidas K., Yoseda C., Üstündağ C., Amoka K. Phylogeographic Relationships with the Mediterranean Turbot Inferred by Mitochondrial DNA Haplotype Variation // Journal of Fish Biology. – 2004. – 65. – P. 1-6.
22. Tonay A. M., Öztürk B. Cetacean Bycatch – Turbot fisheries interaction in the western Black Sea // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Turkish Marine Research Foundation / B. Öztük and S. Karakulak (Eds.). – Istanbul, 2003. – P. 1-8.
23. Volovik S. P., Agapov S. A. Composition, state and stocks of the demersal fish community of the Azov-Black Seas relating to the development of Russian sustainable fisheries // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Turkish Marine Research Foundation / B. Öztük and S. Karakulak (Eds.). – Istanbul, 2003. – P. 82-92.

24. *Zengin M.* Türkiye'nin Doğu Karadeniz Kıyılarındaki Kalkan (*Scophthalmus maeoticus*) Balığının Biyoekolojik Özellikleri ve Populasyon Parametleri : Doktora Tezi. – KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, 2000. – 225 p.
25. *Zengin M.* The Current Status of Turkey's Black Sea Fisheries and Suggestions on the Use of Those Fisheries. – Workshop on Responsible Fisheries in the Black Sea and the Azov Sea and Case of Demersal Fish Resources, April 15-17 2003, Şile, İstanbul, BSEP Black Sea Environmental Programme : Country Report. – 2003. – 34 p.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ РЕК НА СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО БИОРЕСУРСОВ АЗОВСКОГО МОРЯ

В. А. Гетманенко<sup>1</sup>, Е. П. Губанов<sup>2</sup>, Л. В. Изергин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АзЮгНИРО, <sup>2</sup>ЮгНИРО

Ежегодная соленость Азовского моря формируется под действием нескольких составляющих: поступления пресной воды от речного стока наиболее крупных рек Дона и Кубани, от водообмена с Черным морем, выпадения атмосферных осадков на протяжении года и испарения с водной поверхности в летнее время. Из всех перечисленных факторов основным по объему и наиболее влиятельным по значимости является весенний паводковый сброс рек Дона и Кубани.

Суммарный среднемноголетний речной сток в Азовское море в период до зарегулирования (1913-1939 гг.) составлял около 41 км<sup>3</sup> в год. При этом из реки Дон поступало в среднем 28,4 км<sup>3</sup>, из реки Кубани 11,5 км<sup>3</sup> и из речек Ея, Миус и других около 1,1 км<sup>3</sup> в год [16].

Средний суммарный сток Дона и Кубани для зарегулированных условий составляет около 33,8 км<sup>3</sup>/год. Это меньше нормы на 7,5 км<sup>3</sup> или приблизительно на 20 % и соответствует 70-75 % обеспеченности. За период 1987-2004 гг. суммарный сток рек составлял 34,9 км<sup>3</sup>/год. Установлено, что экологически допустимые колебания суммарного годового стока рек Дона и Кубани в Азовское море должны быть от 29 до 52 км<sup>3</sup>, т. е. ориентировочно между 75- и 25 % -ной обеспеченностью естественного стока [2].

Зарегулирование стока Дона (1952 г.) и Кубани (1965 г.), изъятие воды на рисосеение привели к дефициту пресной воды, что в конечном итоге, увеличило соленость Азовского моря, начало которого приходилось на конец 60-х и продолжалось до начала 90-х годов. Начиная с 1972 г., средняя соленость воды Азовского моря, преодолев границу 12 ‰, продолжала увеличиваться, достигнув максимального значения в 1976 г. – 13,76 ‰ (табл. 1). Период наибольшего осолонения приходился на 1972-1979 гг., когда средняя соленость воды составляла 12,3-13,8 ‰, а среднемесячная в отдельные годы повышалась до 14,5‰.

Изменение солевого режима Азовского моря повлекло за собой смещение некоторых видов, тяготеющих к более низкой солености, в восточную часть моря и Таганрогский залив. Освободившиеся биотопы были замещены видами, способными переносить повышенную соленость. Баланс сообщаемых сосудов был нарушен в пользу

Таблица 1 – **Изменение солености Азовского моря по годам [8]**

Годы	Колебания солености, ‰
1960-1966	10,79-11,67
1967-1971	11,12-11,88
1972-1979	12,00-13,76
1980-1991	10,90-11,98

некоторых видов, тяготеющих к более низкой солености, в восточную часть моря и Таганрогский залив. Освободившиеся биотопы были замещены видами, способными переносить повышенную соленость. Баланс сообщаемых сосудов был нарушен в пользу

черноморских вод. Недостаточное поступление пресной воды в Азовское море послужило началом заполнения его водами Черного моря. Вместе с водой в Азовское море начался приток черноморских видов беспозвоночных и рыб, а местная морская фауна, пребывавшая до периода осолонения в депрессивном состоянии, стала интенсивно развиваться.

Наибольшего расцвета в период повышенной солености достигали морские виды, в частности мидия и камбала-калкан.

Мидии – типичные представители двустворчатых моллюсков. В Азовском море обитает средиземноморская мидия – *Mytilus galloprovincialis*. Ее распространение находится в границах от Атлантического побережья Европы (к северу от Бискайского залива) до Азовского моря, включая Средиземное, Эгейское, Мраморное и Черное. Географический ареал обитания и характер расселения моллюска свидетельствуют о том, что мидии Азовского моря представляют собой краевую популяцию средиземноморской мидии [4].

По своей биологии азовская мидия близка к черноморской. Пик нереста отмечается весной и летом в диапазоне температур 20-25 °С. Пополнение популяции идет за счет летней генерации. Температура и солевой фактор имеют решающее значение при оседании молоди на субстрат. Наиболее эффективное оседание личинок мидии наблюдалось при солености 12 ‰. При благоприятных условиях среднесуточный прирост мидии достигает максимума в июле-августе при температуре воды 20-25 °С, солености 12-13 ‰ и составляет 9,1 мг/сутки.

Среди природных факторов, влияющих на существование популяции мидии в Азовском море, важными являются: температура, кислородный режим, течение, субстрат и соленость, но основным фактором, влияющим на размножение и рост мидии, является соленость. У средиземноморской мидии при солености воды ниже 10 ‰ резко нарушаются процессы репродуктивного цикла [15]. Жизненный цикл моллюска составляет порядка 6 лет [17]. В условиях низкой солености воды эффективность нереста моллюсков будет недостаточной, чтобы поддержать популяцию на высоком уровне. Дефицит пополнения генераций приведет к ее «старению» и возможной гибели.

Период осолонения Азовского моря стал периодом расцвета азовской мидии. Ежегодно отмечался не только эффективный нерест местной популяции, но и оседание личинок, занесенных из Черного моря. В результате численность мидии стала стремительно возрастать. В период наибольшего осолонения (1972-1979 гг.), когда средняя соленость воды составляла 12,3-13,8 ‰, а среднемесячная в отдельные годы повышалась до 14,5 ‰, ареал мидии расширился до максимальных пределов, заняв большими скоплениями («банками») все твердые субстраты моря, за исключением центральной его части, где преобладали жидкие илы. Нерест мидии оказался настолько эффективным, что огромные скопления моллюска были образованы как в море, так и в прилегающих лиманах. Благоприятная соленость лиманов и эффективный ежегодный нерест мидии в море способствовали образованию крупных поселений моллюсков, которые впоследствии заняли более 1/3 площади Молочного лимана (восточная его часть) и, практически, большую часть площади, свободной от водной растительности Утлюкского лимана.

В годы повышенной солености моря площадь, занимаемая мидиями, достигала 3,8-7,1 тыс. км<sup>2</sup>, а ее запас оценивался в 2,4 млн. т [7, 9]. В этот же период были проведены успешные эксперименты по выращиванию мидии на коллекторах в Обиточном заливе Азовского моря [12-14].

Распределение мидии по акватории моря происходило неравномерно. Основные скопления мидии тяготели к северной, в меньшей степени к западной и восточной частям моря. Мидия поселялась на твердом субстрате, состоящем из песка, отмерших створок моллюсков с небольшой примесью ила, образуя как бы «прибрежный пояс». В центральной части моря из-за жидких илов мидия отсутствовала. Подобному распределению по акватории способствовали и круговые течения, направленные вдоль береговых линий с востока на запад. Наибольшие скопления или мидийные банки были образованы в Бердянском и Обиточном заливе, а также в районе Арабатской стрелки. В благоприятный период запас мидии на банках мог достигать 111,4 тыс. т [17].

В 1992 г. соленость воды Азовского моря оказалась ниже 11,0 ‰ и составляла в среднем 10,43 ‰. С этого времени для Азовского моря начался период распреснения, а для средиземноморского моллюска – период резкого сокращения численности по морю и в лиманах.

Из-за короткого жизненного цикла мидии после 4 лет повышается ее естественная смертность [1], поэтому достаточно нескольких неблагоприятных периодов (до 5 лет), чтобы популяция в большей своей степени вымерла.

В настоящее время в условиях низкой солености и периодических глобальных (2007 г.) или локальных летних замороз популяция моллюска находится в депрессивном состоянии. На всей акватории моря остались отдельные участки, где можно обнаружить единичные экземпляры мидии. К таким относится район Железинской банки, где взрослые особи мидии входят в состав биоценоза митиллястера. Мидии, обитающие на «банке», имеют уродливые формы створок, что происходит в условиях низкой солености и свидетельствует о неблагоприятных условиях обитания [1]. Остатки некогда больших скоплений мидий можно обнаружить в Обиточном заливе и в районе острова Бирючего, а также на акватории моря, прилегающей к Керченскому проливу. По всей вероятности «осколки» популяции мидии в предпроливной зоне и районе Железинской банки поддерживаются за счет привноса личинок из Черного моря и Керченского пролива.

Камбала-калкан. После зарегулирования рек при солености моря до 11 ‰ калкан встречался единично, преимущественно в юго-западной части Азовского моря, и промыслового значения не имел [11]. С осолонением моря до 12 ‰ (1969-1972 гг.) его ареал несколько расширился. Он стал встречаться по всему морю, но плотных скоплений не образовывал, его численность в уловах составляла не более 2 шт. за одно траление. При повышении солености до 13-14 ‰ (1974-1977 гг.) ареал обитания калкана расширился вплоть до Таганрогского залива, а средняя численность рыб в уловах достигала 7 штук на замет. В 1976 и 1977 гг. появились высокоурожайные поколения. Численность сеголетков составила, соответственно, 23,5 и 47 % стада калкана и значительно превышала среднюю многолетнюю за 15 лет (6 %). Запас калкана, в среднем, за 1974-1977 гг. возрос до

4,7 тыс. т, в то время как в 1969-1972 гг. он составлял лишь 1,7 тыс. т (табл. 2). Средний улов увеличился до 0,6 тыс. т. против 0,2 тыс. т. соответственно.

Таблица 2 – Уловы камбалы-калкана в бассейне Азовского моря [5]

До зарегулирования		После зарегулирования	
год	улов, тыс. ц	год	улов, тыс. ц
1927	2	1970	1
1936	2	1971	1
1937	2	1972	2
1938	1	1973	4
		1974	4
		1975	5
		1976	9
		1977	4
		1978	8
		1979	14

В настоящее время в Азовском море сохраняются неблагоприятные условия для естественного воспроизводства калкана (соленость воды в весенний период лишь в южной части моря может быть отчасти близка к оптимальной для нереста). В связи с этим численность популяции стабилизировалась на низком уровне. Промысел камбалы-калкана в условиях его низкой численности малоэффективен.

Одним из экологических преобразований бассейна Азовского моря в период осолонения стало проникновение в водоем различных черноморских иммигрантов – микроводорослей, зоопланктонеров, зообентосных животных и рыб. В этот период ежегодным, обязательным компонентом планктона Азовского моря были медуза-корнерот и аурелия. Повышение солености моря до максимальных величин, особенно в 1972-1979 гг. (см. табл. 1) привело к широкому расселению медузы по всему морю, а в отдельные годы данные виды освоили восточную часть Таганрогского залива вплоть до дельты реки Дон [6].

Внедрение медуз в экосистему моря за счет потребления кормов массовых пелагических рыб, а также из-за прямых помех ведению промысла наносило значительный ущерб (около 4,8 млн. рублей ежегодно) рыбному хозяйству бассейна. В отдельные годы концентрация медуз в августе-сентябре могла достигать 24 г/м<sup>3</sup> [3].

Интенсификация развития медузы и образование биомассы в размере 6-13 млн. т сохранялось до периода вселения в Азовское море гребневика мнемнопсиса (1988 г.), после чего первые были вытеснены инвазионным видом в Таганрогский залив.

В последующие годы черноморские медузы практически исчезли из водоема и лишь изредка в небольших количествах отмечались в предпроливной зоне моря.

Экосистема Азовского моря чрезвычайно часто подвергается влиянию антропогенных факторов. В мелком солоноватом Азовском море даже незначительные колебания солености приводят к изменению биоты или даже ее смене. То относительно небольшое количество видов беспозвоночных и рыб вынуждено расширять или сужать ареал обитания иногда до «0». Эти процессы имели место как до зарегулирования, так и в последующие периоды.



На основании имеющихся данных [10] с 1969 по 1976 г. приток речных вод в море был минимальным и составлял 25,8 км<sup>3</sup> в год. В этот период соленость вод достигала максимальных значений: в Таганрогском заливе – 11,4 ‰, в собственно море – 13,8 ‰, что повлекло за собой ощутимое экологическое преобразование биоты, которая по составу организмов стала преимущественно морской. Ареалы аборигенных форм пресноводно-солонатоводных комплексов флоры и фауны сократились и сохранились лишь в предустьевых участках рек.

В 1977-1982 гг. поступление речных вод в море возросло до 39,2 км<sup>3</sup> в год. Это привело к снижению солености вод, величина которых в 1981-1982 гг. была близка к естественному режиму стока и составляла в заливе 6,4 ‰, в море – 10,9 ‰. В этой связи в 1982 г. расширился ареал пресноводной и солонатоводной фауны и флоры, что положило начало устойчивого восстановления структуры донных и пелагических биоценозов, повышению интенсивности продуктивных процессов. Как видно, негативные преобразования биотической компоненты экосистемы Азовского моря, произошедшие на фоне дефицита речного стока, сохраняли обратный характер. По мере увеличения притока речных вод в море отмечалась устойчивая оптимизация всех биологических процессов [10].

В 1983-1984 гг. поступление речных вод снизилось до 23-27 км<sup>3</sup>, соленость в заливе и море увеличилась до 10-12 ‰, ареалы морских видов снова расширились, а солонатоводных сократились.

Смена солевого режима, вытеснение либо расширение солонатоводного или морского комплекса флоры и фауны находились между собой в прямой зависимости до появления в водоеме медуз, а потом гребневика мнемипсиса, которые стали регулирующим биологическим фактором растительного и животного мира Азовского моря.

Из целого ряда экологических катастроф, в результате которых произошли изменения в биоте Азовского моря, наиболее важным нужно считать уничтожение популяции осетровых. Только эти виды рыб из всего азовского комплекса оказались безвозвратно утерянными для многих поколений. Основной причиной стало гидростроительство на реках-нерестилищах Дона и Кубани.

#### *Литература*

1. Воробьев В. П. Мидии Черного моря // Тр. АзЧерНИРО. – 1938. – Вып. 11. – С. 3-30.
2. Гаргона Ю. М. Современное состояние и тенденция изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря // Вопросы промысловой океанологии. – М.: ВНИРО, 2006. – Вып. 3. – С. 216-240.
3. Гуськов В. В., Макаров Э. В. Предварительные результаты и перспективы дальнейшего использования медуз в народном хозяйстве // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 31 марта-2 апреля 1981 г. – Ростов на/Д, 1981. – С. 11-13.

4. *Дехта В. А., Махоткин М. А., Сергеева С. Г.* Генетическая адаптация популяций мидии, пиленгаса, тарани к градиенту солености в Азовском море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : сб. науч. трудов (2006-2007 гг.). – Ростов н/Д: ООО «Диапазон», 2008. – С. 102-110.
5. *Зайдинер Ю. И., Храбская Л. Ф.* Динамика уловов основных промысловых рыб Азовского бассейна // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке : тез. докладов, Ростов н/Д, 31 марта-2 апреля 1981 г. – Ростов на/Д, 1981. – С. 63-66.
6. *Закутский В. П., Куропаткин А. Л., Гаргона Ю. М.* Математическое моделирование влияние солености на численность и биомассу медузы в Азовском море // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в XI пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 4-6 февраля 1986 г. – Ростов н/Д, 1986. – С. 111-114.
7. *Закутский В. П., Куропаткин А. П., Шишкин В. М.* Влияние некоторых факторов абиотической среды на изменение ареала мидии в Азовском море // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в XI пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 4-6 февраля 1986 г. – Ростов н/Д, 1986. – С. 115-116.
8. *Куропаткин А. П.* Исследования изменений пространственно-временной структуры полей солености в Азовском море // Режим и биологические ресурсы Азово-Черноморского бассейна: проблемы устойчивого развития рыбного хозяйства : мат. Междунар. научн. конф., Ростов н/Д, 17-19 декабря 2003 г., АзНИИРХ. – Ростов н/Д: Эверест, 2003. – С. 92-103.
9. *Некрасова М. Я., Закутский В. П.* Состояние запасов и распределение мидии в Азовском море // Обл. науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 31 марта-2 апреля 1981 г. – Ростов на/Д, 1981. – С. 102-104.
10. *Некрасова М. Я., Студеникина Е. И., Закутский В. П., Губин Г. С., Толоконникова Л. И., Копец В. А.* Особенности формирования кормовых ресурсов Азовского моря в условиях современного преобразования его режима // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в XI пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 4-6 февраля 1986 г. – Ростов н/Д, 1986. – С. 19-20.
11. *Романович Л. В.* Состояние популяции калкана в 1976-1980 гг. // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке : тез. докл., Ростов н/Д, 31 марта-2 апреля 1981 г. – Ростов на/Д, 1981. – С. 118-119.
12. *Спичак С. К.* Мидия как объект аквакультуры в северной части Азовского моря // Вопросы морской аквакультуры : Тр. ВНИРО. – М., 1976. – СXXXVIII. – С. 116-119.
13. *Спичак С. К.* Биологические аспекты выращивания мидии в Азовском море // Гидробиол. журн. – 1980. – XVI, вып. 2. – С. 47-53.
14. *Спичак С. К., Яновский Э. Г.* Биологические предпосылки к культивированию мидии в Северном Приазовье // Областная науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке : тез. докладов, Ростов н/Д, 31 марта-2 апреля 1981 г. – Ростов на/Д, 1981. – С. 136-138.

15. Супрунович А. В., Макаров Ю. Н. Мидии // Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные. Мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 12-57.
16. Федосов М. В., Виноградов Е. Г. Основные черты гидрохимического режима Азовского моря // Реконструкция рыбного хозяйства Азовского моря : Труды ВНИРО. – М., 1955. – Т. XXX, вып. 1. – С. 9-34.
17. Яновский Э. Г., Мирошников В. С. Биология, распределение и численность мидии *Mytilus galloprovincialis* в Северном Приазовье // Тр. ЮгНИРО. – Керчь, 1998. – Т. 44. – С. 49-51.

УДК 574.64(262.5+262.54)

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТКАНЯХ И ОРГАНАХ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА**

**О. А. Петренко, Т. М. Авдеева, С. М. Шепелева**

### **Введение**

В течение последних десятилетий экологическая ситуация в Азово-Черноморском бассейне претерпевает существенные изменения, связанные с загрязнением морской среды. Основанием этого является усиление хозяйственной деятельности в прибрежной зоне внутренних морей Украины, обусловленное поступлением в воду недоочищенных хозяйственно-бытовых стоков, деятельностью крупных перегрузочных комплексов, развитием нефтегазодобычи, интенсификацией судоходства и увеличением транзитных и других видов грузоперевозок.

Результатом усиления антропогенной деятельности является загрязнение морской среды токсическими веществами, что оказывает негативное воздействие на жизнедеятельность промысловых объектов Азово-Черноморского бассейна. Это выражается как в непосредственном влиянии на отдельные организмы, так и в способности изменять структуры природного сообщества. В сложившихся экологических условиях наблюдается хроническое токсическое действие загрязняющих веществ на гидробионты, что может привести к сокращению промысловых видов рыб и ухудшению пищевого качества рыбопродукции.

Для гидробионтов большую опасность представляют загрязняющие моря хлорорганические вещества, тяжелые металлы и их соединения. Накапливаясь в тканях и органах морских организмов, наряду с непосредственным токсическим действием, они оказывают опасное отдаленное воздействие – мутагенное, эмбриотоксическое, гонадотоксическое и др., попадая по трофическим цепям в организм человека [5, 6].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось выявление особенностей накопления токсических веществ в тканях и органах промысловых объектов Азово-Черноморского бассейна.

### **Материал и методика исследований**

В статье приведены результаты анализа содержания токсических веществ (тяжелых металлов, хлорорганических соединений) в печени, гонадах и мышцах 166 экз. рыб Азово-Черноморского бассейна за период 1991-2009 гг.

Химический анализ гидробионтов выполнен в Лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО, аккредитованной в системе Госстандарта Украины.

В мышечной ткани, печени и гонадах пиленгаса, судака, бычка и хамсы определяли следующие тяжелые металлы: ртуть, медь, свинец, кадмий, цинк, а также хлорорганические пестициды (ДДТ и его метаболиты ДДД и ДДЭ, изомеры

гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и родственные им полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Содержание ртути в гидробионтах определялось методом «холодного пара» на ртутном анализаторе, свинца, меди, кадмия, хрома, и цинка – методами беспламенной атомной абсорбции с электротермической атомизацией и пламенным вариантом. Анализ проб на содержание хлорорганических соединений проводился методом газовой хроматографии.

Оценка загрязненности рыб выполнялась при сопоставлении содержания поллютантов с максимально-допустимым уровнем (МДУ) [2, 3].

### Обсуждение результатов

*Тяжелые металлы*, как правило, накапливаются в большей степени в печени рыб, это обусловлено тем, что во внутренних органах живого организмы есть запас низкомолекулярных белков – металлотионеинов, которые принимают участие в детоксикации тяжелых металлов. Когда этот запас исчерпан, то начинается синтез металлотионеинов сначала во внутренних органах, а затем и в мышечной ткани.

Многолетняя динамика концентраций тяжелых металлов в тканях и органах пиленгаса и судака представлена на рис. 1 и 2, соответственно.

Так в мышечной ткани пиленгаса среднее содержание ртути изменялось в пределах 0,004-0,05 мг/кг влажного веса (далее – мг/кг вл. в.) при МДУ, равном 0,40 мг/кг вл. в. Максимальная концентрация металла в мышцах определена в 2001 г., минимальная – в 1992 г. Уровень накопления ртути в печени был выше – 0,02-0,11 мг/кг вл. в. Исключение составили 1996 и 2007 гг., когда содержание металла в гонадах было выше и составляло 0,09 и 0,06 мг/кг вл. в. В остальные годы диапазон содержания металла был небольшим – 0,02-0,03 мг/кг вл. в.

Содержание ртути в мышечной ткани судака выше, чем пиленгаса, тем не менее, превышений МДУ для судака также не выявлено. Наименьшие концентрации металла, равные 0,01 и 0,001 мг/кг вл. в., в мышцах судака определены в 2007 и 2009 гг., наибольшие – 0,10 и 0,06 мг/кг вл. в. соответственно в 2001 и 2002 гг. Причем максимумы в мышцах совпадают с максимумами в печени и минимумами в гонадах.

Особенностью распределения меди в пиленгасе явилось минимальное накопление в мышечной ткани и гонадах, а максимальное – в печени. Так, в мышцах содержание меди изменялось в пределах 0,30-1,42 мг/кг вл. в., гонадах – 0,62-3,12 мг/кг вл. в., печени – 7,35-70,9 мг/кг вл. в.. С 1993 г. уровень загрязнения печени пиленгаса медью увеличивается, достигая максимума в 1996 г., в последующий период содержание металла изменялось в небольшом диапазоне.

Содержание меди в мышечной ткани и гонадах судака было почти таким же, как и в пиленгасе, а в печени – в 14 раз ниже. Так, в мышечной ткани концентрация металла изменялась в пределах 0,17-1,05 мг/кг вл. в., гонадах – 0,28-2,51 мг/кг вл. в., печени – 1,16-3,54 мг/кг вл. в.

В мышечной ткани пиленгаса концентрация свинца находилась в интервале 0,03-0,18 мг/кг вл. в., печени – 0,04-0,26 мг/кг вл. в. Период 1993-1997 гг. харак-

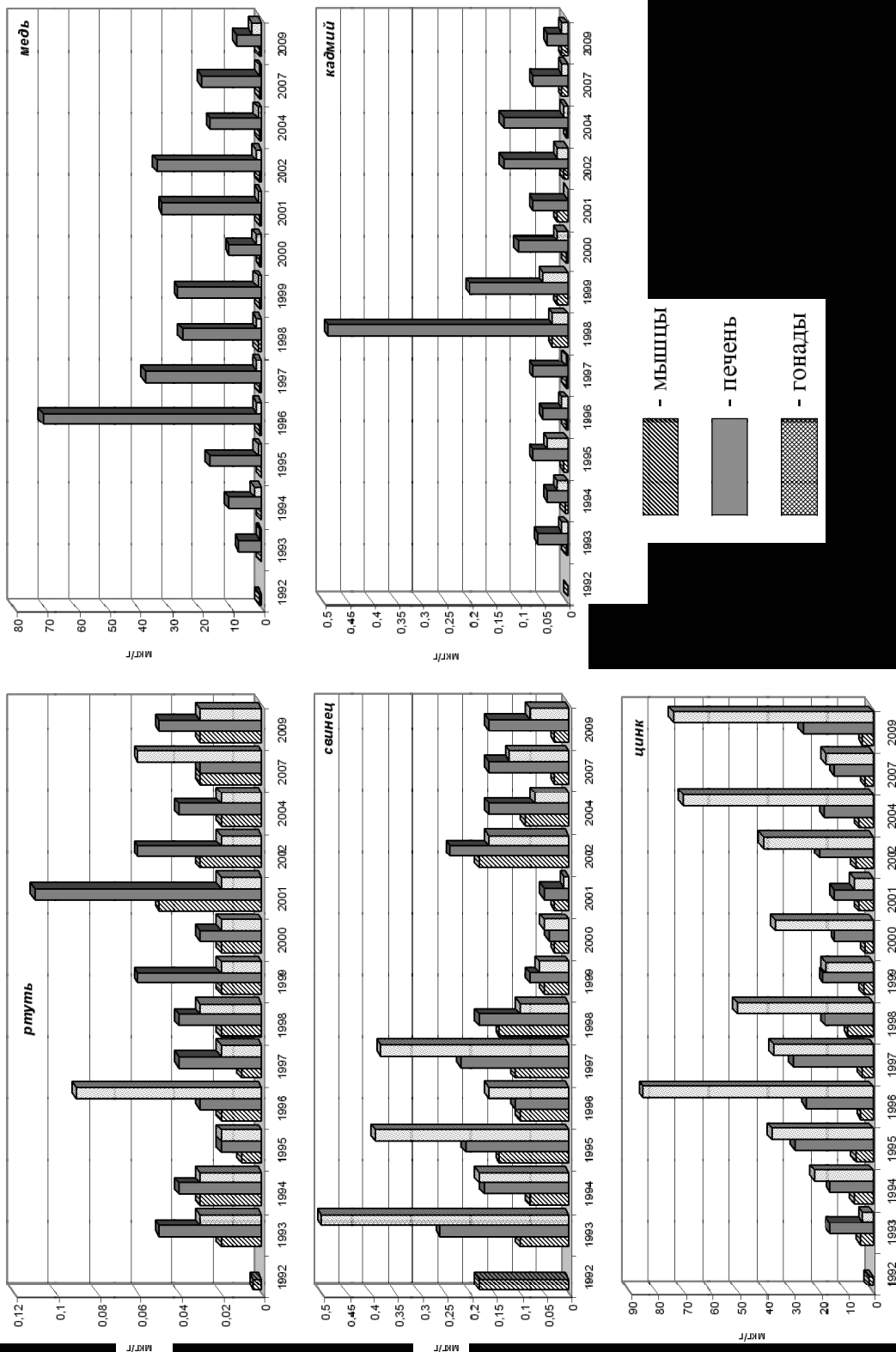
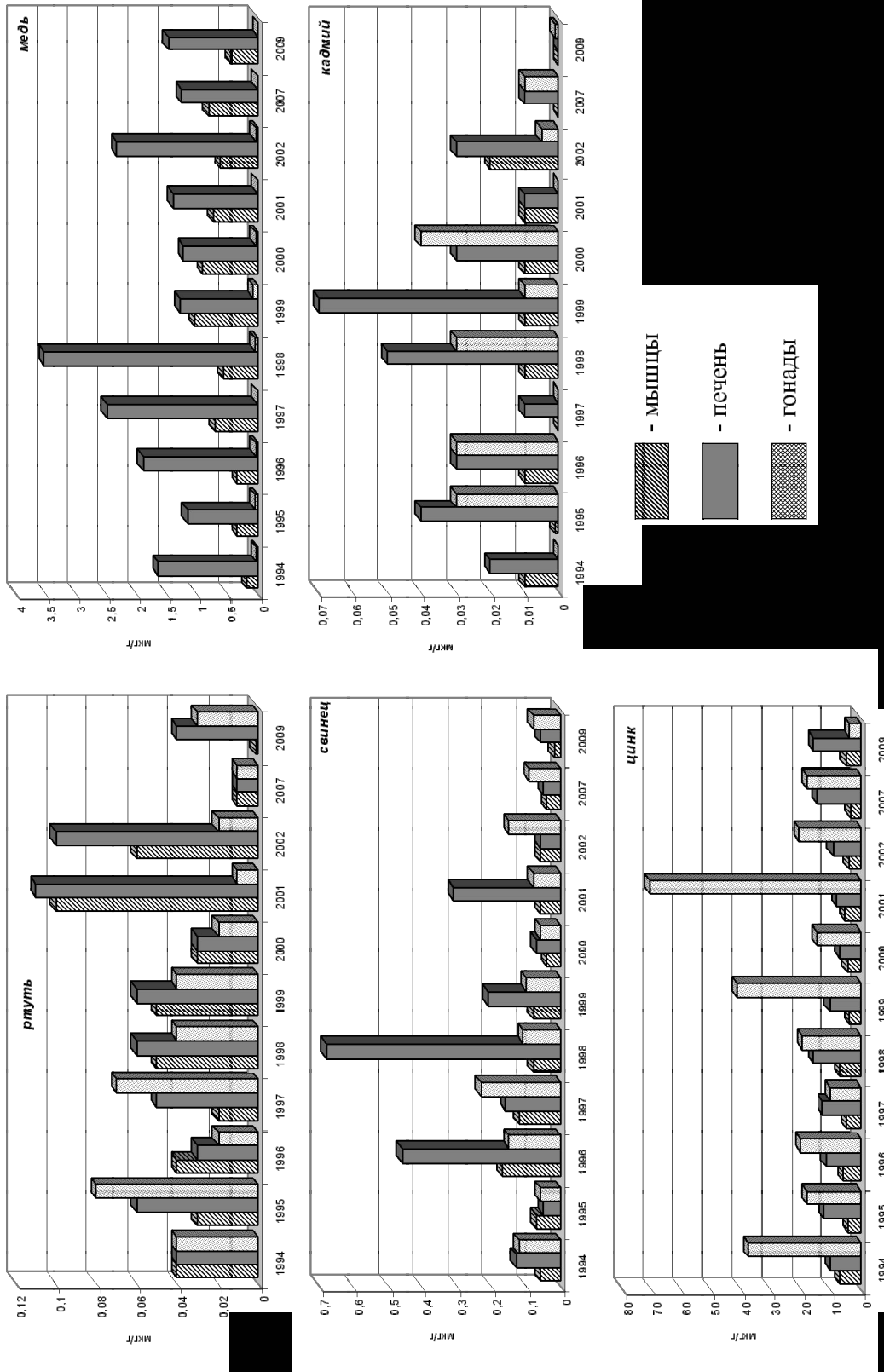


Рис. 1 – Многолетняя динамика средних содержаний тяжёлых металлов в мышцах, печени и гонадах



Ж 2 – Многолетняя динамика средних содержания

теризовался высоким уровнем загрязнения гонад свинцом, содержание которого составляло 0,16-1,50 мг/кг вл. в. В последующие годы концентрация металла в гонадах снизилась до 0,01-0,16 мг/кг вл. в., наибольшие величины накопления были зафиксированы в печени.

Содержание свинца в мышцах судака изменялось в пределах 0,2-0,17 мг/кг вл. в., печени – 0,05-0,68 мг/кг вл. в., гонадах – 0,06-0,23 мг/кг вл. в. Особенностью накопления свинца в судаке явились его экстремальные средние концентрации, наблюдаемые в 1996, 1998 и 2001 гг. в печени. Так же как и в пиленгасе, в отдельные годы (1997, 2002, 2007, 2009) гонады судака доминировали по уровню накопления свинца.

Кадмий в мышечной ткани пиленгаса определен в минимальном количестве, составившем 0-0,03 мг/кг вл. в., в гонадах оно было незначительно выше – 0-0,05 мг/кг вл. в. В наибольшей степени накапливался кадмий в печени, при этом его максимальное содержание, равное 0,49 мг/кг вл. в., определено в 1998 г.

Содержание кадмия в мышцах судака варьировало от «не определено» до 0,02 мг/кг вл. в., печени – 0-0,07 мг/кг вл. в., гонадах – 0-0,04 мг/кг вл. в. Максимальная концентрация металла в печени судака определена в 1998-1999 гг.

По степени загрязнения цинком органы и ткани рыб располагались в следующем порядке: мышечная ткань > печень > гонады. Такая избирательность в накоплении цинка гонадами вызвана его необходимостью для развития половых продуктов [4]. Диапазон содержаний цинка в мышцах рыб был небольшим: пиленгас – 1,72-9,04 мг/кг вл. в., судак – 3,42-6,99 мг/кг вл. в.

Уровень накопления цинка в печени пиленгаса (13,6-29,3 мг/кг вл. в.) выше, чем судака (6,70-15,8 мг/кг вл. в.). Наибольшая концентрация металла в гонадах пиленгаса (84,5 мг/кг вл. в.) зафиксирована в 1996 г., гонадах судака (70,4 мг/кг вл. в.) – в 2001 г. В отличие от мышечной ткани, в гонадах и печени судака фиксировались превышения МДУ в отдельные годы. Обращает на себя внимание медь, аккумулированная в печени пиленгаса. В печени 42 экз. рыб (из 109 исследуемых рыб) концентрация меди превышала МДУ в 3,3-13,1 раза. Анализ многолетней динамики средних содержаний меди в печени пиленгаса показал, что начальный период исследований характеризуется небольшим диапазоном концентраций – 8-20 мкг/г. В 1997 г. фиксируется максимальное среднее количество металла – 40 мкг/г, в этот же год регистрируется аномально высокая концентрация меди в воде. Причем наибольшее содержание металла в печени в 1997 г. составило 70,9 мкг/г, и эта величина была не самой высокой. Абсолютный максимум – 131 мг/кг вл. в. наблюдался в 2002 г., несколько ниже была наибольшая концентрация (118 мкг/г) в 2002 г., несмотря на то, что аномально высокие содержания меди в водной среде в эти годы зафиксированы не были. Следует отметить, что в целом наблюдается тенденция увеличения уровня накопления меди в печени пиленгаса (табл. 1).

Исследование микро- и макроэлементного состава показало, что в период 1994-2009 гг. содержание определяемых тяжелых металлов в мышечной ткани промысловых гидробионтов не превышало максимально допустимого уровня МДУ.



Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов, превышающее максимально допустимый уровень в органах судака и пиленгаса

Год	Наименование органа	Пиленгас (n=109)				Судак (n=57)	
		медь	кадмий	свинец	цинк	свинец	цинк
1993	печень	10,5-19,6		1,18-1,72			
	гонады			1,25-1,74			
1994	печень	10,5-34,4					51,2
	гонады						51,2
1995	печень	12,8-22,6			43,5		
	гонады				43,5		
1996	печень	22,2-40,2		3,4-16,7	40,6-68,7	1,30	
	гонады				40,6-68,7		
1997	печень	14,9-70,9			74,0-84,5		
	гонады				54,8-61,8		
1998	печень	32,4-37,5			54,8-61,8		
	гонады						
1999	печень	11,5-79,5	0,53				59,4-70,8
	гонады			1,3	47,6		
2000	печень	11,6-37,8					
	гонады						
2001	печень	32,3					134,4
	гонады	33,0-131,0					
2002	печень						54,0
	гонады	118		1,4			
2004	печень						
	гонады	13,4-20,0					
2009	печень						
	гонады				87,8-158,0		
МДУ		10,0	0,2	1,0	40,0	1,0	40,0

*Хлорорганические углеводороды* – чрезвычайно опасный класс токсикантов. Их растворимость в воде крайне мала, но они хорошо растворяются в органических растворителях и, что самое важное, в жирах, благодаря чему накапливаются в тканях живых организмов, в том числе и рыбах. Эти соединения чужды живой природе, а попадают в организмы они либо через кожу, либо при употреблении в пищу.

Концентрации хлорорганических соединений (ХОС) в тканях и органах основных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна до 2001 г. и в современных условиях (2007-2009 гг.) представлены в табл. 2.

*Пиленгас.* Для самцов пиленгаса наименьшие средние уровни накопления ХОС были в гонадах. Так, содержание здесь соединений группы ДДТ изменялось от 0,004 до 0,036 мг/кг вл. в., группы ГХЦГ – от 0 до 0,005 мг/кг/вл. в., ПХБ – от 0,0001 до 0,088 мг/кг вл. в. Наибольшие величины накопления следует отметить в печени этих рыб. Для ДДТ и его метаболитов содержание колебалось в пределах 0,006-0,189 мг/кг вл. в., изомеров ГХЦГ – 0-0,012 мг/кг вл. в. и полихлорбифенилов – 0,003-0,228 мг/кг вл. в. В среднем содержание этих поллютантов в печени составляло 0,049; 0,005 и 0,062 мг/кг вл. в., соответственно. Накопление экотоксикантов в мышечной массе было промежуточным.

Таблица 2 – Концентрация хлорорганических соединений (мг/кг вл. в.) в тканях и органах рыб

Ткани и органы	ДДТ и его метаболиты		изомеры ГХЦГ		ПХБ	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
Пиленгас						
1992-2001						
мышцы	<u>0,003-0,051</u> 0,024	<u>0,003-0,079</u> 0,021	<u>0-0,013</u> 0,003	<u>0-0,020</u> 0,002	<u>0,003-0,171</u> 0,031	<u>0,001-0,127</u> 0,022
печень	<u>0,006-0,189</u> 0,049	<u>0,003-0,120</u> 0,032	<u>0-0,012</u> 0,005	<u>0-0,008</u> 0,005	<u>0,003-0,228</u> 0,062	<u>0,003-0,149</u> 0,024
гонады	<u>0,004-0,036</u> 0,022	<u>0,004-0,055</u> 0,022	<u>0-0,005</u> 0,003	<u>0-0,027</u> 0,006	<u>0,001-0,088</u> 0,022	<u>0,001-0,032</u> 0,019
2007-2009						
мышцы	<u>0,001-0,008</u> 0,003	<u>0,003-0,033</u> 0,003	<u>0-0,007</u> 0,002	<u>0</u> 0	<u>0-0,061</u> 0,016	<u>0,008-0,020</u> 0,014
печень	<u>0-0,029</u> 0,019	<u>0,012-0,016</u> 0,014	<u>0-0,003</u> 0,001	<u>0,0009-0,0012</u> 0,001	<u>0,012-0,041</u> 0,022	<u>0,016-0,047</u> 0,031
гонады	<u>0-0,005</u> 0,002	<u>0,0004</u> 0,0004	<u>0-0,002</u> 0,001	<u>0</u> 0	<u>0,005-0,016</u> 0,011	<u>0,017</u> 0,017
Судак						
1994-2001						
мышцы	<u>0,002-0,037</u> 0,011	<u>0,002-0,018</u> 0,010	<u>0-0,008</u> 0,002	<u>0-0,008</u> 0,003	<u>0-0,048</u> 0,013	<u>0,001-0,119</u> 0,006
печень	<u>0,005-0,210</u> 0,066	<u>0,004-0,112</u> 0,041	<u>0-0,016</u> 0,004	<u>0-0,014</u> 0,005	<u>0,003-0,083</u> 0,028	<u>0,003-0,032</u> 0,013
гонады	<u>0,006-0,095</u> 0,028	<u>0,003-0,102</u> 0,029	<u>0,001-0,014</u> 0,004	<u>0-0,006</u> 0,003	<u>0,003-0,053</u> 0,028	<u>0,003-0,125</u> 0,031
2007-2009						
мышцы	–	<u>0-0,007</u> 0,003	–	<u>0</u> 0	–	<u>0,004-0,041</u> 0,018
печень	–	<u>0,004-0,031</u> 0,014	–	<u>0-0,001</u> 0,0002	–	<u>0-0,015</u> 0,007
гонады	–	<u>0,001-0,036</u> 0,013	–	<u>0-0,0003</u> 0,0001	–	<u>0-0,048</u> 0,020
Бычок						
1994-1996						
мышцы	<u>0,002-0,009</u> 0,005	<u>0,002-0,015</u> 0,009	<u>0-0,002</u> 0,001	<u>0,003-0,005</u> 0,003	<u>0,002-0,005</u> 0,003	<u>0,003-0,005</u> 0,004
печень	<u>0,154-0,313</u> 0,216	<u>0,027-0,152</u> 0,090	<u>0,001-0,012</u> 0,008	<u>0,003-0,012</u> 0,008	<u>0,018-0,096</u> 0,056	<u>0,039-0,081</u> 0,060
2007						
мышцы	<u>0-0,0006</u> 0,0003	<u>0,0003-0,0015</u> 0,0007	<u>0,0063-0,0185</u> 0,0133			
печень	<u>0,019-0,033</u> 0,026	<u>0-0,0004</u> 0,0002	<u>0,018-0,056</u> 0,037			

У самок диапазон изменения пестицидов в гонадах был выше, чем у самцов, а ПХБ – ниже. Так же как и у самцов, наиболее загрязнена хлорированными пестицидами и бифенилами печень самок, но в среднем условия накопления этих

поллютантов в самках ниже, чем у самцов. Таким образом, в пиленгасе наиболее загрязнена компонентами хлорорганики печень самцов и самок, а наименее – мышцы самок и гонады самцов.

При сравнении содержания указанных выше токсикантов в рыбах в современных условиях удалось выявить, что диапазон изменения содержания компонентов хлорорганики в тканях пиленгаса сузился, а средние значения уменьшились. Наиболее приоритетным токсикантом стали полихлорбифенилы. Среди ксенобиотиков группы ДДТ доля ДДТ – основного вещества – уменьшилась, но возросла метаболита ДДЭ – последнего, не менее токсичного, чем ДДТ поллютанта.

Следует отметить, что суммарное содержание кумулированных хлоруглеводородов мышц и печени самцов выше, чем самок, в то время как у самок их содержание в гонадах выше, чем у самцов (рис. 3). Это дает основания предположить, что самки при нересте теряют часть хлорорганики и ее содержание в тканях рыб уменьшается [1].

*Судак.* Так же как и у пиленгаса, ткани самок и самцов судака отличаются по уровню накопления хлорорганических соединений. В мышцах самцов диапазон изменения компонентов этой группы наименее узок: группа ДДТ – 0,002-0,037 мг/кг/вл.; изомеры ГХЦГ – 0-0,008 мг/кг/вл. и ПХБ – 0-0,048 мг/кг вл.в. В среднем содержание их составляло 0,011; 0,0002; 0,013 мг/кг вл.в., соответственно. В наибольшей степени в этой ткани накапливаются полихлорбифенилы. Больше

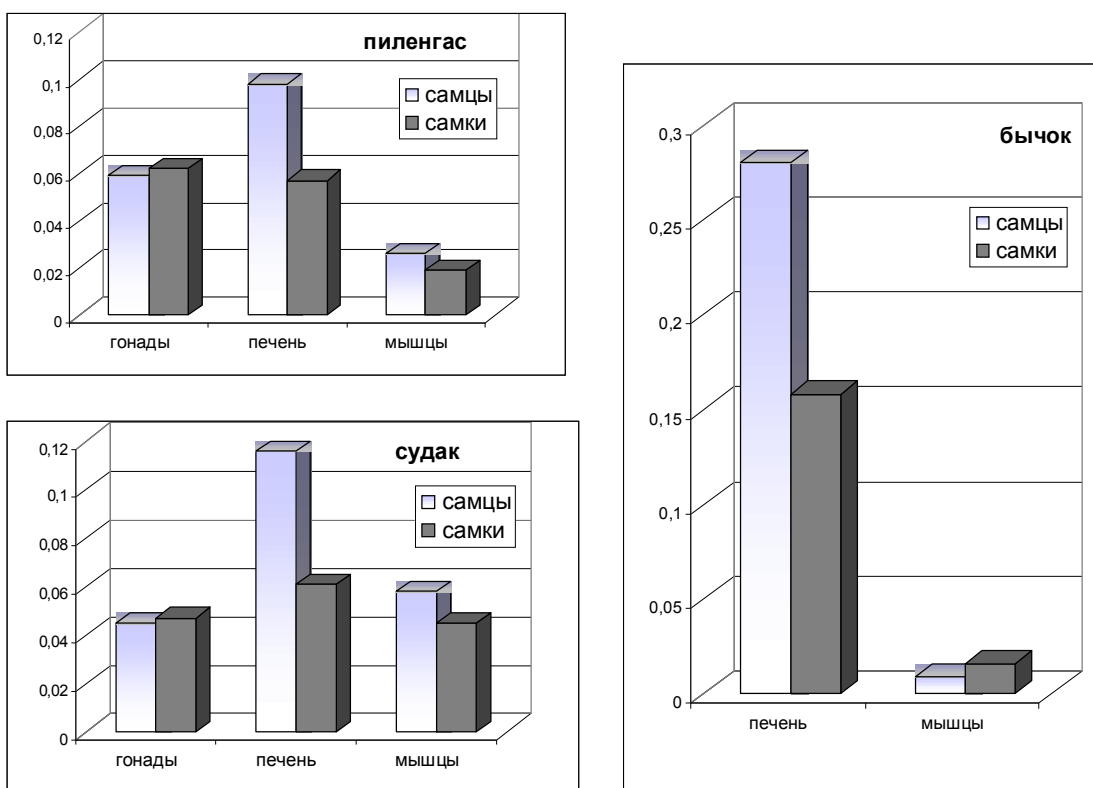


Рисунок 3 – Суммарное содержание хлорорганических соединений в тканях рыб в 1992-2009 гг.

всего содержит хлорорганических соединений печень судака, диапазон изменения ксенобиотиков здесь шире, чем в мышцах, а средние значения кумулянтов самые высокие. Более всего в печеночной ткани накапливается ДДТ и его метаболиты, в среднем 0,066 мг/кг вл. в. Промежуточными по содержанию токсикантов были гонады самцов. Пределы изменения величин накопления хлорорганических соединений здесь были более узкие, чем в печени, но шире чем в мышцах. В тканях самок судака за исключением гонад наблюдались те же закономерности, что и у самцов, т. е. наибольшее количество токсикантов кумулировалось в печени, а наименьшее в мышцах. Причем, в гонадах самок их было больше, чем в гонадах самцов (см. табл. 2).

В современных условиях в печени самок судака значительно уменьшилось содержание ПХБ, а гонады стали по суммарному содержанию компонентов хлорорганики более грязными, чем ранее. Для тканей самцов судака данные о накоплении в современных условиях отсутствуют.

Следовательно, наибольшее содержание хлорорганики было в печени самок и самцов, а наименьшее – в мышцах (см. рис. 3).

*Бычок.* Как для самок, так и самцов характерны почти одинаковые диапазоны изменения накопленных токсикантов: в мышцах у самцов соединения ДДТ – 0,002-0,009 мг/кг вл. в., а у самок – 0,002-0,015 мг/кг вл. в., ПХБ – 0,002-0,005 мг/кг вл. в. и 0,003-0,005 мг/кг вл. в., соответственно. Близки и средние величины содержания этих токсикантов. В настоящее время содержание ксенобиотиков в тканях бычка сократилось (см. табл. 2).

Следовательно, суммарное загрязнение мышечной ткани самок немного выше, чем у самцов. В печени самцов содержание ксенобиотиков резко возрастает. Особенно это характерно для ДДТ и его метаболитов. Для полихлорбифенилов эти изменения меньше. Характерно, что уровни накопления токсикантов у самок ниже, чем у самцов. Суммарное загрязнение печени самцов приблизительно в 1,5 раза выше, чем у самок (см. рис. 3).

*Хамса* анализировалась без разделения на отдельные ткани. Диапазон изменения соединений группы ДДТ составлял от 0,022 до 0,032 мг/кг вл. в., изомеров ГХЦГ – 0,002-0,003 мг/кг вл. в., ПХБ – 0,013-0,029 мг/кг вл. в. В соответствии с этим средние величины содержания указанных компонентов были такими: 0,028; 0,003 и 0,018 мг/кг вл. в. Суммарное загрязнение хлорорганикой составило 0,049 мг/кг вл. в.

В современных условиях в хамсе значительно уменьшилось содержание ДДТ и метаболитов, а ДДЭ стал основным загрязняющим веществом этой группы. Суммарное содержание изомеров ГХЦГ также уменьшилось, а полихлорбифенилов осталось на том же уровне. В целом общее загрязнение хлорорганикой стало меньше, а приоритетными токсикантами, накапливающимися в этой рыбе, стали ПХБ.

### **Выводы**

Исследование уровня накопления тяжелых металлов в судаке и пиленгесе показало, что содержание металлов в мышечной ткани рыб не превышало мак-

симально допустимого уровня для пищевых продуктов. Концентрации большинства тяжелых металлов, превышающие МДУ, определены в органах рыб в 1996-1998 гг. Печень пиленгаса обладает способностью накапливать в больших количествах медь, что может быть обусловлено либо физиологическими особенностями организма, либо состоянием морской среды.

В современных условиях наблюдалось снижение уровней накопления хлороорганических соединений в рыбах. Для промысловой ихтиофауны приоритетными соединениями явились полихлорированные бифенилы, из группы ДДТ – метаболит ДДЭ. Максимально допустимые уровни содержания ксенобиотиков в мышечной ткани рыб превышены не были. В наименьшей степени накапливались хлороорганические соединения в мышцах судака и бычка, в большей – печени рыб.

Продолжение выполнения исследований в этом направлении позволит в дальнейшем районировать Азово-Черноморский бассейн по уровню накопления токсических веществ в гидробионтах, что даст возможность использовать в пищевых целях только качественную рыбопродукцию и рекомендовать рыбопромышленным предприятиям способы переработки промысловых объектов, загрязненных вредными веществами, для нормализации их концентраций в пищевой продукции.

#### *Литература*

1. *Игнатенко И. Н.* и др. Оценка токсикологического состояния популяции азовского судака на современном этапе // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : сб. трудов 1996-1997 гг. – Ростов н/Д, 1998. – С. 616-619.
2. ДСанПіН. 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті.
3. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061-89. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 185 с.
4. *Морозов Н. П., Петухов С. А.* Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 158 с.
5. *Мур Дж. В., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 284 с.
6. *Петренко О. А., Шепелева С. М., Жугайло С. С.* К вопросу об уровне загрязнения ДДТ экосистем Черного и Азовского морей в современных условиях // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 2 (43). – С. 28-30.

УДК 591.531.2:597.2/5(267)

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ ХИЩНЫХ РЫБ ЭПИПЕЛАГИАЛИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА**

**Е. П. Губанов, Н. А. Иванов, И. Г. Тимохин**

Океан представляет собой единый крупномасштабный биотоп, занимающий большую часть планеты, и состоит из закономерно построенных биотопических комплексов [19].

Специфичность пелагиали, и эпипелагиали в частности состоит в подвижности биотопов. В пелагиали выделены две группы видов, схожих по типу связей со средой обитания по признакам сходства жизненных форм. Такие группы видов образуют в составе биоценозов эргоцены [1]. Основными эргоценами, объединяющими главные жизненные формы пелагического населения, являются планктон (растительный и животный) и нектон (только животный).

Значительный интерес в теоретическом и практическом аспектах представляет изучение сообществ рыб, обитающих в водах Индийского океана в зоне эпипелагического ихтиоцена.

По схемам вертикальной зональности биотопов эпипелагиаль океанов занимает диапазон глубин от 0 до 200-500 м с поверхностными и подповерхностными водными массами. Население эпипелагиали естественным образом контактирует с населением мезопелагиали и населением эписентали.

Эпипелагический комплекс хищных рыб Индийского океана характеризуется небольшим количеством семейств и входящих в их состав видов.

По типу связи со средой хищные пелагические рыбы являются нектоном, т. е. хорошо плавающими животными, способными произвольно совершать вертикальные и горизонтальные миграции, которые, являясь звеном жизненного цикла, зависят как от состояния самой рыбы, так и от изменений окружающей среды и являются приспособлением, обеспечивающим существование вида [16].

Ареалы рыб нектона включают в себя области размножения (нереста), или репродуктивную часть ареала, а также нагульную, или вегетативную его часть и область пассивного выселения планктонных икринок, личинок и мальков. Таким образом, миграции бывают нерестовыми и нагульными, активными и пассивными.

Всех рыб, обитающих в эпипелагиали, по существующей классификации [19], делят на рыб, живущих в эпипелагиали постоянно, которых принято называть голоэпипелагическими, в отличие от мероэпипелагических, проводящих в обязательном порядке в верхних слоях определенную часть своего жизненного цикла, и ксеноэпипелагических, представляющих собой более или менее случайный элемент эпипелагиали открытого океана.

Типичными обитателями эпипелагиали Индийского океана, ведущими образ жизни активного хищника, являются акулы, тунцы, мечерылые и некоторые другие.

Ниже приводится список облигатных хищников эпипелагического ихтиоцена по существующей ныне классификации.

Отряд ламнообразные (Lamniformes)

Семейство лисьи акулы (Alopiidae)

1. *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788) – обыкновенная лисья акула
2. *A. superciliosus* (Lowe, 1840) – большеглазая лисья акула
3. *A. pelagicus* Nacamura, 1935 – малоозубая лисья акула

Семейство сельдевые акулы (Lamnidae)

1. *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) – большая белая акула, акула-людоед
2. *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) – атлантическая сельдевая акула
3. *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1809) – серо-голубая акула, обыкновенная мако
4. *I. paucus* Guitart Manday, 1966 – длинноперая акула-мако, длинноплавниковый мако

Семейство песчаные акулы (Odontaspidae)

1. *Odontaspis tricuspidatus* (Day, 1878) – индоокеанская песчаная акула
2. *O. kamoharai* (Matsubara, 1936) – акула-крокодил, ложнопесчаная акула

Отряд кархаринообразные (Carcharhiniformes)

Семейство серые акулы (Carcharhinidae)

1. *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839) – черноперая акула
2. *C. longimanus* (Poeey, 1861) – длиннорукая акула
3. *C. falciformis* (Bibron, 1839) – шелковая акула
4. *Galeocerdo cuvier* (Lesueur, 1822) – тигровая акула
5. *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) – голубая, или синяя акула

Семейство молотоголовые акулы (Sphynidae)

1. *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) – обыкновенная акула-молот
2. *S. mokarran* (Ruppell, 1837) – гигантская акула-молот

Отряд окунеобразные (Perciformes)

Семейство скумбриевые (Scombridae)

1. *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1831) – желтоперый тунец
2. *Th. obesus* (Lowe, 1839) – большеглазый тунец
3. *Th. alalunga* (Bonnaterre, 1788) – длинноперый тунец
4. *Th. maccoyii* (Castelnau, 1842) – австралийский (южный синий) тунец
5. *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) – полосатый тунец

Надсемейство мечерылоподобные (ксифоидные) (Xiphiodea)

Семейство мечерылые (Xiphiidae)

1. *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) – меч-рыба

Семейство парусниковые, копьерылые (Istiophoridae)

1. *Istiophorus platypterus* (Shaw et Nodder, 1792) – индо-тихоокеанский парусник
2. *Tetrapturus angustirotris* (Tanaka, 1914) – коротконосый копьеносец
3. *T. audax* (Phillipi, 1887) – полосатый копьеносец (марлин)
4. *Makaira mazara* (Jordan et Snyder, 1901) – индо-пацифический голубой марлин
5. *M. indica* (Cuvier, 1831) – черный марлин

Форма тела nektonных рыб соответствует их активному образу жизни. По Парину [19], наиболее быстрым и подвижным хищникам – акулам, тунцам и др. – свойственна возникающая конвергентным путем торпедообразная форма тела. У мечеобразных рыб оно снабжено спереди еще особым рострумом-обтекателем, который турбулизирует набегающий поток и, подобно выступу («бульбе») в подводной части носа современных судов, сильно уменьшает лобовое сопротивление.

### ***Пелагические акулы***

Эта группа хищников объединяет самых крупных акул, представляющих эпипелагический ихтиоцен. Взрослые особи обитают в открытом океане от поверхности до 500 м. Молодь подходит к берегам.

Наиболее характерны для эпипелагиали ламновые (сельдевые) акулы, которые принадлежат к числу самых быстрых и подвижных пластинчатожаберных рыб. У всех этих акул температура тела выше температуры окружающей воды (на 5-6 °С), что обеспечивает им более высокий уровень энергетического метаболизма, чем большинству рыб.

Семейство Lamnidae – сельдевые акулы

Наиболее известная акула из современных хищных акул – кархародон.

*Большая белая акула, акула-людоед, белая смерть* – *C. carcharias*. Крупнейший вид среди хищных акул. Максимальная длина тела 11,1 м, в Индийском океане до 10 м. Яйцеживородящая; длина молоди при рождении не менее 1,4 м.

Является топхищником, суперхищником и может охотиться на любых морских обитателей. Населяет эпипелагиаль тропической, субтропической и умеренной зон. В Индийском океане встречается в Красном море, у Южной Африки и Сейшельских островов, в водах Западной Австралии. Отмечена на банке Саяде Малья на глубине 250 м. Молодь населяет в основном прибрежную эпипелагиаль, но крупные особи этого вида встречаются на значительном удалении от суши.

Как и большинство рыб эпипелагиали, белая акула относится к числу хищников, пищей которой являются рыбы, кальмары и ракообразные. В ее диете акулы суповые, куньи, серые, остроносые, молотоголовые, колючие и даже гигантские, скаты-хвостоколы и морские дьяволы, химеры, крупные костистые рыбы – тунцы, макрели, горбыли, морские окуни, а также хек, сельди, сардины и др. Кроме того, в ее пищевой рацион входят головоногие и брюхоногие моллюски, крабы. В желудках обнаруживались остатки пингвинов, бакланов, чаек, черепах, дельфинов, китов, тюленей, морских львов, морских слонов, морских котиков, а также различные отбросы и падаль [7].

Как видим, у белой акулы избирательность питания выражена слабо. Очевидно, что белая акула питается любым доступным кормом.

Мероэпипелагический вид.

Агрессивный хищник, весьма опасна для человека. На долю этого вида приходится большинство случаев нападения на людей.

*Атлантическая сельдевая акула* – *L. nasus*. Максимальная длина до 3,8 м. В Индийском океане отмечены особи длиной от 0,89 до 1,75 м. Половая зрелость наступает при длине 1,5 м в возрасте пяти лет. Период беременности длится



8-9 месяцев. Отмечен внутриутробный каннибализм (т. н. внутриутробная оофагия – поедание эмбрионами неоплодотворенных и развивающихся яиц непосредственно в яйцеводах матери). Рождает от 1 до 5 акулят; длина молоди при рождении составляет 0,67-0,87 м.

В Индийском океане отмечена в Южном полушарии на Западно-Индийском хребте, в водах Южной Африки и Западной Австралии, у островов Кергелен. Встречается как у берегов, так и в открытом море на глубинах от 0 до 500 м.

Питается стайными пелагическими рыбами и головоногими моллюсками, в том числе сельдями, ставридами, макрелями, различными тресковыми, кальмарами и осьминогами. Среди фрагментов пищевого комка встречаются остатки других видов акул.

*Серо-голубая акула, короткоперый, обыкновенный мако – I. oxyrinchus.* В Индийском океане отмечались особи длиной до 3,80 м, массой до 500 кг [6].

Районами обитания в Индийском океане являются центральная часть Аравийского моря, воды Красного моря и Аденского залива, Кении, Мозамбикского пролива и Мозамбика, Западно-Индийского, Центрально-Индийского и Западно-Австралийского хребтов, банок Уолтерс и Сая-де-Малья, воды архипелага Чагос, Индии, Индонезии, Западной Австралии. Южная граница обитания короткоперой мако проходит по 40° ю.ш. Этот эпипелагический вид облавливается на глубинах 70-400 м как в водах открытого океана, так и в литоральной зоне. Акула-мако – активная и быстроплавающая рыба. В ясные дни ее часто можно видеть играющей на поверхности и выпрыгивающей из воды.

Половая зрелость наступает при длине 1,90 м. Яйцеживородящая акула с внутриматочным каннибализмом. Рождает от 2 до 16 детенышей; длина молоди при рождении 0,60-0,90 м.

Спектр питания обыкновенного мако достаточно широк, акула не привередлива в выборе пищи. Питается мако акулами, включая голубых, серых, молотоголовых, скатами, в основном пелагическими, костистыми рыбами, в т. ч. тунцами, парусниками, меч-рыбами, макрелями, рыбами-лунами, мероу, муренами, ставридами, алепизаврами, скумбриевыми, сельдевыми, анчоусовыми, миктофидами, диодонтидами, а также кальмарами, осьминогами, сальпами и детритом. В желудках встречаются фрагменты черепах и дельфинов.

Обыкновенный мако – самая скоростная из ныне живущих хрящевых рыб – «кречет акульего мира» [19].

Голоэпипелагический вид. Подходит к берегам.

Короткоперый мако опасен для человека. Может нападать на лодки.

*Длинноплавниковый мако, длинноперая акула-мако – I. raucis.* В Индийском океане отмечены особи длиной 1,31-3,37 м, массой 15-260 кг. Половая зрелость наступает при длине 1,70 м. Яйцеживородящая. Отмечен внутриматочный каннибализм. Рожает акулят длиной до 1 м.

В составе пищи обнаружены фрагменты парусников, меч-рыбы, диодонтид, прилипал, других мелких рыб, кальмаров.

Голоэпипелагический вид. Распространение совпадает с районами обитания обыкновенного мако. Однако это типично океанический эпипелагический вид, к берегам не подходит.

### Семейство Alopiidae – лисьи акулы

Тело акул этого семейства обычной для акул торпедообразной формы, с характерной только для них длинной верхней лопастью хвостового плавника, которая составляет около половины или более абсолютной длины тела.

В состав семейства входит один род *Alopias* с тремя видами. Все три вида встречаются в Индийском океане.

*Обыкновенная лисья акула, акула-лисица – A. vulpinus.* Максимальная зафиксированная длина – 6,10 м. В Индийском океане отмечены особи длиной 1,53-4,32 м, массой 7,5-210 кг. Половая зрелость наступает при длине тела 2,6 м. Яйцеживородящая с внутриматочным каннибализмом. Рождает 2-4 детенышей длиной от 1,15 до 1,52 м в зависимости от собственных размеров [2].

Спектр пищи достаточно широк и включает в себя диодонтид, пилозубых, сельдевых, макрелей, летучих рыб, миктофид, алепизавров, мурен, сериол, зеленоглазок, рыбу-саблю, макруросов, иглу-рыбу, морского леща, тунцов, а также кальмаров и крабов-плавунцов. Сгоняет рыб в стаи с помощью длинной верхней лопасти хвостового плавника и оглушает им свою жертву. О точности ударов свидетельствует тот факт, что более 90 % акул этого вида, добытых пелагическим ярусом, зацепились за крючки концом верхней лопасти хвостового плавника, приняв за жертву насаженную на крючок наживку. Иногда выпрыгивает из воды.

В Индийском океане обитает в водах Южной Африки, Мозамбика, Танзании, Сомали, Омана, острова Сокотра, Северо-Западного Индостана, Аденского и Бенгальского заливов, Аравийского моря, Никобарского пролива, банки Сая-де-Малья, у горы Экватор, Западно-Индийского хребта, архипелага Чагос, у побережья островов Суматра и Ява, Сейшельских и Мальдивских островов, а также в открытом океане, от тропических до умеренных вод, на глубинах до 400 м.

Голозепелагический вид, но встречается и у дна.

Орудиями лова служат донный и разноглубинный тралы, ярус, плавные жаберные сети, спортивные крючковые снасти.

*Большеглазая лисья акула, большеглазая морская лисица – A. superciliosus.* Длина – до 7 м. В Индийском океане встречались экземпляры длиной 1,75-4,42 м, массой 15-250 кг. Половая зрелость наступает при длине тела более 3 м. Яйцеживородящая. Беременные самки вынашивают 2-4 эмбриона при равном числе эмбрионов-самок и эмбрионов-самцов. Длина акулят при рождении 0,64-1,06 м.

Жертву оглушает хвостом. Питается тунцами, меч-рыбами, парусниками, марлинами, барракудами, алепизаврами, сельдевыми, скумбриевыми, пилозубыми, сарганами, мелкими донными рыбами, кальмарами, крабами-плавунцами, креветками. В желудках отмечались остатки дельфинов.

Населяет воды Южной Африки, Мадагаскара, Западной Австралии, банку Сая-де-Малья, прибрежные воды Сейшельских островов, встречается у горы Экватор, на Западно-Индийском хребте, в водах островов Сокотра, Суматра и Ява, Никобарского пролива, Аденского залива, Аравийского моря на глубинах до 400 м, чаще 200-500 м. Эпи- и мезопелагическая. Встречается и в неритической зоне.

Облавливается, в основном, пелагическими ярусами; используются жаберные сети и разноглубинные тралы.

*Малозубая лисья акула, пелагическая лисья акула – A. pelagicus.* В Индийском океане отмечены особи длиной 1,21–3,50 м, массой 28–104 кг. Половая зрелость наступает при длине 2,8 м. Яйцеживородящая, рождает двух детенышей; длина при рождении 0,9–1,0 м. В составе пищи отмечены гемпидиды, мурены, другие рыбы, креветки, кальмары и осьминоги.

Встречается в водах Южной Африки, Мозамбика, Мадагаскара, Кении, Сомали, банки Сая-де-Малья, Аравийского моря, Оманского и Аденского залива, в водах Индии и Пакистана, Западной Австралии, Западно-Индийского хребта, не опускаясь ниже 360 м. Голоэпипелагический вид.

Облавливается преимущественно пелагическим ярусом.

Для человека лисьи акулы не опасны. Будучи пойманными, могут наносить сильные удары мощной верхней лопастью хвостового плавника.

Семейство *Odontaspidae* – песчаные акулы

Семейство песчаных акул объединяет пять видов, входящих в один род *Odontaspis*. Два вида *O. tricuspidatus* и *O. kamoharai* обитают в эпипелагиали прибрежных вод Индийского океана.

*Индоокеанская песчаная акула (O. tricuspidatus)* достигает в длину 6,1 м. Половая зрелость наступает при достижении длины 3 м. Яйцеживородящая. Питается рыбой, в т. ч. акулами и скатами, а также моллюсками.

Встречается в эпипелагиали прибрежных вод. Обитает в Аденском, Оманском и Бенгальском заливах, в водах полуострова Индостан, на отмелях Агульяс и Этуаль на глубинах 35–390 м.

*Акула-крокодил, ложнопесчаная акула – O. kamoharai.* Размеры особей, выловленных в Индийском океане, колебались от 0,91 до 2,19 м, масса – от 3,1 до 77,0 кг. Яйцеживородящая с внутриматочным каннибализмом. Вынашивает в каждой матке по 1–2 эмбриона. Длина рождаемых детенышей около 0,4 м. Питается рыбами, ракообразными и моллюсками.

Эпипелагический вид. Встречается в открытых и прибрежных водах. Отмечена в водах Восточной Африки, Мозамбикского пролива, островов Суматра и Ява, Бенгальском заливе на глубинах 80–244 м.

Семейство *Carcharhinidae* – серые акулы

К группе пелагических акул относятся пять представителей этого семейства – черноперая, длиннорукая, шелковая, тигровая и синяя или голубая акулы.

Черноперая, длиннорукая, шелковая и синяя акулы относятся к голоэпипелагической группировке эпипелагиали, т. е. постоянно живущих в этом ихтиоценозе. Тигровая акула является ксеноэпипелагическим видом, представляющим собой более или менее случайный элемент в поверхностном слое воды [19].

*Черноперая акула – Carcharhinus limbatus.* В Индийском океане отмечены особи длиной 0,72–2,98 м, массой 2,23–310,0 кг. Половая зрелость наступает при длине 1,9 м и массе 50 кг. Живородящая. Число эмбрионов от 3 до 18. Длина новорожденных акул 0,50–0,68 м. В составе пищи отмечены фрагменты марлинов, парусников, тунцов и алепизавров, скатов-хвостокотов, карангид, скумб-

рий, аротронов, балистид и других пелагических рыб, креветок, крабов-плавунцов, богомоллов, аргонавтов, кальмаров, дельфинов. Как видим, избирательность в питании у черноперой акулы отсутствует.

Ареал черноперой акулы в Индийском океане широк. Она встречается в водах Южной Африки, Мозамбика, Танзании, островов Сокотра, Масира, Мадагаскар, Сейшельских, отмели Агульяс, Этуаль, Красного и Аравийского морей, Аденского, Персидского и Бенгальского заливов, архипелага Чагос, банок Сянде-Малья, Назарет, водах у горы Экватор, Никобарском проливе, эпипелагиали открытых вод океана на глубинах 50-300 м [7].

*Длиннорукая акула – C. longimanus.* Достигает 4 м в длину. В Индийском океане встречаются особи длиной 0,90-2,65 м, массой 4-98 кг. Впервые созревающие самки отмечены при длине 1,8-1,9 м, самцы – 1,75-1,98 м. Живородящая. Период беременности длится около года. Рождает от 5 до 15 акулят длиной 0,6-1,0 м.

Питается длиннорукая акула самыми различными объектами. В пищевом комке отмечены фрагменты акул, пелагических скатов-хвостоклов, тунцов, меч-рыбы, марлинов, корифен, барракуд, тарактесов, сардин, морских окуней, рыбы-хирурга, сельдяного короля, икра летучих рыб, плавающие водоросли, кишечнополостные, кальмары, остатки погибших черепах, млекопитающих и птиц. Масса отдельных фрагментов тунцов доходит до 10-11 кг. Следуя за судами в открытом океане, акула подбирает камбузные отходы. Как видим, в диете длиннорукая акула не привередлива и поедает все, что может отыскать в воде.

Длиннорукая акула – космополит, обычна в поверхностных водах тропических и субтропических широт всех океанов (предпочитаемая температура 18-28 °С), хотя часть особей опускается на глубину 200-250 м. Репродуктивный ареал длиннорукой акулы охватывает тропические широты, а нагульный – преимущественно умеренные. Одной из причин изменений глубин ее обитания является вертикальное распределение температуры воды. В районах, где выражен слой температурного скачка, акула обитает в основном выше его или в самом скачке. В районах с более равномерным вертикальным распределением температуры (размытым слоем температурного скачка) она держится глубже, вплоть до нижней границы температуры обитания [8].

Этот типично эпипелагический вид образует стаи в районах скопления мелких пелагических рыб (скумбриевых, сельдевых, ставридовых), а также кальмаров, которыми питается. В Индийском океане встречается повсеместно в удалении от материков, островов, банок и отмелей. Границей ареала на юге являются 40-е широты. Голоэпипелагический вид. Ее численность в районах, прилегающих к материкам, ниже, чем в открытом океане.

*Шелковая акула – C. falciformis.* Распространена в тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и восточной части Тихого океанов. Относительно stenotherмный вид и обитает в диапазоне температур воды от 23,3 до 29,4 °С. В Индийском океане зарегистрированная максимальная длина 3,33 м, масса 130,0 кг. Половая зрелость наступает у самок при длине 1,87-2,20 м, у самцов 2,13-2,60 м. Шелковая акула живородяща и может приносить до 14 детены-

шей длиной 0,75-0,85 м. Беременность, вероятно, длится около года. В желудках обнаружены фрагменты желтоперых и длинноперых тунцов, диодонтиды, миктофиды, морские сомы, барабули, макрели, кальмары, крабы-плавунцы, наутилусы. В Индийском океане встречается в водах Южной Африки, Мозамбика, Танзании, Кении, Сомали, Омана, островов Коморских, Альдабра, Сейшельских, Мальдивских, Мадагаскара, Шри-Ланки. Отмечена в Красном море, Аденском заливе, на банке Сая-де-Малья, у архипелага Чагос. Населяет прибрежные и открытые воды океана. Держится обычно около поверхности, но иногда опускается и на глубину до 500 м.

Голоэпипелагический вид.

*Тигровая акула* – *Galeocerdo cuvieri* (максимальная длина 9,1 м). В Индийском океане отмечены особи длиной 0,77-3,90 м, массой 2,9-450,0 кг. Тигровая акула относится к яйцеживородящим видам, ее эмбрионы не имеют плацентарной связи с организмом матери. Половая зрелость наступает при длине 2,10-2,40 м. Одна самка приносит 30-50 акул; максимальное зарегистрированное число детенышей – 82. В Индийском океане у тигровых акул отмечалось от 4 до 22 эмбрионов размерами от 54,5 до 60 см. По нашим данным в спектре питания тигровой акулы Индийского океана выделено 9 групп кормовых компонентов, а именно: двустворчатые моллюски, головоногие моллюски, крабы-плавунцы, лангусты, рыбы, морские змеи, черепахи, птицы и млекопитающие (дельфины). Преобладающими пищевыми объектами тигровых акул были рыбы, дельфины, крабы-плавунцы и головоногие моллюски. Из рыб в желудках тигровых акул наиболее часто встречались кузовки, рыба-еж, парусники и тунцы.

Фрагменты тунцов имели массу до 18 кг, парусников – до 16 кг, акул – до 12 кг.

Нами была выловлена тигровая акула, в желудке которой находились фрагменты тигровой акулы. Каннибализм среди акул известен, но носит, видимо, факультативный характер [12].

Как видим, тигровая акула является эврифагом и потребляет в пищу организмы 2-5 трофических уровней.

Тигровая акула широко распространена в тропических, субтропических и умеренных водах Мирового океана, в основном в пределах от 30° с.ш. до 30° ю.ш. в прибрежных и океанических водах.

В Индийском океане тигровая акула известна из вод восточного побережья Африки, Красного моря и Аденского залива, Аравийского моря, Оманского, Персидского и Бенгальского заливов. Встречается у о. Сокотра и Шри-Ланки, у Мальдивских и Лаккодивских и Сейшельских островов, на банке Сая-де-Малья, у архипелага Чагос на глубинах 12-320 м в диапазоне температур от 10 до 30 °С. На основании фактических данных можно заключить, что в Индийском океане тигровая акула распространена повсеместно. Вид тяготеет к банкам, материковому и островным шельфам и склонам. Часто встречается в заливах и лагунах. Очевидно, тигровая акула является неритическим видом, но в поисках пищи выходит в открытые воды.

Ксеноэпипелагический вид.

*Синяя, или голубая акула (Prionace glauca)* – космополит тропических, субтропических и умеренно теплых вод Мирового океана. Длина тела синей акулы достигает 6,50 м, по некоторым сообщениям 7,50 м. В Индийском океане отмечались особи длиной 0,62-4,7 м, массой 1,0-600 кг. Половая зрелость наступает при длине около 1,6 м. Это живородящая рыба [9]. Число вынашиваемых эмбрионов может достигать 135 длиной около 0,50 м, обычно меньше. Беременность длится несколько месяцев. Имеет место явление каннибализма. Акулята могут быть съедены родительницей, и поэтому они по рождению тут же покидают ее. Стаи голубых акул состоят из примерно одноразмерных особей. Районы размножения этой акулы относятся к продуктивным прибрежным участкам с теплыми водами (не ниже 20 °С) за пределами тропиков. Питается акулами, скатами, тунцами, меч-рыбами, марлинами, парусниками, мероу, барракудами, алепизаврами, прилипалами. Может синяя акула питаться алетисами, аротронами, макрелещуками, удильщиками, морскими лещами. В желудках акулы встречаются миктофиды, спинороги, скумбрии, рыбы-сабли, диодонтиды, карангиды, рыба-луна, икра летучих рыб, наutilusы, крабы, богомолы, креветки, кальмары, осьминоги, куски птиц и дельфинов, оболочники. В желудках синей акулы можно обнаружить отходы камбуза, рыбцеа и другой, выброшенный с судов, мусор. Все это указывает на отсутствие какой-либо избирательности в питании синей акулы.

Обычно ее можно видеть двигающейся в поисках пищи у поверхности с выступающими над водой кончиками спинного и хвостового плавников. При атаке развивает скорость до 10 м/с.

В Индийском океане северной границей распространения синей акулы является Аравийское море и Бенгальский залив [5]. На юге ее ареал ограничен 43° ю.ш., т. е. зоной южной субтропической конвергенции.

Синяя акула относится к числу наиболее эврибионтных хрящевых рыб. Диапазон поверхностной температуры в районах распространения синей акулы весьма широк – крайние пределы, при которых она встречается в Индийском океане, 8 и 23 °С.

Синяя акула – голоэпипелагический, т. е. типичный океанический вид, не связанный на какой-либо стадии жизненного цикла с прибрежными водами, обитает в открытом океане на глубинах от поверхности до 400 м. Но все же она наиболее многочисленна в субтропических районах, прилегающих к неритическим и псевдонеритическим зонам. Это объясняется повышенной продуктивностью данных районов и наличием там массовых кормовых объектов – рыб, кальмаров и ракообразных, которыми питается синяя акула.

Семейство Sphyrnidae – молотоголовые акулы

*Обыкновенная акула-молот (Sphyrna zygaena)* достигает длины 4 м. Космополит. Населяет тропические, субтропические и умеренные воды Мирового океана.

В Индийском океане отмечены особи длиной до 3,6 м, массой до 180 кг. Половая зрелость у самок наступает при длине около 2,4 м, у самцов 2,1 м. Живородящая. У беременных акул из Индийского океана насчитывалось от 13 до 45 эмбрионов. Одна самка рождает 32-36 акул длиной от 0,50 до 0,61 м. В составе

пищи отмечены фрагменты мелких акул, скатов-хвостоколов, сельди, морские сомы, макрели, морские караси и другие костистые рыбы, а также кальмары, крабы и креветки. Довольно многочисленна в водах Южной Африки, Мозамбика, Сомали, Омана, Пакистана, Индии, заливах Аденский, Персидский, Бенгальский, Кач, проливах Полк и Камаран. Встречается на Западно-Индийском хребте, на банках Сая-де-Малья и Назарет, у горы Экватор на глубинах 23-345 м [7]. Ксеноэпипелагический вид. Обитает преимущественно в неритической зоне, иногда выходит в открытые воды океана.

*Гигантская акула-молот (Sphyrna mokarran)* достигает длины тела до 6,1 м. В Индийском океане облавливались особи длиной 1,5-3,07 м, массой 12,0-173 кг. Половая зрелость у самок наступает при длине 2,5-3,0 м, у самцов – 2,3-2,7 м. Живородящая. Период беременности длится не менее 7 мес. Рождает от 11 до 42 акул длиной около 0,50 м. Питается акулами различных видов, скатами и костистыми рыбами. В желудках отмечены луциановые, ставриды, тарпоны, сардины, морские сомы, рыбы-жабы, ворчуны, горбыли, каменные окуни, морские языки, кузовки, фахаки, а также кальмары, осьминоги и крабы, т.е. в основном гидробионты демерсального комплекса. Космополит. Обитает от дна до эпипелагиали тропических и субтропических вод Мирового океана. В западной части Индийского океана встречается от Южной Африки до Аденского залива, в Бенгальском заливе, в водах Сейшельских островов, на банке Сая-де-Малья, на Западно-Индийском хребте, у горы Экватор на глубинах 10-600 (в основном до 100) м. В поисках добычи может заходить в заливы и лагуны.

В Индийском океане к экологической группе акул, обитающих в эпипелагиали, нами отнесено 16 видов, относящихся к 5 семействам. Населяют хищные пелагические акулы воды от Аравийского моря и Бенгальского залива до зоны Субтропической конвергенции, т. е. широкотропический (тропическо-субтропический) и субтропический типы ареалов. Наиболее характерен для акул эпипелагиали первый тип ареала, и только акулы сельдевая *Lamna nasus* и синяя *Prionace glauca* проникают в южнобореальные и нотальные воды, размножаясь, однако, в теплых широтах. Эти рыбы совершают в открытом океане протяженные передвижения в поисках пищи [3]. Все они являются крупными пелагическими хищниками. Сюда входят все широко известные представители сельдевых акул (сем. *Lamnidae*), белая акула, встречающаяся от поверхности до глубин 250 м, сельдевая акула – от 0 до 500 м, 2 вида акул-мако, обычных в диапазоне глубин 70-400 м, и все семейство лисьих акул (*Alopiidae*). При этом обыкновенная лисья акула держится на глубинах 0 до 400 м и нередко в погоне за добычей выпрыгивает из воды, большеглазая лисья акула, относительно глубоководный вид, предпочитает глубины 200-500 м, а пелагическая не опускается ниже 360 м.

К эпипелагическим видам относятся также 2 вида семейства *Odontaspidae* (*O. tricuspidatus* и *O. kamoharai*).

Значительная доля в этой группе приходится на представителей серых акул (*Carcharhinidae*), батиметрический диапазон которых перекрывается, но различен для разных видов. Так, у длинноперой акулы он охватывает глубины от 0 до 150 м, у черноперой – от 50 до 300 м, у синей – от 50 до 500 м [7].

Представители молотоголовых акул *S. zygaena* и *S. mokarran* населяют, преимущественно, эпипелагиаль неритической зоны и являются ксеноэпипелагическими видами открытых вод Индийского океана.

Акулы, как известно, относятся к рыбам с внутренним оплодотворением.

По типу размножения все пелагические хищные акулы относятся к живородящим и яйцеживородящим.

Их спаривание происходит в тропических и субтропических районах Индийского океана в течение всего года, о чем свидетельствуют многочисленные факты поимки беременных самок в любое время года [4, 6].

Продолжительность сроков беременности различна. Наибольший период беременности – от 9 до 15 месяцев – характерен для сем. *Carcharhinidae*.

Плодовитость живородящих акул в целом невелика. Минимальная плодовитость составляет 2 эмбриона у лисьих акул и максимальная – 135 эмбрионов у *Prionace glauca*. Следует особо подчеркнуть, что виды с более высокой плодовитостью, учитывая хорошую выживаемость, имеют более высокую численность, по сравнению с менее плодовитыми. Из хищных акул эпипелагиали самой многочисленной является *P. glauca*. Вымет эмбрионов не привязан строго к каким-либо сезонам и может происходить в любой период года.

Столь совершенный и весьма редкий у рыб тип размножения пелагических акул способствует хорошему выживанию молоди и поддерживает стабильность численности вида при невысокой плодовитости.

Ареалы и вертикальное распределение хищных акул в океанической пелагиали в значительной мере зависят от температурного фактора. Перемещения же акул в пределах ареала обусловлены трофическими причинами. Эпипелагические акулы являются важным звеном трофической пирамиды океана, находясь на ее верхних ступенях и на самой вершине.

По характеру питания группа крупных хищных пелагических акул относится к видам со смешанным питанием. В составе пищи этих акул отмечены представители 28 семейств костистых акул, 6 семейств хрящевых рыб, в основном акул, фрагменты черепах, дельфинов и морских птиц. Такая эврифагия выработалась как приспособление к нестабильной кормовой базе, наблюдаемой в пелагиали открытого океана. Вероятно поэтому именно среди них находятся виды, у которых достоверно описаны случаи нападения на людей.

Пищевой спектр пелагических акул тесно связан с особенностями их распространения. Прослеживается следующая закономерность: чем шире ареал того или иного вида, тем разнообразнее его пищевые компоненты (*P. glauca*, *C. longimanus* и др.) [6].

Качественный состав пищи определяется местом обитания вида. У активных океанических хищников в пищевом рационе преобладают рыбы.

У акул, населяющих широкотропический ареал, не наблюдается заметных сезонных перемен в питании. Однако в периоды подходов массовых рыб (скумбрии в Аденском заливе, тунцов у г. Экватор, ставриды у б. Уолтерс и др.) интенсивность питания акул возрастает, пищевой спектр сужается, и они полностью переходят на питание соответствующим массовым объектом. Известно, что для



пелагических акул характерен медленный метаболизм. Переваривание пищевого комка у акул, как и у всех хищников, происходит только в желудке. Акулы (в частности, кархарадон), наполнив вместительный желудок большими кусками животной калорийной пищи, могут полностью обеспечить свои энергетические потребности на значительное время, находясь в состоянии, близком к оцепенению. Гидростатическое равновесие при этом у акул обеспечивается большой печенью с высоким содержанием жира. Причем, у кархарадона, который является пойкилотермным организмом, внутрижелудочная температура может превышать температуру окружающей водной среды на 7,4 °С [19]. Такая «аномалия» объясняется выделением тепла (экзотермическая реакция) при расщеплении белков и жиров.

По нашему мнению, хищные пелагические акулы, находясь на верхних ступенях трофической цепи (4-5 и более уровни), не оказывают негативного влияния на численность низших звеньев (своих кормовых объектов), среди которых немало промысловых рыб, что обеспечивается отмеченными выше особенностями их питания и разреженным распространением в большинстве районов Индийского океана.

Живорождение, разнообразие форм питания, очень широкий пищевой спектр и всеядность хищных акул пелагиали обусловили в процессе филогенетического развития их сохранение, широкое распространение, относительно высокую численность по сравнению с другими акулами.

Несмотря на всеядность и грозную репутацию, акулы имеют достаточно много врагов и конкурентов. Пожалуй самым опасным и многочисленным из них в тропических и субтропических районах Индийского океана является короткоплавниковая гринда (*Globicephala macrorhyncha*). Авторами неоднократно наблюдались группы гринд, следующих вдоль ярусных порядков и оставляющих после себя на крючках ярусов объединенных акул, тунцов и мечерылых. Характер прикуса (рваные измочаленные остатки) исключает возможность отнесения таких обеданий на счет акул, поскольку последние оставляют жертвы с четкими, как бы вырезанными ранами. Известны случаи нападения на акул и других млекопитающих – кашалотов и морских львов. В схватках с меч-рыбой не всегда побеждают акулы. В одной из научно-исследовательских экспедиций авторами статьи зафиксирован случай поимки обыкновенной акулы-мако (*I. oxyrinchus*) с обломанным рострумом меч-рыбы, насквозь пронзившим жаберы на уровне пятой жаберной щели.

Пищевая конкуренция существует не только между акулами и крупными костистыми и млекопитающими, но и в еще большей степени, между акулами разных видов; внутривидовой конкуренцией объясняется, по-видимому, и каннибализм.

Подтверждением сказанному служит нахождение в желудках многих хищных пелагических акул как фрагментов акул других видов, так и собственного [4, 6].

Однако наибольший урон популяции хищных акул пелагиали наносит человек, причем не только промыслом, но и совершенно бессмысленным уничтоже-

нием этих древнейших обитателей океана при любой возможности, что связано с укоренившимся и совершенно ложным стереотипом об опасности всех акул.

Все пелагические акулы являются объектами промысла. По предварительным оценкам при соответствующей организации промысла вылов акул может составить порядка 35-40 тыс. т.

### **Тунцы**

Тунцы, согласно современным представлениям, входят в семейство scomброидных рыб (Scombridae). Рассматриваемые нами виды желтоперый, большеглазый, длинноперый, австралийский и полосатый тунцы относятся соответственно к родам *Thunnus* (благородные, настоящие тунцы) и *Katsuwonus*.

*Желтоперый тунец (Thunnus albacares)* в Индийском океане в наших уловах достигал длины 195 см, массы 78 кг. Длина впервые нерестящихся самок желтоперого тунца составляет 52 см, самцов – 50-60 см.

Желтоперый тунец совершает вертикальные миграции до горизонта 250 м и более. Глубина распространения зависит от биологического состояния рыб, условий среды обитания и возраста. В преднерестовый и нерестовый периоды основные концентрации держатся на глубинах 50-180 м, а в период нагула – на 130-220 м и более. Тунцы избегают слоев воды с кислородным минимумом. Крупные тунцы придерживаются больших глубин, а молодь и личинки населяют поверхностные воды.

Массовое наступление половой зрелости (50 %) у самок и самцов отмечается при достижении длины 100-110 см, что соответствует возрасту 3 года. Нерест происходит круглогодично. Пик нереста желтоперого тунца в северо-западной части Индийского океана приходится на ноябрь-февраль.

Желтоперый тунец является облигатным хищником на всех этапах жизненного цикла. Во всех районах распространения спектр питания весьма широк и насчитывает более 100 видов эпи- и мезопелагических животных, преимущественно рыб из семейств Sternoptychidae, Gonostomatidae, Paralepidae, Alepisauridae, Mucrophidae, Exocoetidae, Anoplogasteridae, Bramidae, Gempylidae, моллюсков из сем. Ommastrephidae, Onychoteuthidae, Euploteuthidae, Argonautidae и ракообразных, представленных Amphipoda и Stomatopoda [21].

Ареал желтоперого тунца в Индийском океане занимает тропическую и субтропическую зоны океана, расположенные севернее 30° ю.ш. В юго-западной части океана желтоперый тунец распространен до 40° ю.ш. Однако наибольшие его концентрации наблюдаются в двух районах. Первый расположен в экваториальной зоне (10° с.ш.-10° ю.ш.), причем плотность скоплений выше, чем в восточной [10, 20]. Второй район расположен в юго-западной части океана (30-40° ю.ш., 20-30° в.д.).

Преимущественно голоэпипелагический вид.

*Большеглазый тунец (Thunnus obesus)* распространен на огромной акватории Индийского океана, расположенной от 45° ю.ш. до 25° с.ш. в западной части, а в восточной части океана (85-115° в.д.) – до 50° ю.ш. Однако его наиболее плотные концентрации отмечены в следующих трех районах: 5-10° с.ш., 55-75° в.д.; 5° с.ш.-10° ю.ш., 80-115° в.д.; 25-30° ю.ш., 60-95° в.д.

Размеры большеглазого тунца в ярусных уловах колебались от 38 до 224 см, масса – от 1,0 до 142 кг. Характерной особенностью является то, что в районе 30-35° ю.ш. в основном облавливались неполовозрелые тунцы.

Продолжительность жизни – 10 лет и более. Основу уловов составляют 2-5-годовики [22].

Совершает миграции в диапазоне глубин от поверхности до 380 м. Однако его наибольшие скопления придерживаются глубин 150-250 м [14].

В Северном полушарии нерест длится с февраля по июнь, а в Южном – с октября по апрель. Различия в сроках нереста, очевидно, связаны с наличием нескольких популяций в структуре большеглазого тунца Индийского океана [22].

Плодовитость 2,9-6,3 млн. икринок.

Спектр питания большеглазого тунца довольно широк. Основу пищевого комка составляют рыбы, кальмары и ракообразные. Из рыб преобладают паралепис (*Paralepis elongata*) и алепизавр (*Aleoisaurus ferox*), из ракообразных – краб-плавунец (*Charybdis smithii*) и креветка (*Oplophorus typus*), из головоногих моллюсков – аравийский пурпурный кальмар (*Sthenoteuthis oualaniensis*) [15, 13].

Голоэпипелагический вид.

*Длинноперый тунец (альбакор) – Thunnus alalunga.* Длина альбакора в уловах колебалась от 60 до 130 см, масса – от 4,5 до 35 кг.

Ареал длинноперого тунца охватывает акваторию между 15° с.ш.-40° ю.ш., но основные места обитания находятся южнее 10° ю.ш.

По многолетним наблюдениям, севернее 30° ю.ш. длинноперый тунец представлен крупными рыбами (в основном половозрелыми) длиной свыше 95 см. Южнее 30° ю.ш. (главным образом в западной части) обитает неполовозрелая часть популяции, состоящая из особей длиной менее 95 см.

Длинноперый тунец совершает вертикальные миграции от поверхности до глубины 300 м и более, но основные его концентрации сосредоточены на глубинах 180-220 м.

Нерест длинноперого тунца приурочен к теплomu времени года; в Северном полушарии – к весеннему, а в Южном – к летнему периоду.

У альбакора, как и у других видов тунцов, избирательность в питании отсутствует. В Северном полушарии основную массу пищевого комка зимой составляют рыбы, преимущественно алепизавры, гемпиловые и кальмары, а летом – молодь рыб. В Южном полушарии в питании преобладают мелкие кальмары и ракообразные.

Голоэпипелагический вид.

*Австралийский (южный синий) тунец – T. maccoyii.* Австралийский тунец населяет тропические и умеренные воды южной части Индийского, Тихого и Атлантического (30-50° ю.ш.) океанов.

Ареал южного синего тунца в Индийском океане охватывает район от 30 до 50° ю.ш. в западной части океана и от 10 до 50° ю.ш. – в восточной. Южный синий тунец – голоэпипелагический океанический вид, большую часть жизни проводящий при температуре воды от 5 до 20 °С. В Индийском океане максимальная отмеченная длина южного синего тунца 225 см, в уловах преобладают особи длиной 160-200 см.

Нерестовый сезон сильно растянут во времени и длится с сентября по март (лето Южного полушария). Нерестующие особи и личинки отмечены при температуре поверхностного слоя воды выше 20 °С. Половой зрелости достигает, в основном, при длине 130 см и массе около 40 кг, что соответствует возрасту 3 года.

Спектр питания австралийского тунца весьма разнообразен: это рыбы, ракообразные, моллюски, сальпы и представители других групп морских животных.

*Полосатый тунец (Katsuwonus pelamis)* является космополитом. Океанический вид. В Индийском океане встречается повсеместно в северной части и южнее экватора до границ зоны антарктической конвергенции – 50° ю.ш. Крайние широтные границы ареала полосатого тунца совпадают с летним положением изотермы 15 °С.

Достигает длины 110 см и массы 34 кг. В наших уловах длина полосатого тунца колебалась от 30 до 92 см. Массовое половое созревание (50 %) наступает в возрасте 2 года при длине самок 43 см, самцов – 40 см.

Нерест полосатого тунца происходит круглогодично. Отмечается два периода нерестовой активности – ноябрь-январь и апрель-июнь [21].

Полосатый тунец питается главным образом в поверхностных слоях воды.

В составе пищи отмечено более 10 видов беспозвоночных и рыб. Основу рациона полосатого тунца составляют анчоусы (*Engraulidae*), малый кубоглав (*Cubiceps pauciradiatus*), паралепис (*P. elongatus*), алепизавры (преимущественно *A. ferox*), летучие рыбы (*Exocoetidae*), макрелевый тунец (*Auxis thazard*), арабийский пурпурный кальмар (*S. oualaniensis*), пелагический краб (*Ch. smithii*), гиперииды (*Hireridae*), эуфаузииды (*Euphausiidae*).

Голоэпипелагический вид.

Тунцы представляют замечательную группу скумбриевидных с идеально приспособленной для скоростного плавания веретенообразной формой тела.

Тунцы – крупные океанические рыбы, и только полосатый тунец относительно невелик. Ареалы большеглазого, желтоперого, длинноперого и полосатого тунцов можно отнести к глобальным циркумтропическим, так как эти виды являются космополитами и обитают в тропических и субтропических водах всех океанов, проникая в умеренную зону Северного и Южного полушарий. К типичным океаническим видам относится и южный синий тунец, населяющий субтропические и умеренные воды исключительно южной части Индийского, Тихого и Атлантического (30-50° ю.ш.) океанов.

Северная граница ареала тунцов в Индийском океане ограничивается сушей. Крайние южные границы ареала большеглазого тунца совпадают с летним положением изотермы 13°, желтоперого – 16-17°, длинноперого – 13° и полосатого 15° на поверхности воды. В летний период тунцы мигрируют до экстремальных границ ареала, а в зимнее время совершают миграции в обратном направлении – к экватору.

Представители этой группы тунцов являются голоэпипелагическим видами. Характерная особенность биологии тунцов – это их постоянное плавание.

Находясь в непрерывном активном движении, тунцы перемещаются в широком диапазоне глубин: от поверхности океана до слоев воды, лежащих под термоклином, на глубины, превышающие 400 м. Желтоперые тунцы в основном обитают на глубинах 50-150 м, непосредственно вблизи слоя скачка, большеглазые – в слое глубинного максимума кислорода, в основном 150-250 м. Границей, разделяющей экологические ниши обитания этих двух видов, служит слой поверхностного минимума кислорода [14]. Исключение составляет полосатый тунец, который удерживается преимущественно в верхнем квазиоднородном слое воды. Средняя скорость плавания особей всех возрастов находится в пределах 1,3-1,5 длины тела в секунду, что обеспечивает поддержание гидростатического равновесия [21].

В отличие от большинства рыб температура тела тунцов на 4-10 °С выше, чем температура окружающей среды что обеспечивается совершенно уникальным строением кровеносной системы, направленным на сохранение в организме тепла.

При этом происходит сохранение мощности мышечных сокращений тунцов при погружении в слои ниже температурного скачка, где температура воды снижается до 8-10 °С. Важная особенность движения тунцов состоит в их непрерывном крейсерском плавании в вертикальной и горизонтальной плоскостях с открытым ртом, что необходимо для вентиляции жабр и эффективного поиска пищевых организмов [21].

Океанические тунцы совершают протяженные миграции из восточной части океана в западную и обратно. Таким образом, постоянные миграции и другие черты биологии позволили адаптироваться тунцам к обитанию в эпипелагиали на обширных олиготрофных акваториях открытого океана.

Впервые нерестящиеся особи настоящих тунцов отмечаются в возрасте 3-4, у полосатого тунца на втором году жизни. В уловах преобладают самцы.

Тунцы являются многопорционно нерестящимися видами с высокой плодовитостью, которая сильно варьирует и зависит от размеров рыб. Так, у самки полосатого тунца длиной 41 см количество икринок составило 80 тыс. шт. Плодовитость южного синего тунца при длине 158 см составила 15 млн. икринок. Икра и личинки развиваются в приповерхностном 3-5-метровом слое. Их нерест продолжается в течение круглого года с пиками нерестовой активности, приходящимися на периоды наибольшей обеспеченности пищей. Высокий репродуктивный потенциал тунцов позволяет нивелировать воздействие промысла и способствует относительно быстрому восстановлению численности.

Все эпипелагические тунцы Индийского океана являются облигатными хищниками на всех этапах жизненного цикла. На ранних личиночных стадиях они зоопланктофаги, переходящие уже при длине 13-17 мм на питание рыбами, ракообразными и головоногими моллюсками [23]. Таким образом, в процессе онтогенеза у тунцов наблюдается изменчивость трофических отношений. На различных онтогенетических этапах они занимают разные экологические трофические ниши. Тунцы, как и другие крупные хищники открытого океана, обладают большой пищевой пластичностью, позволяющей использовать в качестве

корма любых животных. Среди жертв тунцов преобладают массовые мелкие животные или молодь крупных видов [21]. Избирательность в питании отсутствует: в составе пищи у тунцов Индийского океана нами отмечено от 10 у полосатого тунца и 40 – у большеглазого тунца до 72 видов беспозвоночных и рыб у желтоперого тунца.

Существенно различается видовой состав рыб из желудков настоящих тунцов, пойманных разными орудиями лова. «Поверхностные» тунцы перемещаются и охотятся в самых верхних горизонтах океана, поедая стайных эпипелагических рыб. «Подповерхностные» тунцы, образуя более разреженные стаи, мигрируют в толще воды в диапазоне глубин от 50 до 320 м. В качестве ориентира своего погружения, в период активного питания, они используют нижнюю границу температурного скачка. Поэтому в их желудках в большом количестве представлена фауна нижней эпипелагиали и верхней мезопелагиали.

В «поверхностных» косяках и настоящие (или благородные), и полосатый тунцы питаются одними и теми же жертвами. Это преимущественно анчоусы, кубоглав, летучие рыбы, в меньшей степени пурпурный кальмар, пелагический краб и макрелевый тунец.

Крупные (до 500 т) косяки тунцы создают в местах нагула, питаясь теми объектами, которые образуют массовые скопления. В желудках тунцов из таких косяков обычно отмечается 1-2 кормовых объекта, состав пищи одинаков у всех рыб косяка [21].

Основу питания «подповерхностных» косяков, облавливаемых ярусом, составляют крабы, кальмары, паралеписы, алепизавры, макрелевый тунец.

Для тунцов западной части Индийского океана выявлена характерная смена доминирующих в питании видов, совпадающая со сменой муссонов. В период зимнего муссона в западной экваториальной части Индийского океана в пище настоящих тунцов доминируют головоногие моллюски, пелагический краб и рыбы – летучие рыбы, алепизавры и паралеписы. В период летнего муссона в питании тунцов из уловов ярусом наиболее важным объектом являются гиперииды, тунцы рода *Auxis*, гемпиловые и кальмары, из рациона исчезает пелагический краб, но появляется макрелевый тунец. Это связано с сезонным изменением океанской циркуляции и сменой доминирующих видов в эпипелагическом сообществе. Так, преобладание в пище тунцов в зимний сезон пелагического краба связано с переходом его к пелагической фазе жизненного цикла, размножением и выносом в открытые воды Сомалийским течением и Экваториальным противотечением из района Африканского рога. В период зимнего муссона формируются и обширные скопления анчоусов и кубоглавоу. К началу летнего муссона эти скопления значительно выедаются, возрастает конкуренция за поверхностный корм. В период летнего муссона в питании полосатого тунца возрастает роль летучих рыб. Благородные тунцы при низких концентрациях в поверхностных слоях образуют подповерхностные стаи, переходя на питание мелкоагрегированными организмами [11].

Отмеченная сезонность массового нереста желтоперого (ноябрь-апрель) и полосатого (ноябрь-январь и апрель-август) тунцов совпадает с естественными

флюктуациями численности кормовых объектов и соответствующего различия объемов их потребления. При этом в периоды снижения пресса желтоперого тунца на поверхностные пищевые агрегации полосатый тунец получает доступ к обильной пище и активизирует нерест.

Животные, которыми питаются тунцы, относятся к консументам различных трофических уровней – от 2-3-го (анчоусы, гиперииды, летучие рыбы, кубоглав) до 4-го (алеписавры, макрелевый тунец). Часть видов, в процессе онтогенеза переходят с низших трофических уровней к более высоким. Однако основа энергетической составляющей пищи тунцов приходится на консументов второго порядка, что сокращает пищевую цепь и поддерживает высокую биомассу тунцов.

Как видим, на разных жизненных этапах тунцы занимают различные трофические уровни и ниши.

Суточное потребление пищи колеблется от 4,2 до 5,3 % веса тела у желтоперого тунца, до 5,1 до 6,7 % у полосатого тунца.

Активные перемещения тунцов определяют быстрый метаболизм. Быстрому перевариванию пищи способствует толстостенный мускулистый желудок, буквально перетирающий пищу в результате энергичного сокращения мускулатуры стенок и движения складок слизистой оболочки. Такое строение желудка тунцов напоминает «книжку» – отдел желудка жвачных животных.

С точки зрения рыбохозяйственной науки, состояние запасов тунцов находится в хорошем состоянии. Но при организации промысла следует учитывать сезонное распределение тунцов и распределение их в тех или иных районах Индийского океана, т. е. их пространственные ниши.

По существующим оценкам Индоокеанской тунцовой комиссии, современный, довольно интенсивный промысел тунцов не оказывает негативного влияния на состояние их запасов в Индийском океане. Подсчитано, что годовая продукция желтоперого тунца составляет 1,1 млн. т, полосатого – 1,4 млн. т. Следовательно, общая годовая продукция только этих видов, равная 2,5 млн. т, обеспечивается за счет выедания ими части продукции более низких трофических уровней в объеме 73,0 млн. т, которая в свою очередь существует за счет потребления 4,4 млрд. т животных того же или более низкого трофического уровня [21].

Наиболее продуктивными районами в Индийском океане являются Сомалийско-Аравийский, Бенгальский и другие локальные апвеллинги, зона экваториальной дивергенции и районы, где проявляется орографический эффект, – у островных архипелагов и подводных хребтов.

Современный промысел тунцов не оказывает негативного влияния на состояние их запасов в Индийском океане. Общий вылов индоокеанских тунцов составляет 1,2 млн. т.

#### ***Надсемейство мечерылоподобные – Xiphoidea***

В надсемейство мечерылоподобных входят представители двух семейств: сем. Xiphiidae – мечерылые, состоящие из одного рода *Xiphias*, и сем. Istiophoridae – парусниковые, состоящие из трех родов: парусники (род *Istiophorus*), марлины (род *Makaira*) и копыносцы (род *Tetrapturus*) [17, 24].

В Индийском океане обитают следующие представители этой группы рыб: меч-рыба, парусник, короткорылый и полосатый копьеносцы и два вида марлинов – голубой и черный.

Семейство мечерылые – Xiphiidae

*Меч-рыба* – *Xiphias gladius*. Этот вид очень широко распространен в тропических и субтропических районах всех океанов, может проникать в умеренно теплые воды. Имелись случаи поимки меч-рыбы в Черном море. В Индийском океане встречается на обширной акватории – от южной части Красного моря до 45° ю.ш. и от восточного побережья Африки до Австралии.

В Индийском океане отмечены рыбы длиной от 95 до 422 см, массой от 5 до 250 кг. В период нагула встречается в широком диапазоне температур – от 12° и выше, но нерест происходит при температурных показателях не ниже 23,5°. Половое созревание происходит при длине 140-170 см в возрасте 5-6 лет [19]. Меч-рыба – самый быстрый представитель nekтона, способный развивать скорость до 130 км/ч. Нерест в Индийском океане очевидно происходит круглогодично. Нерестовые особи отмечались как в апреле-мае, так и в декабре-феврале. Плодовитость высокая, до 16 млн. икринок. Молодь обычно придерживается поверхностного 3-5-метрового слоя.

Пища меч-рыбы преимущественно состоит из рыб, головоногих моллюсков и ракообразных. В поисках пищи рыба-меч может опускаться на большую глубину, и в списке ее кормовых объектов значатся и приповерхностные (летучие рыбы), и полуглубоководные (миктофиды) виды. В выборе пищи меч-рыба не привередлива и поедает все, что попадает.

Голозепелагический вид, может встречаться в неритической зоне.

Держится в одиночку или небольшими стаями.

Семейство парусниковые – Istiophoridae

*Парусник* (*Istiophorus platypterus*) населяет тропические и субтропические воды. Встречается и в бореальных водах – до 45° ю.ш. В уловах отечественных судов отмечены особи длиной от 160 до 290 см, массой от 25 до 50 кг. Голозепелагический вид. Распространен практически на всей акватории Индийского океана не только в открытых водах, но и в прибрежной зоне, вблизи островов и отдельных поднятий (т. е. в неритической и псевдонеритической зонах). Образует незначительные скопления в Аденском заливе, Аравийском море, в водах Кении, Танзании и в Мозамбикском проливе.

Подавляющее большинство рыб в северо-западной части ловилось на глубине до 60 м. В западно-центральной зоне чаще облавливался на глубинах от 20 до 140 м, а в северо-восточной – на глубине 100-120 м.

Половозрелым становится при длине 130-140 см. Нерест, очевидно, происходит круглогодично. Особи с гонадами на III и IV стадиях зрелости встречались и в мае, и в октябре-декабре.

Спектр питания парусника широк и включает в себя головоногих моллюсков, рыб и ракообразных. Наиболее часто встречаются кальмары, а из рыб – светыющиеся анчоусы, корифены, ставрида, летучие рыбы и малые тунцы, из ракообразных – крабы-плавунцы и крабы-богомолы. При атаке на добычу использует



свое «копье» в качестве орудия охоты. Как видим, вырост верхней челюсти (рострума) играет не только гидродинамическую роль.

*Коротконосый копьеносец (Tetrapturus angustirostris)* обитает вдали от берегов в тропических и субтропических водах Мирового океана. В Индийском океане в наших уловах отмечен в районе Сейшел-Маскаренского хребта. Длина особей достигает 240 см и массы 90 кг. Нерест происходит летом соответствующего полушария. В составе пищевого комка встречаются кальмары, малые тунцы, скумбрия, светящиеся анчоусы.

Голоэпипелагический вид. Держится в подповерхностном слое на глубине от 75 до 220 м.

*Полосатый копьеносец (T. audax)* длина которого превышает 3,5 м, а масса 220 кг, населяет преимущественно тропические, субтропические воды Индо-Пацифики. Проникает в умеренные воды. Иногда встречается в Юго-Восточной Атлантике.

В Индийском океане распространен по всей акватории от Африки до берегов Азии и Австралии. Места нагульных скоплений отмечены в водах Сомали и Аравийского моря на глубинах 80-120 м с температурой 20-25 °С. В восточной части отдельные экземпляры облавливались на глубинах до 320 м. В наших уловах размеры рыб колебались от 135 до 356 см, масса от 21 до 195 кг. Плодовитость полосатого копьеносца около 14 млн. икринок, развивающихся в толще воды [19]. В Индийском океане севернее экватора в марте-мае, а в центрально-восточном районе в сентябре-октябре встречались особи с гонадами на III, IV и V стадиях зрелости. По-видимому, в этих районах происходит нерест полосатого копьеносца.

Питается полосатый копьеносец рыбой – алепизаврами, змеиными макрелями, макрелешукой, светящими анчоусами, малыми тунцами, молодой мечерылых, морскими лещами, кальмарами.

Голоэпипелагический вид. Совершает значительные широтные миграции, в ходе которых в теплое время года перемещается в более высокие широты, а зимой возвращается в тепловодные районы ареала.

*Синий (голубой) марлин (Makaira mazara)* встречается только в водах Индийского и Тихого океанов. Принадлежит к наиболее крупным костистым рыбам, живущим в наше время, способным достигать в длину более 5 м и массы более 900 кг [19]. В Индийском океане отмечены особи длиной от 190 до 387 см, массой от 40 до 390 кг. Синий марлин – типично океаническая рыба, относительно редкая в неритической зоне. Держится в поверхностных слоях воды, только над слоем температурного скачка. Нерест происходит в тропических районах и наблюдается в течение всего года, с пиками в летние месяцы соответствующего полушария. Отличается очень высокой плодовитостью: у самки весом 420 кг было насчитано 99 млн. икринок [19]. В желудках этого хищника чаще всего встречаются малые тунцы и кальмары, а также другие рыбы – корифены, алепизавры, ставриды и гемпилиды, из ракообразных – крабы-плавунцы и креветки. Глубоководных рыб синий марлин практически не поедает, в отличие от тунцов и других мечерылых.

Голоэпипелагический вид. Систематических миграций этот марлин не совершает и значительный скоплений не образует.

Ареал мечерылоподобных в Индийском океане ограничен с юга 45° ю.ш., однако основными районами обитания являются тропические и субтропические воды. Как правило, репродуктивные районы находятся в тропической зоне, и только в период нагула эти рыбы проникают в умеренные широты. Являясь активными и быстрыми пловцами, ксифоидные совершают значительные широтные миграции, связывающие места их нереста в тропической или субтропической зоне с районами нагула, расположенными вне тропических районов. Примером такого распространения служит меч-рыба. Синий марлин, напротив, в течение всей жизни не покидает тропической зоны, хотя и совершают перемещения в ее пределах [18].

Вертикальное распределение мечерылоподобных в океанической пелагиали находится в прямой связи с положением слоя температурного скачка. В районах с хорошо выраженным слоем скачка температуры вертикальные перемещения ограничиваются верхним перемешанным слоем, но они могут заходить и в слой основного термоклина – водных масс со значительными температурными градиентами и глубже. Вместе с тем, распределение и перемещения мечерылоподобных и других экологически сходных с ними хищных рыб эпипелагиали – акул и тунцов лишь косвенно связаны с температурой и обуславливаются, как правило, трофическими причинами [18].

Мечерылоподобные являются активными хищниками, способными заглатывать рыб довольно крупных размеров: тунцов, корифен, ваху. Однако какая-либо избирательность в питании отсутствует. В пищевом спектре преобладают организмы, которые изобилуют в данном районе. В списке кормовых объектов этих хищников встречаются как мелкие приповерхностные и полуглубоководные рыбы, так и крупные пелагические хищники – тунцы и даже акулы.

Пищеварительная система ксифоидных устроена как у тунцов. Короткий мускулистый желудок быстро перетирает пищу, которая усваивается в пилорических придатках. Постоянное быстрое плавание в поисках добычи обеспечивается формой тела и выростом верхней челюсти, имеющим гидродинамическое значение.

Промысловых скоплений мечерылоподобные не образуют. Лишь в местах нереста наблюдаются небольшие концентрации этих видов. Ежегодный вылов ксифоидных в Индийском океане составляет порядка 70-90 тыс. т. Численность мечерылоподобных невелика, и ожидать существенного увеличения их уловов в Индийском океане оснований нет.

Из сказанного следует, что группа крупных хищников эпипелагиали, составляющая основу продукции открытых вод, не многочисленна. Сюда относятся некоторые акулы (сем. Lamnidae, Alopiidae, Odontaspidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae), тунцы (роды *Thunnus* и *Katsuwonus*), мечерылоподобные (из родов *Xiphias*, *Istiophorus*, *Makaira*, *Tetrapturus*). Ареалы большинства эпипелагических хищников ограничены тропическими и субтропическими водами, и только некоторые сельдевые акулы и южный синий тунец, а в период нагула синяя и

длиннорукая акулы, длинноперый тунец и меч-рыба проникают в умеренные широты, размножаясь, однако, в теплых районах. Вертикальное распределение хищных рыб открытого океана, как было указано, также заметно различается у разных видов. У большинства видов нижняя граница четко подпирается слоем термоклина. Благородные тунцы, рыба-меч и лисьи акулы могут заходить в слой температурного скачка (250-300 м) и даже глубже. Так, рыба-меч сфотографирована на глубине свыше 600 м [18]. У океанских тунцов вертикальные перемещения по глубине имеют суточную ритмику. Днем они погружаются на глубину, что связано с поисками пищи. Для крупных хищных рыб эпипелагиали характерно отсутствие какой-либо избирательности в объектах питания. Во всех местах распространения спектры питания рыб этого трофического комплекса весьма широки и насчитывают (желтоперый тунец) более чем 100 видов эпи- и мезопелагических животных, преимущественно рыб. Такая трофическая пластичность снижает межвидовую конкуренцию на олиготрофных просторах открытого океана, позволяет сравнительно легко приспосабливаться к изменениям внешних условий. Все представители описываемой группы рыб являются облигатными хищниками на всех этапах жизненного цикла. При всем разнообразии спектров питания крупные хищные рыбы эпипелагиали занимают несколько трофических уровней, а личинки тунцов и мечерылоподобных – зоопланктофаги.

Акулы, тунцы и мечерылоподобные играют значительную роль в биологических процессах, проходящих в открытых водах Индийского океана, так как они являются активными хищниками и находятся в верхней части на 4-5 уровнях океанической пищевой пирамиды, составляя важное звено экосистемы эпипелагиали. Без знания их экологических ниш нельзя представить и объяснить многие протекающие здесь процессы, прежде всего процессы формирования биологической и промысловой продуктивности того или иного района.

#### Литература

1. Беклемышев К. В. Некоторые гидрологические понятия, применяемые при исследовании населения пелагиали океанов // Труды Всес. гидробиол. об-ва : 13. – 1963.
2. Губанов Е. П. К биологии обыкновенной акулы-лисицы *Alopias vulpinus* Bonnaterre Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 4 (75). – С. 646-656.
3. Губанов Е. П. Первая поимка меченой обыкновенной лисьей акулы *Alopias vulpinus* Bonnaterre // Вопросы ихтиологии. – 1976. – Т. 16, вып. 3. – С. 552-553.
4. Губанов Е. П. Размножение некоторых видов пелагических акул экваториальной зоны Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т. 18, вып. 5. – С. 879-891.
5. Губанов Е. П. Распределение и биология синей акулы Индийского океана // Резервные пищевые биологические ресурсы открытого океана и морей СССР : тез. док. всесоюзного совещания. – М., 1990. – С. 94-96.

6. Губанов Е. П. Акулы Индийского океана : Атлас-определитель. – М.: ВНИРО, 1993. – 240 с.
7. Губанов Е. П. Акулы Индийского океана (систематика, биология, промысел) // Автореф. дис. ... д. б. н. – М.: ВНИРО, 1997. – 65 С.
8. Губанов Е. П., Божков А. Т., Ившин А. Е. Условия формирования промысловых скоплений акул над островными шельфами и банками в тропической зоне Индийского океана // II Всесоюз. конф. по промысловой океанологии : тез. докл., 29-31 мая 1973. – Калининград: АтлантНИРО, 1973. – С. 51-52.
9. Губанов Е. П., Григорьев В. Н. Распределение и некоторые черты биологии голубой акулы *Prionace glauca* (Carcharhinidae) Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1975. – Т. 75, вып. 1. – С. 43-50.
10. Губанов Е. П., Ившин А. Е., Тимохин И. Г. Условия образования скоплений тунцов и сопутствующих рыб северо-западной части Индийского океана // Современное состояние промысла тунцов и экология scombroидных рыб : тез. докладов Всесоюзного совещания по проблемам тунцового промысла, 22-25 сентября 1986 г. – Калининград: АтлантНИРО, 1986. – С. 32-33.
11. Губанов Е. П., Жук Н. Н., Ившин А. Е. Влияние сезонной изменчивости течений в северо-западной части Индийского океана на кормовую базу желтоперого и большеглазого тунцов // VII всесоюз. конф. по промысловой океанологии, посвящ. 125-летию со дня рождения Н. М. Книпповича : тез. докл., 19-21 мая, Астрахань, 1987 г. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 174-175.
12. Губанов Е. П., Иванин Н. А. Биология и морфоэкологическая характеристика тигровой акулы *Galeocerdo cuvier* Lesueur, 1822 (Carcharhinidae) Индийского океана // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2009. – Т. 47. – С. 161-169.
13. Заморов В. В. Питание и трофические связи желтоперого, большеглазого тунцов и алеписавра в западной части Индийского океана. – Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ИОАН РАН, 1993. – 22 с.
14. Ившин А. Е., Божков А. Т., Губанов Е. П. Об условиях формирования скоплений тунцов // Рыбное хозяйство. – 1971. – № 7. – С. 5-6.
15. Корнилова Г. Н. Питание желтоперого *Thunnus albacares* (Bonnaterre) и большеглазого *Thunnus obesus* (Love) тунцов в экваториальной зоне Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1980. – Т. 20, № 6. – С. 897-905.
16. Никольский Г. В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 367 с.
17. Овчинников В. В. Систематическое положение и географическое распространение тунцов, парусниковых и меч-рыбы Мирового океана // Современное состояние промысла тунцов и экология scombroидных рыб : тезисы докладов Всесоюзного совещания по проблемам тунцового промысла, 23 – 25 сентября 1986 г. – Калининград: АтлантНИРО, 1986. – С. 56-58.

18. Парин Н. В. Крупные хищные рыбы в трофической системе трофической океанской пелагиали // Современное состояние биологической продуктивности и сырьевых биологических ресурсов Мирового океана и перспективы их использования : сб. научн. тр. АтлантНИРО. – Калининград, 1970. – С. 219-229.
19. Парин Н. В. Рыбы открытого океана. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
20. Романов Е. В., Манило Л. Г., Соловьев Б. С. Тунцы и мечевидные рыбы // Биологические ресурсы Индийского океана / Под ред. Н. В. Парина, Н. П. Новикова. – М.: Наука, 1989. – С. 323-334.
21. Романов Е. В. Биология желтоперого и полосатого тунцов Индийского океана. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.: ИОАН РАН, 2001. – 28 с.
22. Танкевич П. Б. Рост и возраст большеглазого тунца *Thunnus obesus* (Love) (SCOMBRIDAE) в Индийском океане // Вопросы ихтиологии. – 1982. – Т. 22 б, вып. 4. – С. 562-567.
23. Margulies D., Wexler J. B., Suter J., Scholey V., Nakazama A., Olson R. J. Laboratory culture and growth of larval and juvenile yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), with continued studies of the spawning behaviour of yellowfin in captivity // Proceedings of the 49<sup>th</sup> Annual Tuna Conference / C. Boggs (Ed.). – La Jolla, California, U. S. S., 1998. – P. 45.
24. Nakamura I. Systematics of the billfishes (Xiphiidae and Istiophoridae) // Publ. Seto Mar. Biol. Lab. – 1983. – Vol. 28, No 5/6. – P. 255-396.

УДК 597.315.3(267)

## БЕЛОГЛАЗАЯ И ЧЕРНАЯ КОЛЮЧИЕ АКУЛЫ ПОДВОДНЫХ ПОДНЯТИЙ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

И. Г. Тимохин<sup>1</sup>, Н. П. Новиков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЮГНИРО, <sup>2</sup> КГМТУ

В Индийском океане обитает более 140 видов акул, среди которых ряд видов, в том числе обитателей подводных поднятий, представляет определенный интерес для промысла. К таким видам в первую очередь следует отнести белоглазую колючую акулу *Centroscymnus coelolepis* Bocage et Capello, 1864 (сем. Somniosidae) и черную колючую акулу *Etmopterus granulosus* (Günther, 1880) из семейства Etmopteridae.

Обе эти акулы, несмотря на их широкое распространение и сравнительно высокую численность на некоторых подводных поднятиях Индийского океана, изучены пока слабо. Литературные сведения о них носят в основном систематико-фаунистический характер [1-2, 7, 13-14, 16-18]. В отдельных работах при общей характеристике ихтиофауны подводных поднятий приводятся также отрывочные сведения о встречаемости рассматриваемых акул в уловах на разных глубинах, величине уловов, размерах добываемых рыб и некоторые сведения по биологии [3-6, 8-12, 15].

Данная статья посвящена обобщению накопленных к настоящему времени данных по вертикальному и пространственному распределению обоих видов акул, их биологии и условиям обитания. В ней рассматриваются также вопросы возможности промыслового использования запасов этих рыб украинским рыбопромысловым флотом.

В основу статьи положены материалы, собранные при непосредственном участии авторов во время научно-исследовательских и поисковых рейсов и экспедиций ЮГНИРО и Югрыбпромразведки на подводных хребтах и других поднятиях Индийского океана в 70-80-х годах XX столетия. За указанный период сделано 485 тралений на глубинах от 500 до 1800 м, подвергнуто биологическим анализам 1200 экз. исследуемых акул, собрано и обработано 220 проб по их плодовитости и 906 проб для определения состава пищи и особенностей питания в различных районах. При характеристике условий обитания на подводных хребтах нами использовались данные океанографических наблюдений, выполнявшихся в каждом рейсе.

Как показывают результаты наших исследований и имеющиеся литературные сведения, белоглазая и черная акулы – типичные обитатели подводных поднятий Индийского океана.

Наиболее широко распространена белоглазая колючая акула. Она встречается на Мозамбикском, Мадагаскарском, Маскаренском, Западно-Индийском, Восточно-Индийском и Западно-Австралийском подводных хребтах и на изолированном поднятии «Звезда Крыма» [4, 12].

Черная колючая акула встречается на Мозамбикском, Мадагаскарском, Восточно-Индийском и Западно-Австралийском подводных хребтах, на банках Банзаре и Сая-де-Малья. Отмечена она также на подводной горе Фреда [8, 15].

Оба вида обитают в широком батиметрическом диапазоне, охватывающем глубины 750-1800 м у белоглазой колючей акулы и 600-1620 м – у черной колючей акулы. При этом основная масса рыб, как видно из табл. 1 и 2, концентрируется на глубинах 1000-1400 м при температуре придонных вод 3,30-7,40 °С, солености 34,41-34,61 ‰ и содержании кислорода 3,70-4,51 мл/л. Различия в вертикальном распределении рассматриваемых видов незначительны: у белоглазой колючей акулы оптимальный батиметрический диапазон приходится на глубины 1000-1100 м (Западно-Австралийский хребет) и глубины 1100-1400 м (Мозамбикский и Мадагаскарский хребты), у черной колючей акулы – на 1100-1300 м (все хребты).

Белоглазая и черная колючие акулы относятся к числу рыб средних размеров. Максимальная длина первого вида достигает 130 см, масса 15 кг, второго – соответственно 90 см и 3,9 кг. На исследуемых подводных хребтах уловы обоих видов акул по нашим данным (рисунок) были представлены рыбами многих размерных групп, основу которых составляли половозрелые особи. Следует отметить, что средние показатели длины и массы белоглазой колючей акулы по мере движения с запада на восток возрастают, а у черной колючей акулы, наоборот, снижаются (табл. 3). Отмеченные особенности, на наш взгляд, связаны с характером питания этих акул и составом их пищевых объектов, различающихся по своей калорийности и доступности. В составе пищи белоглазой колючей акулы на всех трех хребтах чаще всего (46,9-55,0 %) встречались кальмары, среди которых преобладал *Onychoteuthis banksi*, затем рыбы и значительно реже – креветки и другие объекты (табл. 4).

При сравнении качественного состава пищи белоглазой акулы, сходного в различных районах, видно, что наиболее широкий пищевой спектр характерен для рыб Западно-Австралийского подводного хребта (табл. 4).

Спектр питания черной колючей акулы сравнительно узок и представлен в основном креветками, рыбами и кальмарами.

О характере размножения и ранних стадиях развития белоглазой и черной колючих акул из исследуемых районов литературные сведения практически отсутствуют. По нашим данным белоглазая акула половой зрелости достигает при длине 90-100 см и массе 6 кг. Во все периоды исследований в уловах встречались самки с крупными яйцами (диаметром до 50 мм) в яичниках. Беременные самки отмечались в июле-августе на Мадагаскарском хребте в диапазоне глубин 950-1100 м. Количество эмбрионов в утерусах самок варьировало в пределах 15-18 экз., причем их длина составляла 22-27 см. Массовое рождение акул на упомянутом хребте происходит, по всей вероятности, в период с августа по ноябрь.

Черная акула половой зрелости достигает при длине 58-80 см и массе более 1,5 кг. Самки этой акулы с яйцами (диаметром 20-40 мм) в яичниках, встречались во всех исследованных районах с апреля по август. Беременные самки ловились на Мозамбикском и Мадагаскарском хребтах в диапазоне глубин 950-1280 м.

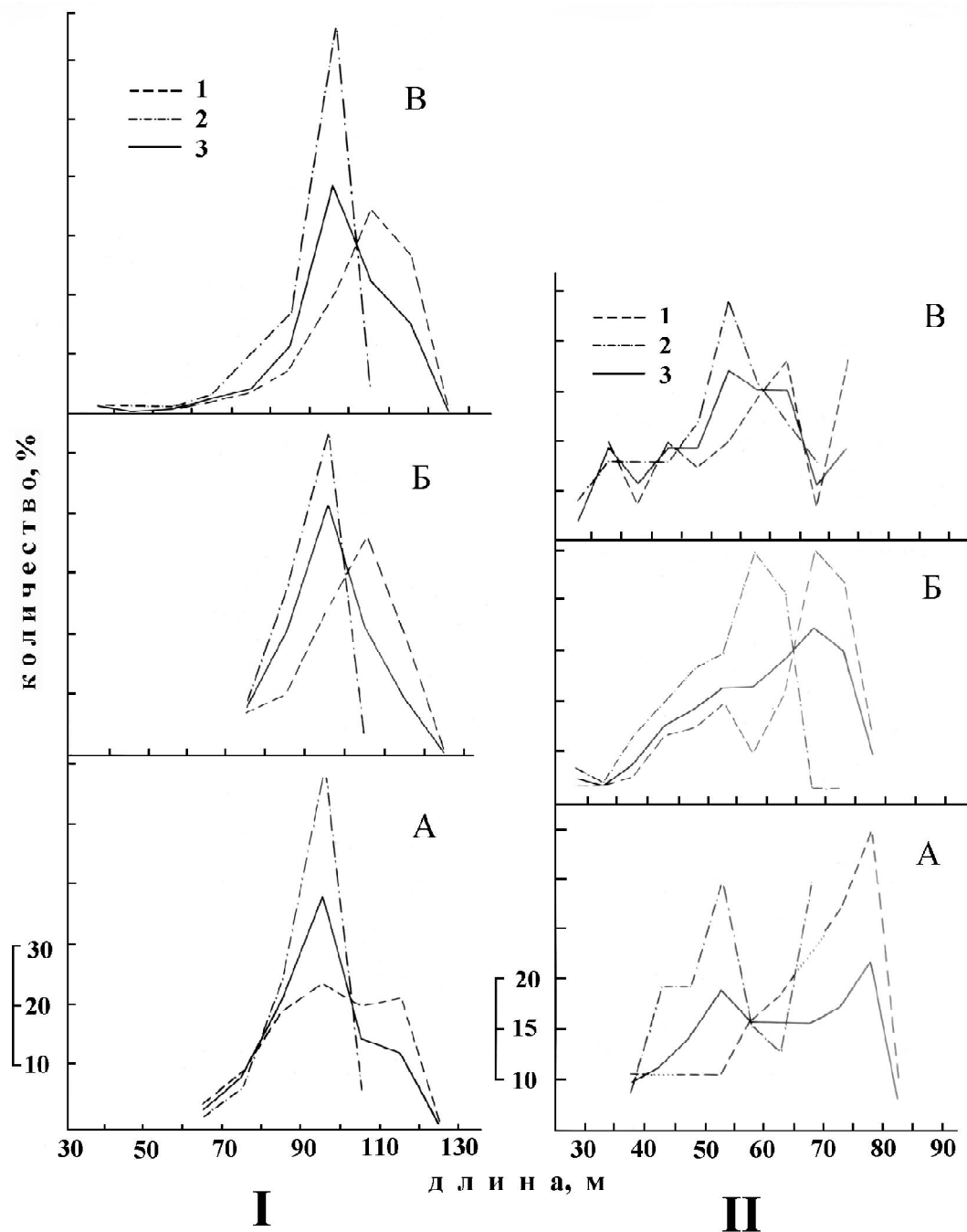
Таблица 1 – Распределение уловов белоглазой колочей акулы по глубинам и океанографические характеристики среды у дна в разных районах Индийского океана

Район	Показатели	Глубины, м								Вылов акул на всех глубинах, кг	Общий вылов всех рыб, кг	% акул от общего вылова всех рыб
		801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	1201-1300	1301-1400	1401-1500	1501-1600			
Мозамбикский хребет	улов, %	-	-	-	14,2	62,1	19,0	4,7	-	14243		16,4
	ср. улов за 1 час траления, кг	-	-	-	161,3	56,7	39,2	25,0	-	53,8		
	t, °C	-	-	-	6,10-4,80	4,80-4,50	4,50-3,96	3,96-3,79	-			
	S, ‰	-	-	-	34,40-34,52	34,40-34,43	34,43-34,45	34,43-34,47	-			
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	-	-	4,38-4,42	4,29-4,39	4,05-4,27	4,11-3,99	-			
Мадагаскарский хребет	улов, %	2,1	7,5	17,1	14,8	48,6	8,6	0,7	0,6	7557		20,9
	ср. улов за 1 час траления, кг	18,8	13,8	30,5	31,9	43,9	28,9	5,9	5,1	30,7		
	t, °C	-	-	6,50-4,90	6,00-4,20	5,00-3,70	4,30-3,35	3,75-3,20	3,30-3,00			
	S, ‰	-	-	34,43-34,54	34,38-34,53	34,38-34,48	34,45-34,48	34,38-34,50	34,38-34,58			
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	-	4,55-4,60	4,20-4,51	4,17-4,45	4,08-4,35	4,00-4,25	4,00-4,15			
Западно-Австралийский хребет	улов, %	-	-	74,1	13,0	5,5	3,0	2,8	1,6	1770		32,2
	ср. улов за 1 час траления, кг	-	-	46,8	16,4	7,4	8,8	6,2	11,6	24,7		
	t, °C	-	-	5,20-4,20	4,40-3,75	4,00-3,50	3,55-3,35	3,30-3,10	3,18-2,90			
	S, ‰	-	-	34,36-34,45	34,36-34,45	34,40-34,49	34,45-34,52	34,49-34,58	34,50-34,62			
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	-	4,15-4,40	3,85-4,20	4,05-3,70	3,90-3,59	3,58-3,80	3,70-3,52			



Таблица 2 – Распределение уловов черной колочей акулы по глубинам и океанографические характеристики среды у дна в разных районах Индийского океана

Район	Показатели	Глубины, м								Общий вылов всех рыб, кг	% акул от общего вылова всех рыб	
		801-900	901-100	1001-1100	1101-1200	1201-1300	1301-1400	1401-1500	1501-1600			
Мозамбикский хребет	улов, %	-	-	-	5,28	33,0	10,7	3,3	0,2	3282	68647	4,8
	ср. улов за 1 час траления, кг	-	-	-	81,8	12,7	5,2	24,3	3,6	16,3		
	t, °C	-	-	-	6,10-4,80	4,80-4,50	4,50-3,96	3,96-3,79	-	-		
	S, ‰	-	-	-	34,40-34,52	34,40-34,43	34,43-34,45	34,43-34,47	-	-		
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	-	-	4,38-4,42	4,29-4,39	4,05-4,27	4,11-3,99	-	-		
Мадагаскарский хребет	улов, %	13,7	6,2	14,5	16,6	36,9	7,7	1,2	3,2	2415	32661	7,4
	ср. улов за 1 час траления, кг	34,8	9,4	7,6	13,0	10,8	8,0	4,2	19,5	11,0		
	t, °C	-	6,50-6,00	6,50-4,90	6,00-4,20	5,00-3,70	4,30-3,35	3,75-3,20	3,30-3,00	-		
	S, ‰	-	34,43-34,54	34,39-34,50	34,38-34,53	34,38-34,48	34,45-34,48	34,38-34,50	34,38-34,58	-		
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	4,55-4,60	4,35-4,59	4,20-4,51	4,17-4,45	4,08-4,35	4,00-4,25	4,00-4,15	-		
Западно-Австралийский хребет	улов, %	-	-	11,1	38,1	33,3	20,0	4,5	-	45	1745	2,6
	ср. улов за 1 час траления, кг	-	-	1,3	2,8	1,1	0,9	0,4	-	1,2		
	t, °C	-	-	5,20-4,20	4,40-3,75	4,00-3,50	3,55-3,35	3,30-3,10	-	-		
	S, ‰	-	-	34,36-34,45	34,36-34,45	34,40-34,49	34,45-34,52	34,49-34,58	-	-		
	O <sub>2</sub> , мл/л	-	-	4,15-4,40	3,85-4,20	4,05-3,70	3,90-3,59	3,58-3,80	-	-		



**Размерный состав белоглазой (I) и черной (II) колючих акул в различных районах Индийского океана: А – Мозамбикский хребет, Б – Мадагаскарский хребет, В – Западно-Австралийский хребет; 1 – самки, 2 – самцы, 3 – оба пола**

Количество эмбрионов (длиной 15-17 см) в утерусах самок варьировало от 5 до 11 экз. Следует отметить, что у обеих акул соотношение самцов и самок среди эмбрионов было равным.

Таблица 3 – Средние длина и масса тела белоглазой и черной колючих акул в разных районах Индийского океана

Район	Виды акул					
	Белоглазая			Черная		
	показатели					
	средняя длина тела, см	средняя масса, г	кол-во, шт.	средняя длина тела, см	средняя масса, г	кол-во, шт.
Мозамбикский хребет	94,7	6291	147	61,7	1466	64
Мадагаскарский хребет	95,7	6104	221	58,8	1194	182
Западно-Австралийский хребет	96,4	6507	221	52,9	876	52

Таблица 4 – Встречаемость компонентов питания (%) в желудках белоглазой колючей акулы в разных районах исследований

Компоненты питания	Районы исследований		
	Мозамбикский хребет	Мадагаскарский хребет	Западно-Австралийский хребет
<i>Allocyttus verrucosus</i>	1,0	1,1	–
Macrouridae	–	–	0,8
<i>Sebastes capensis</i>	–	1,1	0,8
<i>Alepocephalus australis</i>	4,2	6,7	2,3
<i>Rouleina squamilatera</i>	2,1	7,9	–
<i>Aphonopus</i> sp.	–	1,0	–
<i>Synaphobranchus brevidorsalis</i>	1,0	–	1,5
<i>Alepisaurus</i> sp.	–	–	3,8
<i>Holosauropsis macrochir</i>	–	–	0,8
<i>Mora</i> sp.	–	–	0,8
Мустофиды	–	–	0,8
Остатки акул	1,0	2,3	0,8
Переваренная рыба	35,4	34,8	19,1
Кальмары	46,9	49,4	55,0
Осьминоги	–	–	0,8
Креветки	2,1	3,4	0,8
Актинии	1,0	–	–
Переваренная пища	28,1	15,7	16,8

Из сказанного видно, что белоглазая и черная колючие акулы относятся к яйцеживородящим видам с невысокой плодовитостью. Это обстоятельство необходимо учитывать при организации их промысла, который должен проводиться с предосторожно, без риска подрыва их запасов.

Говоря о возможностях и перспективах промысла белоглазой и черной колючих акул, можно констатировать, что акулы всех видов на указанных подводных хребтах занимали лидирующие позиции (доминировали в траловых уловах среди других глубоководных рыб [5, 6, 8, 12]), а белоглазая и черная колючие акулы составляли основу уловов. Лучшие уловы белоглазой акулы отмечались на Мозамбикском и Мадагаскарском хребтах в диапазоне глубин 1000-1300 м и 1000-1100 м – на Западно-Австралийском хребте (см. табл. 1). У черной акулы лучшие уловы приходились на диапазон глубин 1100-1200 м на Мозамбикском хребте и 800-900 м – на Мадагаскарском (см. табл. 2). Как видно из табл. 1 и 2 уловы белоглазой и черной колючих акул во всех районах были сравнительно невелики. Тем не менее, оба вида представляют определенный интерес для отечественного промысла. По оценкам 70-80-х гг. XX столетия, возможное промысловое изъятие глубоководных акул на хребтах Индийского океана могло составить до 15 тыс. т, но их специализированного промысла, в том числе белоглазой и черной колючих акул, не проводилось. Белоглазая и черная колючие акулы могут использоваться как для пищевых, так и для технических целей. Кроме мяса, используется и печень акул. Содержание жира в печени у белоглазой акулы – 70 %, у черной – 54 %. По своим технoхимическим показателям белоглазая и черная колючие акулы пригодны для замораживания в целях дальнейшего использования для приготовления различных кулинарных и балычных изделий.

В заключение необходимо отметить, что слабая изученность глубоководных акул, в том числе белоглазой и черной, пока не позволяет с достаточной точностью судить об их биологии, распределении и состоянии запасов.

Для суждения о современном состоянии запасов глубоководных акул на подводных поднятиях Индийского океана, необходимо проведение дальнейших рыбохозяйственных исследований.

#### *Литература*

1. Головань Г. А. Редкие и впервые обнаруженные на материковом склоне Западной Африки хрящевые и костные рыбы // Тр. ин-та океанологии АН СССР. – 1976. – Т. 104. – С. 275-287.
2. Головань Г. А. Состав и распространение ихтиофауны над материковым склоном Северо-Западной Африки // Тр. ин-та океанологии АН СССР. – 1978. – Т. 111. – С. 195-258.
3. Губанов Е. П. Акулы Индийского океана // Атлас-определитель. – М., 1993. – С. 170-200.
4. Губанов Е. П., Тимохин И. Г. Акулы // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 219-235.
5. Левитский В. Н., Пиотровский А. С., Тимохин И. Г. Материалы по распределению и биологии некоторых глубоководных рыб и возможности их промысла : рукопись (фонд ЮгНИРО). – Керчь, 1977. – 33 с.

6. *Новиков Н. П., Серобаба И. И., Левитский В. Н., Тимохин И. Г.* Результаты исследований данных поднятий Индийского океана // Тр. ВНИРО. – 1979. – Т. 139 а. – С. 101-109.
7. *Парин Н. В., Пахоруков Н. П., Пиотровский А. С.* Мезобатиальные и мезопелагические рыбы некоторых подводных поднятий западной тропической части Индийского океана // Тр. ин-та океанологии АН СССР. – 1986. – Т. 121. – С. 195-214.
8. *Парин Н. В., Тимохин И. Г., Новиков Н. П., Щербачев Ю. Н.* О составе талассобатиальной ихтиофауны и промысловой продуктивности Мозамбикского подводного хребта (Индийский океан) // Вопросы ихтиологии. – 2008. – Т. 48, № 3. – С. 309-314.
9. *Полонский А. С.* Результаты рыбохозяйственных исследований и промыслового освоения больших глубин Мирового океана. – М.: ВНИРО, 1974. – 204 с.
10. *Полонский А. С.* Рыбные ресурсы батиаля Мирового океана // Биологические ресурсы Мирового океана. – М.: Наука, 1979. – С. 138-150.
11. *Полонский А. С., Семенов А. И.* Возможность промыслового освоения больших глубин. – Рыбохозяйствованное использование ресурсов Мирового океана : обзорная информация : сер. 1. – М.: ЦНИИТЭРХ, 1977. – 76 с.
12. *Тимохин И. Г., Иванов А. Н.* Видовой состав и распределение глубоководных акул и гладкоголовов на изолированных поднятиях тропической зоны Индийского океана // Тезисы докладов Всесоюзного совещания. – Калининград, 1977. – С. 34-35.
13. *Щербачев Ю. Н.* Предварительный список талассобатиальных рыб тропических и субтропических вод Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27, вып. 1. – С. 3-11.
14. *Щербачев Ю. Н., Долганов В. Н., Тимохин И. Г.* Глубоководные хрящевые рыбы (Chondrichthyes) из вод Южного полушария // Малоизученные рыбы открытого океана. – М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1982. – С. 6-31.
15. *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.
16. *Collette B. B., Parin N. V.* Shallow water fishes of Walters Shoals, Madagascar Ridge // Bull. Mar. Sci. – 1991. – V. 48, № 1. – Pp. 1-22.
17. *Compagno L. J. V.* Sharks of World : Part 2 : Charchariniformes // FAO Fish. Synopsis : Pt. 2. – 1984. – V. 4, № 125. – Pp. 251-655.
18. *Smith M. M., Heemstra P. C.* Smith's Sea Fisher. – Johannesburg : Macmillan S. Africa, 1986. – 1047 p.

УДК 597.58.146.512

## К ВОПРОСУ О НЕРЕСТЕ И НЕКОТОРЫХ ЧЕРТАХ ООГЕНЕЗА ЛЕДЯНОЙ РЫБЫ *CHIONOBATHYSCUS DEWITTI*

В. Г. Прутько<sup>1</sup>, Д. А. Чмилевский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ЮгНИРО, <sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет

Ледяная рыба *Chionobathyscus dewitti* – наиболее глубоководный вид ледяных рыб, обитающий на глубинах от 500 до 2000 м, описана сравнительно недавно [1]. Ивами и Кок [10] отмечали малую изученность биологии ледяных рыб этого вида. Они обычны в прилове при донном ярусном промысле антарктического клыкача в различных районах Южного океана и являются одним из важных компонентов его пищи [6, 7, 9, 15, 19, 20]. С развитием ярусного промысла антарктического клыкача были получены предварительные данные по некоторым вопросам биологии *C. dewitti* в море Росса [16, 18]. Эти данные нашли отражение в обзорах по ледяным рыбам [12, 13]. Доминирующая роль *C. dewitti* среди ледяных рыб прилова в море Росса была подтверждена морфологическими исследованиями [2, 22]. Кроме того, Сатон и др. [22] рассчитали основные биологические параметры данного вида, важные при прогнозировании и оценке запаса ледяной. Тем не менее, биология размножения вида остается малоизученной. Надеемся, что представленные материалы и предварительные результаты наших исследований будут интересны специалистам и позволят лучше понять роль рыб прилова в экосистеме Антарктики в условиях развивающегося промысла антарктического клыкача.

### Материал и методика

Материал собран донным ярусом испанского типа при промысле антарктического клыкача. Использованы сборы одного из авторов в рейсах «Янтарь» в сезоны 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2006/2007 гг. и в рейсе «Палома» в сезон 2007/2008 гг. Всего обработано 289 ярусных постановок. В море Амундсена биологическому анализу была подвергнута практически вся пойманная ледяная рыба (1284 экз.), в морях Росса (574 экз.), Содружества (248 экз.) и Дюрвиля (271 экз.) для анализа случайным образом отбирались несколько экземпляров из каждого улова (по методике АНТКОМ – антарктическая Комиссия по сохранению живых ресурсов Антарктики). Районы и отдельные мелкомасштабные участки, где проводились научные исследования (SSRU), обозначены в соответствии с принятым в АНТКОМ районированием. При измерении рыб использовали общую длину (TL). Гонадосоматический индекс (ГСИ) определяли как отношение массы гонад к массе рыбы с внутренностями, выраженное в процентах. Для гистологических исследований и изучения размерного состава ооцитов кусочки гонад рыб были зафиксированы в жидкости Буэна. Материал обработан по стандартной гистологической методике. Срезы толщиной 5-7 мкм окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну, гематоксилином Майера, для выявления полиса-

харидов использовались PAS – реакция и окраска альциановым синим. Измерялись все ооциты крупнее 0,15 мм в навеске от 30 мг до 10 г в зависимости от состояния зрелости гонад. Количество крупных желтковых ооцитов определяли стандартным весовым методом [4].

### Результаты

Ледяная рыба *C. dewitti* встречалась во всех районах, где проводились наши исследования, а именно в морях Содружества, Дюрвиля, Росса и Амундсена (рис. 1). Рыбы этого вида ледяной имели место в уловах ярусных постановок на глубинах 630-2172 м и отсутствовали в уловах при постановке ярусов на материковом шельфе глубиной 365-598 м. При постановке ярусов на глубинах 630-705 м на банках в южной части моря Росса в уловах отмечалось увеличение доли маломерных особей ледяной рыбы абсолютной длиной (TL) тела 29-33 см, со снижением модального размера до 36 см. При постановке ярусов на глубине более 1000 м модальный размер самок обычно колебался в пределах 42-43 см. Самцы в уловах значительно мельче самок, модальная длина составляла 35-38 см.

*Море Росса.* В декабре в северной части моря Росса на участке SSRU С ледяная рыба облавливалась в основном в преднерестовом или нерестовом состоянии. Вес яичников самок составлял 25-82 г, гонадосоматический индекс (ГСИ) 7,0-20,5, в среднем 11,6 %. В уловах встречались текущие самцы с семенниками весом до 12 г, ГСИ до 3,0 %. В декабре встречались также самки с гонадами 2,2-6,5 г, ГСИ 0,8-1,3 %. В южной части моря на открывшихся ото льда банках Моусон и Айселин в декабре-начале января в уловах до 50 % самок ледяной рыбы находились в преднерестовом или нерестовом состоянии, вес гонад 20-180 г, ГСИ 4,6-23,9 %. К концу промысла в феврале в уловах отмечались в основном отнерестившиеся особи, хотя иногда единично встречались самки с готовыми для нереста яичниками.

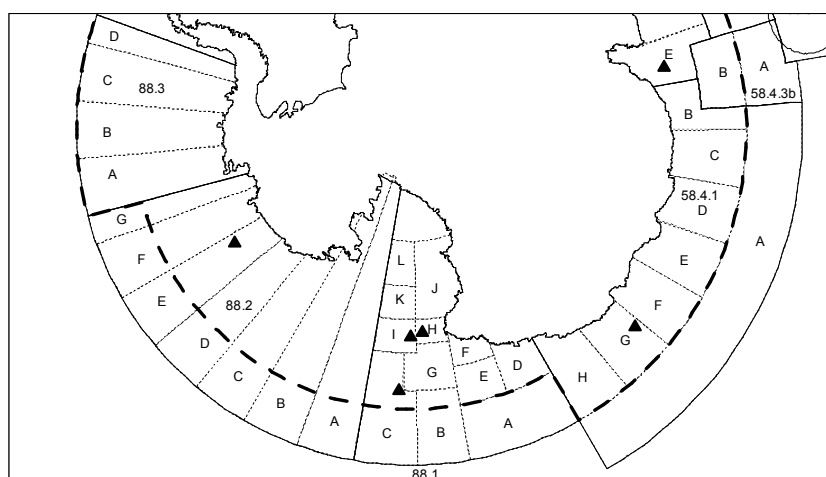


Рисунок 1 – Карта-схема района работ и сбора материалов

*Море Амундсена.* Исследования в этом районе проводились в феврале-начале марта. Результаты биологического анализа явно свидетельствовали о завершающей фазе нереста у ледяной рыбы моря Амундсена. Только 21 из 1077 самок (т. е. около 2 %) имели яичники с готовой к вымету икрой, вес яичников 35-135 г, ГСИ 4,7-20,8 %. Яичники остальной части самок находились в разной степени восстановления. Вес яичников составлял 7-25 г, ГСИ 1,1-3,3 %. В скоплении отмечено значительное количество истощенных (со значительной потерей веса тела) особей, у некоторых одноразмерных особей разница в весе составляла 100 %. Соотношение между истощенными и неистощенными самками в уловах было примерно равным (55 : 45 %). Среди самцов доля истощенных особей невелика, около 10,5 %, основу которых (76 %) составляли отнерестившиеся самцы.

*В морях Содружества* (участок 58.4.2 E) и *Дюрвиля* (58.4.1 G) исследования проводились в декабре-январе. На участке SSRU G в уловах встречались преднерестовые самки (примерно 8 %) с яичниками весом 40-220 г, ГСИ 6,2-19,1, в среднем около 13 %. На участке SSRU E доля преднерестовых самок в уловах была еще ниже, всего около 3 %, вес гонад этих самок составлял 50-100 г, ГСИ 5,95-14,3, в среднем 10,4 %.

**Гистологические исследования.** Гистологические исследования и изучение размерного состава ооцитов проводились у самок с яичниками на разных стадиях созревания (рис. 2).

У самок с длиной тела 37-39 см в яичниках заметны в основном только превителлогенные и мелкие вителлогенные ооциты диаметром до 0,5 мм, составляющие резервный фонд, а формирования порции еще не заметно (рис. 2 а, 2 а'). Это впервые созревающие самки.

Однако у некоторых самок подобного размера в яичниках имела место уже сформированная порция желтковых ооцитов диаметром 3,0-3,5 мм, отделившаяся от резервного фонда, эти самки будут нереститься в ближайшее время. Старшая генерация половых клеток представлена ооцитами, близкими к созреванию (конец фазы миграции ядра). У этих ооцитов желток полностью сливается и интенсивно окрашивается на полисахариды (рис. 2 б). Зрелая текучая икра *C. dewitti*, взятая от свежевывловленной рыбы, в аквариуме с морской водой опускается на дно. Студенистая оболочка этой икры имеет характерные для донной икры выросты. Одновременно в яичниках самок заметно формирование порции вителлогенных ооцитов диаметром 0,5-0,9 мм, предназначенной для нереста в следующий нерестовый сезон (рис. 2 б'). Эта порция еще не отделена от резервного фонда. В яичниках также отмечаются остатки резорбирующихся ооцитов.

У недавно отнерестившихся самок в яичниках видны остаточные прозрачные гидратированные клетки диаметром 4,0-4,5 мм, крупные опустевшие фолликулы, ооциты резервного фонда и заметна порция ооцитов следующего нерестового сезона диаметром 0,5-0,9 мм.

У самок, нерест которых завершился давно, вероятно в прошлый нерестовый сезон, в яичниках присутствуют опустевшие фолликулы маленького размера, клетки резервного фонда и вителлогенные ооциты формирующейся порции для последующего нереста (рис. 2 с, 2 с').



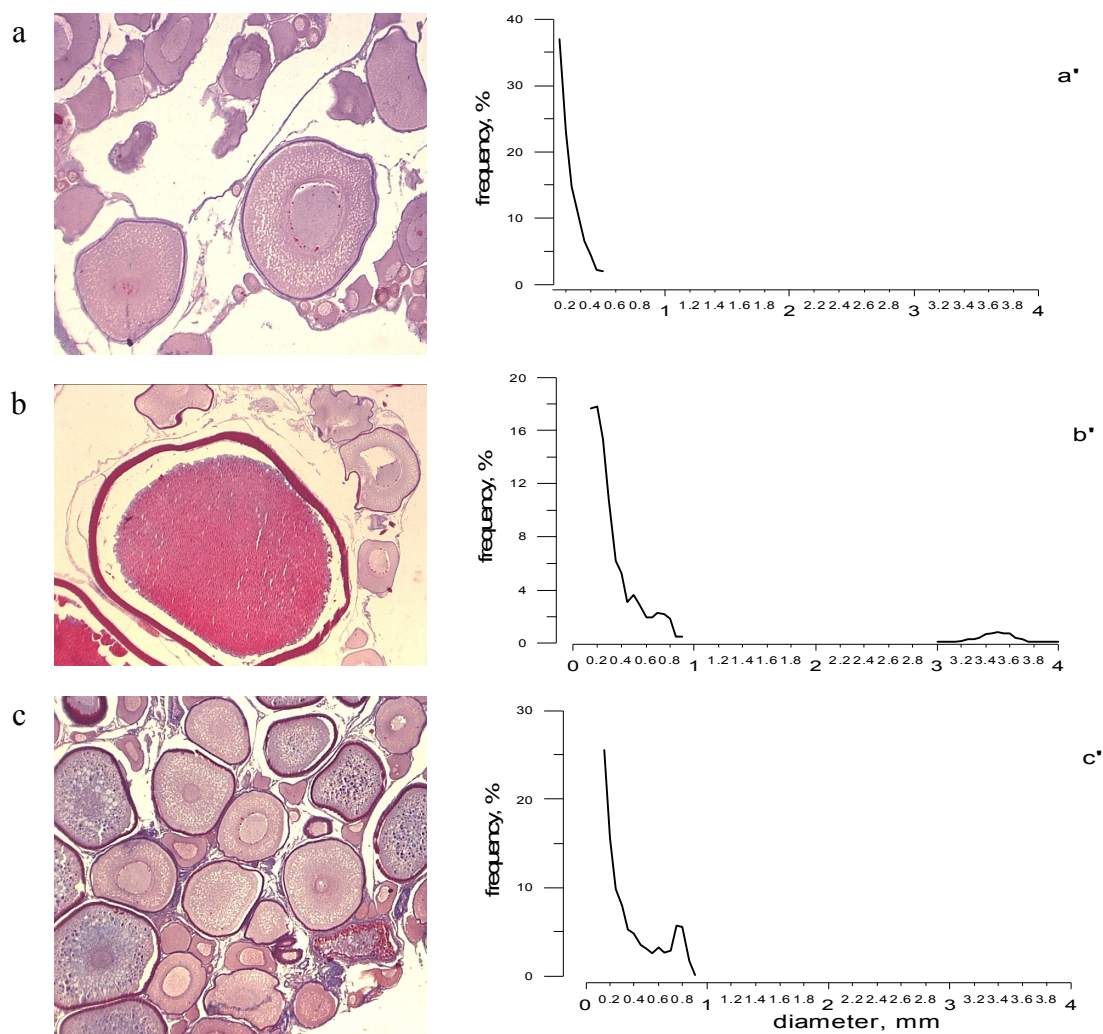


Рисунок 2 – Состав и размер ооцитов в яичниках ледяной рыбы *C. dewitti* на разных стадиях развития: а, а' – превителлогенные ооциты разных размеров и ооциты фазы вакуолизации цитоплазмы впервые созревающей самки TL 39 см, вес яичника 1 г; б, б' зрелый ооцит с полностью гомогенизированным желтком преднерестовой самки TL 39 см, вес яичника 37 г; с, с' – ооциты фазы вакуолизации цитоплазмы, первичного накопления желтка и превителлогенные ооциты посленерестовой самки прошлого нерестового сезона TL 42 см, вес яичника 4,4 г

### Обсуждение

Нахождение нами ледяной рыба *C. dewitti* в уловах в морях Содружества, Дюрвиля, Росса и Амундсена еще раз доказывает циркумконтинентальный тип ее распространения в Южном океане, предполагавшийся авторами первоописания [1]. В основном половозрелые особи были выловлены с глубины более 1000 м, подтверждая глубоководный характер распределения этого вида ледяной рыбы. Отсутствие молоди ледяной на глубинах менее 600 м может объясняться ис-

пользованием крючков большого размера и крупноразмерной наживки при промысле клыкача. В морях Росса и Амундсена в наших уловах отмечались особи ледяной рыбы длиной тела 29-50 см. Аналогичный размер рыб 30-46 см указан для моря Росса в работах Л. Пшеничного [18] и 26-46 см в работе Сатон и др. [22].

По нашим данным доля преднерестовых и нерестовых особей на материковом склоне морей Содружества и Дюрвиля, включая глубины более 1000 м, была значительно меньше, чем в уловах на поднятиях и банках морей Росса и Амундсена.

Во всех районах в период исследований самки в уловах преобладали по численности над самцами. По данным Л. Пшеничного [18] в море Росса на долю самок приходилось всего 20 %. Примерно равное соотношение полов в уловах для моря Росса отмечали Сатон и др. [22].

Наши наблюдения, охватывающие период времени с декабря по февраль-начало марта, свидетельствуют, что в этот сезон у значительной части самок ледяной рыбы в морях Росса и Амундсена, пойманной на глубине более 1000 м, происходил нерест. Наибольшее количество готовых к нересту рыб отмечалось нами в декабре-январе. В феврале наблюдалось снижение нерестовой активности, и в уловах увеличилось количество посленерестовых самок. Таким образом, полученные нами данные указывают на то, что нерестовый период для данного вида приходится на летний сезон Южного полушария. У большинства ледяных рыб высокоширотных морей Антарктики нерестовый период приходится на весенний, преимущественно летний сезон Южного полушария [11].

Характерной особенностью оогенеза нототеноидных рыб, впервые отмеченной еще I. Everson [8] (1970), является постоянное присутствие в яичниках ооцитов на начальной фазе вителлогенеза, обеспечивающих в дальнейшем формирование порции ооцитов для последующего нереста. По результатам наших гистологических исследований у *C. dewitti* эти вителлогенные ооциты были диаметром 0,5-0,9 мм. Подобный, сходный, размер ооцитов отмечался ранее и для другого вида ледяных рыб *Chaenocephalus aceratus*, у которого формирование этой порции ооцитов начинается из ооцитов диаметром 0,6-0,9 мм, соответствующих фазе вакуолизации и началу накопления желтка [3]. В декабре-январе в яичниках готовящихся к нересту особей *C. dewitti* находится сформированная порция ооцитов диаметром 3,0-3,5 мм. Сходный размер ооцитов 2,8-3,5 мм на фазе гомогенизации желтка и миграции ядра к анимальному полюсу и увеличение диаметра клеток до 4 мм перед овуляцией отмечены у другого вида ледяной рыбы *Chionodraco hamatus* [19].

По нашим результатам гистологических исследований и изучения размерного состава ооцитов в яичниках самок сформированная порция ооцитов диаметром 3,0-3,5 мм, отделившаяся от резервного фонда, появляется у самок с длиной тела 37-39 см. Они будут нереститься в ближайшее время, т. к. старшая генерация половых клеток представлена ооцитами, близкими к созреванию (конец фазы миграции ядра). Аналогичные данные о наступлении половой зрелости *C. dewitti* при длине тела рыб 37-40 см указаны в работе Сатон и др. [22].

Полученные нами сведения о строении оболочки икры и ее большой удельный вес склоняют нас к мнению, что икра ледяной рыбы донная и откладывается на субстрат, вероятно камни и скалы. Наличие икры на брюшных плавниках у одного экземпляра глубоководной ледяной рыбы, поднятого на борт судна [18], представляется нам случайным явлением. При внимательном наблюдении за пойманной рыбой при выборке ярусов в течение пяти рейсов, даже в местах массового нереста глубоководной ледяной рыбы, мы, как и другие наблюдатели [22], ни одного аналогичного случая не отмечали. Разделяем сомнения [22] в отношении идеи вынашивания икры *C. dewitti* на ее брюшных плавниках, представленное в работе К.-Н. Кока [14].

В море Амундсена в яичниках истощенных самок обычно присутствовали остаточные крупные прозрачные ооциты и крупные опустевшие фолликулы, что свидетельствовало о недавнем нересте этих особей. На гистологических срезах яичников неистощенных самок встречались в небольшом количестве опустевшие фолликулы маленького размера, а старшей генерацией являлись ооциты начальных фаз вителлогенеза, кроме них отмечалось много превителлогенных ооцитов (см. рис. 1 с). Известно, что в суровых условиях Антарктики процесс восстановления самок после нереста занимает сравнительно длительный период, у некоторых видов рыб он длится более полугода [5]. Вероятнее всего, эти самки (неистощенные, около 45 %) не участвовали и не были готовы участвовать в нересте в текущем сезоне, вес их яичников составлял всего несколько граммов.

По мнению Кока и Келлермана [11], сформированная и отделившаяся от резервного фонда группа вителлогенных ооцитов выметываются одновременно. У преобладающей части проанализированных нами особей *C. dewitti* количество обособленных желтковых клеток составляло порядка 3-6 тыс. [17]. Однако некоторые крупные особи имели резко выделяющиеся небольшие яичники весом всего около 20-50 г, в которых насчитывалось около 1-1,5 тыс. крупных желтковых ооцитов диаметром 3,6-4,0 мм. Гистологические исследования показали, что по своему строению это нормальные клетки с гомогенизированным желтком, с нормальными ядрами, расположенными у оболочки, и в скором времени эти клетки, вероятно, могли быть выметаны. Однако для объяснения данного факта и выяснения судьбы таких клеток необходимы дальнейшие исследования.

### Заключение

Самки глубоководной ледяной рыбы крупнее самцов, половой зрелости достигают при длине тела 37-39 см. Нерестовый период приходится на летний сезон Южного полушария. В районах подводных поднятий и хребтов доля нерестящихся рыб выше, чем в зоне материкового склона. У отнерестившихся особей в море Амундсена отмечается значительная потеря веса тела, очевидно связанная с энергетическими затратами в нерестовый период. Вероятно, часть самок нерестится не каждый год. В яичниках преднерестовых самок сформирована и отделена от резервного фонда группа вителлогенных ооцитов диаметром около 3,0-4,0 мм, представляющая собой порцию нереста текущего года. Одновремен-

но у таких самок начинается формирование порции вителлогенных ооцитов диаметром 0,5-0,9 мм для нереста в следующий нерестовый сезон. Высокий удельный вес икры и особенности строения оболочек созревающих ооцитов дают основание считать, что ледяная рыба имеет донную икру.

У некоторых крупных преднерестовых самок отмечены небольшие яичники, в которых количество зрелых ооцитов не превышает 1-1,5 тыс.

### Благодарности

Авторы благодарны сотрудникам ЮгНИРО сектора информационно-аналитического обеспечения Смирнову С. и Спиридоновой Е. за помощь в компьютерной подготовке рисунков.

### Литература

1. Андрияшев А. П., Неелов А. В. Новая белокровная рыба (*Chionobathyscus dewitti* gen. et sp. n.) с батинальных глубин Восточной Антарктиды // Морфология и систематика рыб. – Л.: ЗИН АН СССР, 1978. – С. 5-12.
2. Балущкин А. В., Прутько В. Г. О находках глубинной белокровки *Chionobathyscus dewitti* (Notothenioidei, Channichthyidae) в море Росса // Вопр. ихтиологии. – 2006. – Т. 46, № 2. – С. 278-280.
3. Лисовенко Л. А. Некоторые новые данные о нересте *Chaenocephalus aceratus* (Channichthyidae) из района островов Южная Георгия // Вопр. ихтиологии. – 1988. – Т. 28, № 3. – С. 497-502.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
5. Сильянова З. С. Оогенез и стадии зрелости рыб семейства Nototheniidae // Вопр. ихтиологии. – 1981. – Т. 21, № 4. – С. 687-694.
6. Arana P. M., Vega R. Exploratory fishing for *Dissostichus* spp. in the Antarctic region (subareas 48.1, 48.2 and 88.3) // CCAMLR Science, 1999. – 6. – P. 1-18.
7. Balushkin A. V., Prutko V. G. Species composition of fish from Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* stomachs of the Ross Sea // Document WG-FSA-06/10. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2006 a.
8. Everson I. Reproduction in *Notothenia neglecta* Nybelin // British Antarctic Survey Bulletin, 1970. – 23. – P. 81-92.
9. Fenaughty J. M., Stevens D. W., Hanchet S. M. Diet of the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) from the Ross Sea, Antarctica (Subarea 88.1) // CCAMLR Science, 2003. – 10. – P. 113-123.
10. Iwami T., Kock K.-H. Channichthyidae // Fishes of the Southern Ocean / O. Gon, P. C. Heemstra (Eds). – Grahamstown, South Africa: J. L. B. Smith Institute of Ichthyology, 1990. – P. 381-399.
11. Kock K.-H., Kellermann A. Review Reproduction in Antarctic notothenioid fish // Antarctic Science, 1991. – 3 (2). P. 125-150.
12. Kock K.-H. Antarctic icefishes (Channichthyidae): a unique family of fishes : A review : Part I // Polar Biol. – 2005 a. – 28 (11). – P. 862-895.

13. *Kock K.-H.* Antarctic icefishes (Channichthyidae): a unique family of fishes : A review : Part II // *Polar Biol.* – 2005 b. – 28 (12). – P. 897-909.
14. *Kock K.-H., Pshenichnov L.K., DeVries A. L.* Evidence for egg brooding and parental care in icefish and other notothenioides in the Southern Ocean // *Ant. Sci.* – 2006. – 18 (2). – P. 223-227.
15. *Petrov A. F.* The results of investigations of the feeding of Antarctic toothfish *D. mawsoni* in the Ross Sea in 2005/06 // Document WG-FSA-06/17. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2006.
16. *Prutko V. G.* Observer notes (Subarea 88.1) // Document WG-FSA-04/89. CCAMLR, Hobart, Australia, 2004.
17. *Prutko V. G., Chmievsky D. A.* Information on spawning and fecundity of icefish *Chionobathyscus dewitti* // Document WG-FSA-09/13. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2009.
18. *Pshenichnov L. K.* Some peculiarities of *Chionobathyscus dewitti* biology in the Ross Sea // Document WG-FSA-04/90. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2004.
19. *Shandikov G. A., Faleeva T. I.* Features of gametogenesis and sexual cycles of six notothenioid fishes from East Antarctica // *Polar Biology.* – 1992. – 11. – P. 615-621.
20. *Stevens D. W.* Stomach contents of the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) from the western Ross Sea, Antarctica // Document WG-FSA-04/31. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2004.
21. *Stevens D. W.* Stomach contents of sub-adult Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) from the western Ross Sea, Antarctica // Document WG-FSA-06/27. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2006.
22. *Sutton C. P., Manning M. J., Stevens D. W., Marriott P. M.* Biological parameters for icefish (*Chionobathyscus dewitti*) in the Ross Sea, Antarctica // *CCAMLR Science.* – 2008. – V. 15. – P. 139-165.

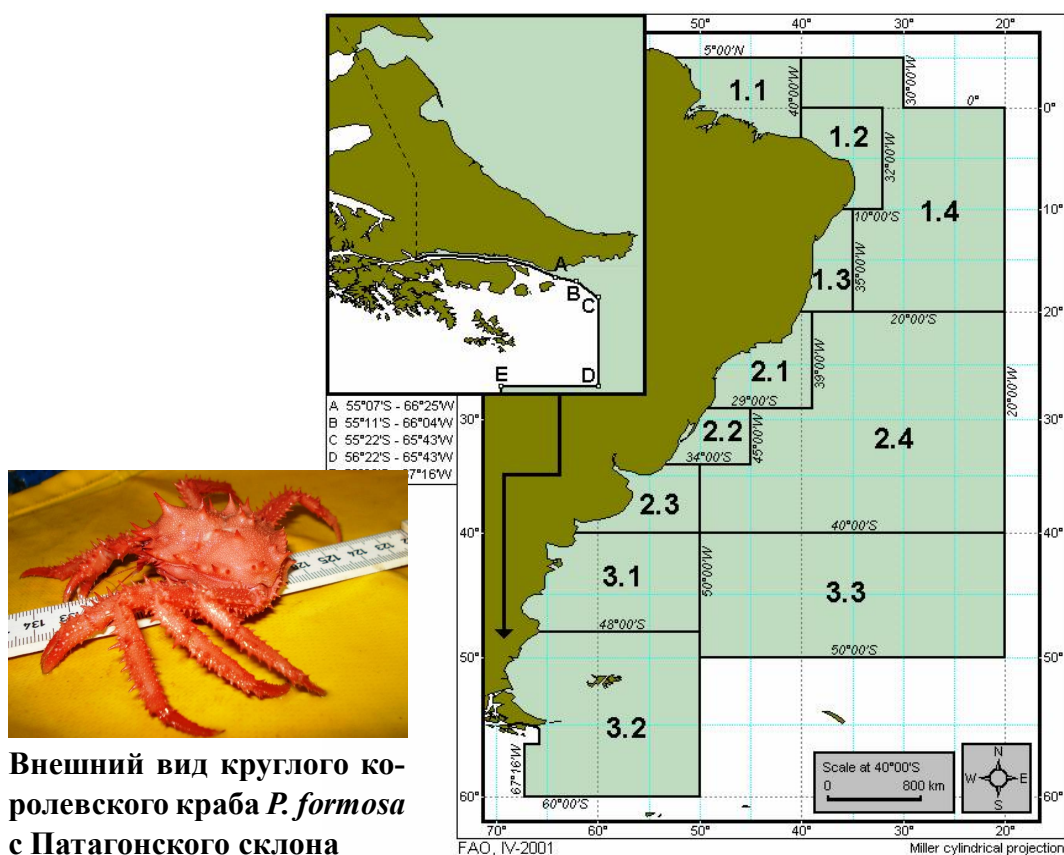
УДК 595.384(269.4)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОЛОГИЯ КРУГЛОГО КОРОЛЕВСКОГО  
КРАБА *PARALOMIS FORMOSA* (DECAPODA: LITHODIDAE)  
НА ПАТАГОНСКОМ СКЛОНЕ**

**Ю. В. Корзун**

**Введение**

С декабря 2007 г. по сентябрь 2008 г. коммерческое ярусное судно СРТМ «Симеиз» под украинским флагом с национальным наблюдателем на борту вело промысел патагонского клыкача в Юго-Западной Атлантике [2]. Судно работало на Патагонском склоне за пределами исключительных морских экономических зон иностранных государств в статистическом подрайоне ФАО 41.3.1 (рис. 1). В составе прилова из беспозвоночных самым многочисленным видом был круглый королевский краб *Paralomis formosa*, относящийся к семейству Lithodidae (Каменные крабы, крабоиды). В водах Антарктики он является одним из основных промысловых видов крабов [5, 9, 14, наши данные]. Биология и распределение круглого королевского краба изучены мало [6-8].



**Внешний вид круглого королевского краба *P. formosa* с Патагонского склона**

**Рисунок 1 – Схема статистического района ФАО 41**

## Материал и методика

Пробы круглого королевского краба отбирали из прилова донного трот-яруса на Патагонском склоне при промысле клыкча *Dissostichus eleginoides* [3]. Постановка ярусов производилась на участке от 42 до 47° с.ш. на глубинах 723-2223 м. В качестве приманки использовали европейскую сардину (*Sardina pilchardus*) и аргентинского кальмара (*Illex argentinus*). Крабы запутывались в сети кашалотеров, в поводцах крючков, иногда засекались крючками яруса. Биологические анализы крабов производили по методикам, принятым в АНТКОМ [13]. Определение количества прилова осуществляли посредством визуальных наблюдений при выборке яруса в течение 3-4 периодов продолжительностью по 15-20 мин. каждый или подсчетом и взвешиванием всех пойманных крабов. Длину крабов измеряли электронным штангенциркулем от заглазничной выемки до заднего края карапакса с точностью  $\pm 0,1$  мм. Вес крабов определяли на аптечных весах с точностью  $\pm 0,1$  г. Биологическому анализу подвергались все пойманные крабы. Данные по уловам крабов собирали в течение трех рейсов с 11 декабря 2007 г. по 10 сентября 2008 г., а материалы по биологии – в двух последних – с 9 марта по 10 сентября 2008 г. (табл. 1). Координаты места и глубину отбора проб рассчитывали осреднением координат и глубин постановки и выборки яруса. Зараженность ризоцефаловыми паразитами определялась по наличию экстерны паразита под абдоменом.

## Распределение

Круглый королевский краб распространен в ЮЗА и Южном океане от Уругвая и Аргентины до о. Южная Георгия и Южных Оркнейских о-вов на глубинах 400-1600 м [12]. В наших уловах на Патагонском склоне круглый королевский краб отмечался на глубинах от 984 до 1810 м. По диапазонам глубин встречаемость крабов в уловах изменялась от 0 до 82,8 %. Наиболее часто крабы встречались на глубинах 1400-1600 м (рис. 2).

Средние уловы крабов за одну ярусную постановку на обследованных диапазонах глубин варьировали от 0 до 2,7 кг, наибольший средний улов наблюдался в диапазоне глубин 1400-1600 м (рис. 3).

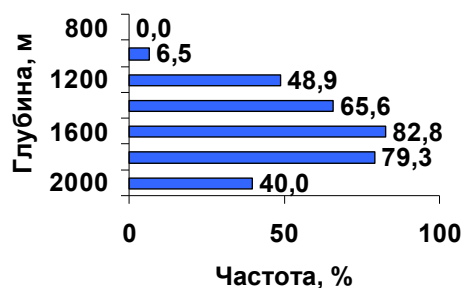


Рисунок 2 – Встречаемость круглого королевского краба в уловах на Патагонском склоне

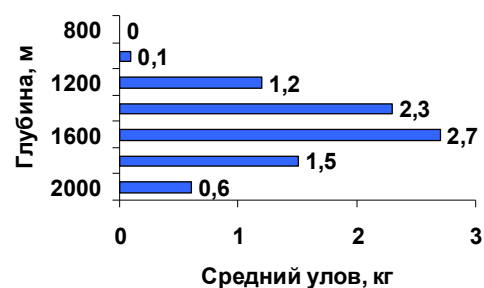


Рисунок 3 – Распределение уловов круглого королевского краба по глубине

Отдельные уловы круглого королевского краба за одну ярусную постановку достигали 24,3 кг (140 шт.), обычно они составляли 1-5 кг и в среднем равнялись 2,0 кг (10,4 шт., табл. 1). Уловы более 10 кг отмечались на отдельных участках в

Таблица 1 – Уловы круглого королевского краба на Патагонском склоне

Показатели	Рейс 1	Рейс 2	Рейс 3	Всего
Период работ	11.12.07- 18.02.08	09.03- 16.05.08	15.06- 10.09.08	11.12. 07- 10.09.08
Координаты лова	42°40'-46°38' S, 58°06'-59°43' W	42°39'-47°12' S, 58°01'-59°58' W	42°33'-46°33' S, 57°54'-59°57' W	42°33'-47°12' S, 57°54'-59°58' W
Глубина лова/средняя, м	1000-2168/1479	723-2200/1346	769-2223/1445	723-2223/1423
Постановок ярусов	178	181	200	559
Общий улов, кг/шт.	189/862	315/1810	618/3161	1122/5833
Доля крабов в улове, %	0,2	0,3	0,5	0,3
Ср. улов на 1 ярус, кг/шт	1,1/4,8	1,7/10,0	3,9/15,8	2,0/10,4

основном на 43 и 45° ю.ш. (рис. 4). Доля крабов от общего улова колебалась от 0,2 до 0,5 % и в среднем составляла 0,3 %.

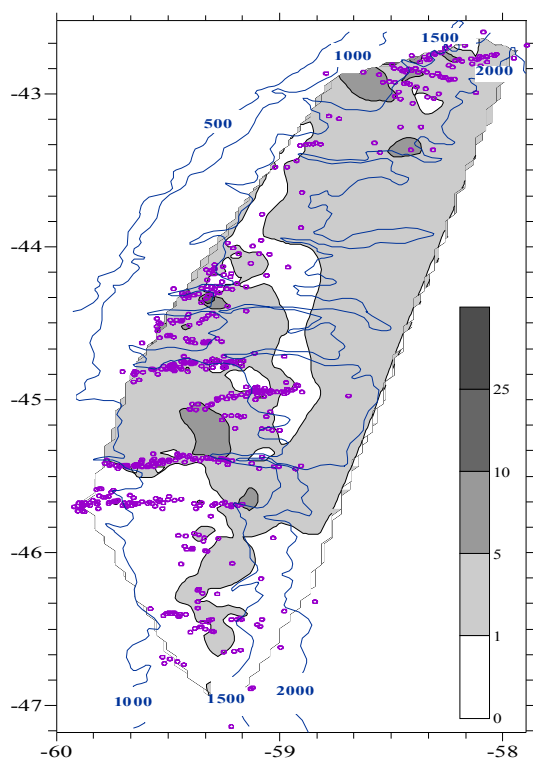


Рисунок 4 – Распределение уловов круглого королевского краба на Патагонском склоне (уловы в кг, изобаты в м)

### Биологические особенности крабов

Длина карапакса крабов колебалась от 2,1 до 8,9 см, вес – от 4 до 383 г, средняя длина животных составляла  $6,7 \pm 0,02$  см, средний вес –  $166,5 \pm 2,8$  г (рис. 5 А). Длина тела самцов составляла 2,1-8,9 см, вес – 4-383 г, средняя длина и вес самцов равнялись  $7,1 \pm 0,02$  см и  $207,0 \pm 3,6$  г (рис. 5 Б). Длина тела самок варьировала в диапазоне 3,0-8,2 см, вес тела изменялся в пределах 12-224 г, средняя длина и вес самок равнялись  $6,0 \pm 0,02$  см и  $108,0 \pm 1,7$  г (рис. 5 В). Максимальные и средние размеры тела самцов были больше, чем у самок. Модальный класс крабов в уловах осенью (апреле-мае) составлял 6 см (20,1 %), зимой (июле-сентябре) – 7,5 см (25,2 %), а численность мелких крабов группы пополнения длиной 2-4 см – 0,6 и 2,5 % соответственно. Ширина карапакса крабов была немного больше его длины, и зависимость между ними луч-



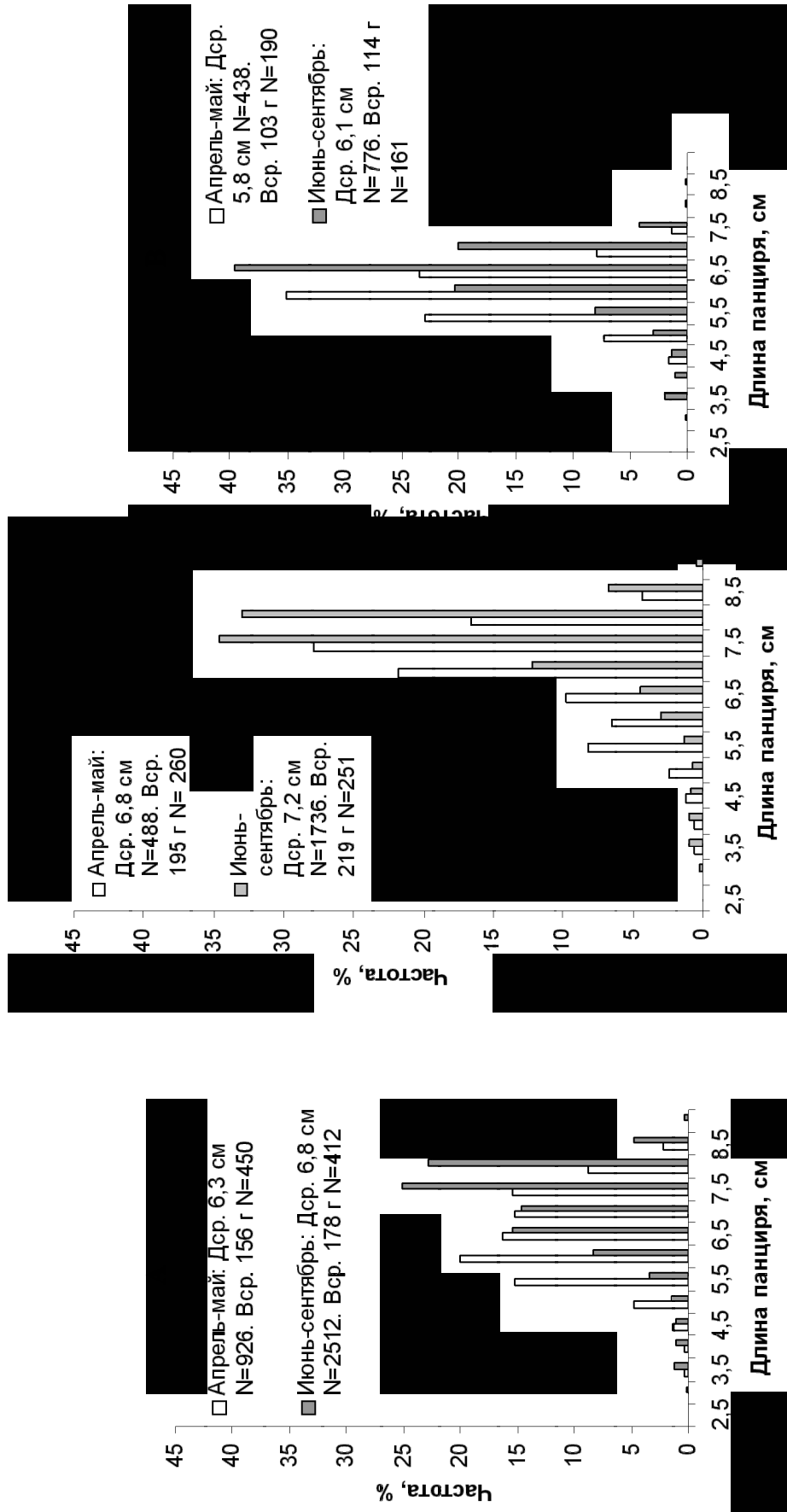


Рисунок 5 – Размерный состав самцов круглового королевского краба: А – самцы + самки; Б – самцы; В – самки

ше всего описывалась степенной функцией (рис. 6). Связь длины панциря и веса тела у самцов и самок также наиболее правдоподобно характеризовалась степенными функциями (рис. 7 А, Б).

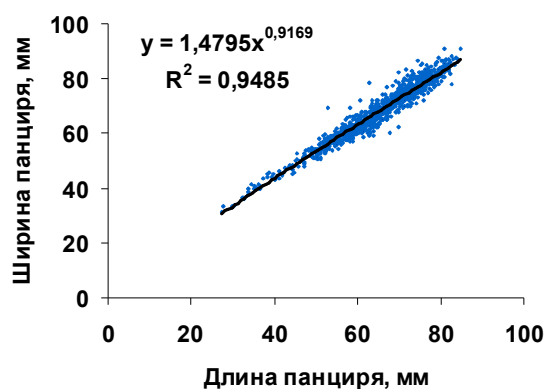


Рисунок 6 – Зависимость ширины панциря от его длины у круглого королевского краба

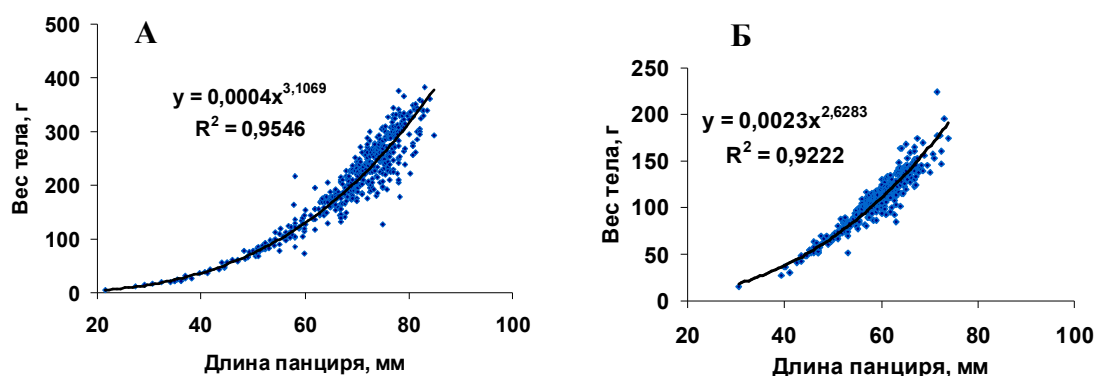


Рисунок 7 – Зависимость веса самцов (А) и самок (Б) от длины панциря

Средний вес крабов на различных глубинах варьировал от 139,1 до 252,4 г, при этом наибольшие значения наблюдались в диапазоне глубин 1000-1200 м, а наименьшие – 1800-2000 м (рис. 8).

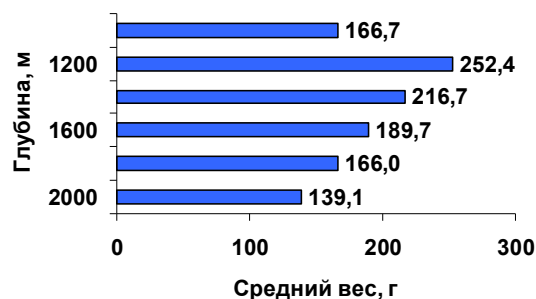


Рисунок 8 – Средний вес круглого королевского краба на различных глубинах

Соотношение полов в уловах в апреле-мае составляло 1 : 1,1, а в июле-сентябре – 1 : 2,2 с преобладанием самцов.

Среди самок в уловах доминировали особи с икрой на I стадии зрелости и осенью (55,0 %), и зимой (34,6 %), самки на II стадии, у которых икра была с «глазками», составляли 16,0 и 22,4 %; крабы с погибшей

икрой на III стадии встречались сравнительно редко – 1,9 и 2,8 % соответственно. Самки на IV стадии зрелости с пустыми оболочками осенью составляли 4,7 %, зимой – 24,6 %, а особи без икры – 22,3 и 15,6 % соответственно (рис. 9). Самая маленькая самка с икрой под абдоменом имела длину панциря 3,9 см, ширину панциря 4,3 см, вес тела 28 г и была на II стадии зрелости.

Панцири большинства крабов как в апреле-мае (62,2 %), так и в июне-сентябре (50,1 %) были твердые и чистые. Однако от осени к зиме Южного полушария доля крабов с чистым панцирем уменьшилась с 62,2 до 50,1 %, а со старым панцирем увеличилась с 19,0 до 39,2 % (рис. 10).

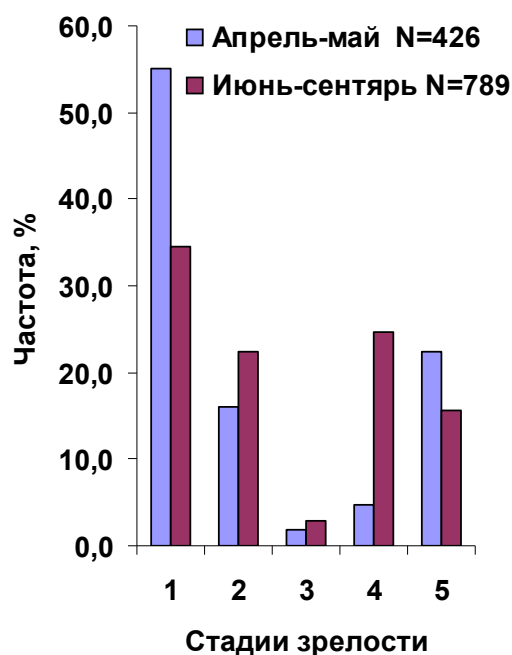


Рисунок 9 – Стадии половозрелости самок круглого королевского краба

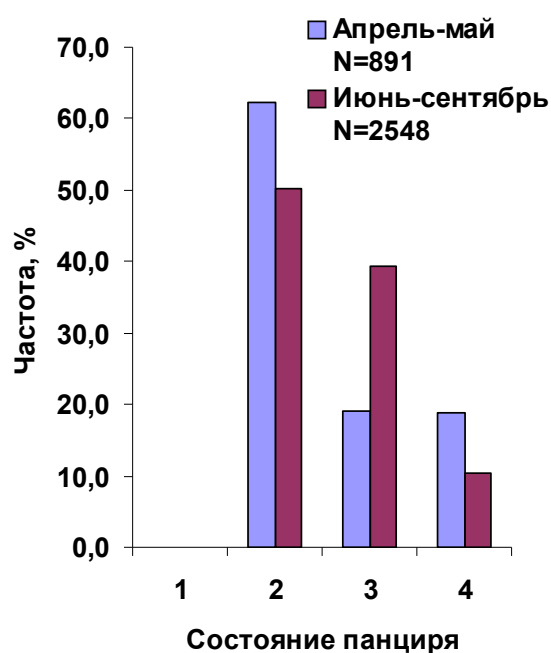


Рисунок 10 – Состояние панциря круглого королевского краба

В уловах отмечались крабы, зараженные космополитическим видом ризоцефаловых паразитов *Briarosaccus callosus* (Crustacea: Rhizocephala, Peltogastridae), который приводит к стерилизации инфицированных особей и таким образом к снижению биомассы нерестующей части запаса (табл. 2) [1, 11]. Заражение бриаросаккусом крабов определяли по наличию экстерны в период размножения паразита. Экстерна представляла собой бобовидное образование оранжево-красного цвета, прикрепленное своей средней частью к нижней стороне абдомена ближе к головогруды краба. Длина экстерны составляла около 40 мм, диаметр – 15 мм (рис. 11).

У каждого инфицированного краба было по одной экстерне. Экстенсивность заражения составляла 0,5 % (обследовано 2549 экз.), из них у самцов – 0,1 %

(1759 экз.), у самок – 1,5 % (790 экз.). Самцы с паразитом имели длину панциря 5,4-7,0 см, самки – 5,2-7,0 см.

Таблица 2 – Зараженность крабов паразитом *B. callosus* в Мировом океане

Виды	Район	Зараженность, %	Источник
<i>Paralomis formosa</i>	Патагонский склон		Наши дан- ные
Самцы		0,1	
Самки		1,5	
<i>Neolithodes diomedea</i>		Незаражены	
<i>Paralomis spinosissima</i>	О. Южная Георгия		Данные Basson [7]
Самцы		22	
Самки	13		
Самцы	Скалы Шаг	6	
Самки		7	
<i>Paralomis granulosa</i>	Чилийские воды	2	Данные Hoggarth [7]
	Фолклендские о-ва	<1	
<i>Lithodes murrayi</i>	Юго-западная часть	3	
<i>Lithodes couesi</i>	Индийского океана	<1	
<i>Paralithodes camtschatica</i>	Северная Пацифика	1-2	
		Незаражены*	
<i>Paralithodes platypus</i>	Фьорды Аляски	76	
		20	
<i>Lithodes aequispina</i>	Фьорды Канады	40	
*Большая акватория открытой части Северной Пацифики.			



Рисунок 11 – Внешний вид экстерны *B. callosus* (фиксация в 10 %-ном растворе формалина)

### Обсуждение

Не только на Патагонском склоне, но и у о. Южная Георгия круглый королевский краб *P. formosa* является обычным и наиболее многочисленным видом в прилове на промысле патагонского клыкача на глубинах более 800 м [10, 11]. *P. formosa* встречался на Патагонском склоне на глубинах 984-1810 м. В наших уловах он отмечался несколько глубже, чем было известно раньше – 400-1600 м [12] и был наиболее многочисленным в диапазоне глубин 1400-1600, что глубже, чем пик его численности у Южной Георгии (800-1400 м).

Уловы круглого королевского краба на Патагонском склоне достигали 24,3 кг (140 шт.) и в среднем составили 2,0 кг (10,4 шт.) за одну ярусную постановку. На большей части обследованной акватории уловы крабов составляли 1-5 кг за ярус, увеличение уловов крабов до 10 кг и более наблюдалось на отдельных участках на 43 и 45° ю.ш. Наиболее продуктивными были глубины 1400-1600 м, где уловы крабов достигали в среднем 2,7 кг за одну ярусную постановку. Доля крабов в общем улове по сезонам была небольшой, колебалась от 0,2 до 0,5 % и в среднем составила 0,3 % и возрастала от осени к зиме. Возможно краб образует скопления на участках, где условия среды относительно стабильны [4].

Длина карапакса крабов колебалась от 2,1 до 8,9 см, вес – от 4 до 383 г, средняя длина животных составляла  $6,7 \pm 0,02$  см, средний вес –  $166,5 \pm 2,8$  г. Модальный класс, средняя длина и вес крабов в уловах от осени к зиме увеличились от 6 см до 7,5 см, от  $6,3 \pm 0,03$  см до  $6,8 \pm 0,02$  см и с  $156,0 \pm 3,6$  г до  $177,7 \pm 4,2$  г соответственно. Это увеличение размеров крабов обусловлено, вероятно, с одной стороны, ростом тела; средняя длина тела самцов увеличилась с  $6,8 \pm 0,04$  см до  $7,2 \pm 0,02$  см, а средняя длина самок – с  $5,8 \pm 0,03$  до  $6,1 \pm 0,03$  см, а с другой – вследствие увеличения в уловах количества самцов с 52 до 68 %, которые в среднем были крупнее самок. Зимой возросло количество молоди крабов с 0,6 до 2,5 % за счет появления самок длиной 2-4 см.

Средний вес тела крабов значительно варьировал с изменением глубины лова. Крупные крабы средним весом 252,4 г облавливались ближе к верхней границе вертикального распространения в диапазоне глубин 1000-1200 м, а мелкие – средним весом 139,1 г преобладали на максимальных глубинах лова 1800-2000 м. Разделение крабов по размерам и глубине обитания, вероятно, снижает внутривидовую конкуренцию и уменьшает каннибализм.

В течение периода наблюдений встречались самки на всех стадиях полового созревания, при этом количество самок с икрой под абдоменом от осени к зиме уменьшалось с 71,2 до 57 %, а количество отнерестившихся самок с пустыми оболочками от икры увеличивалось от 4,7 до 24,6 %. Вероятно условия для инкубации икры были сравнительно благоприятными, так как количество особей с мертвыми икринками составляло 1,9-2,8 %. Распределение самок по стадиям зрелости и соотношение полов в осенний период на Патагонском склоне и у о. Южная Георгия [11] были настолько близкими, что можно предположить синхронное протекание этапов размножения у круглого королевского краба в этих районах.

Зараженность круглого королевского краба паразитом *B. callosus* на Патагонском склоне была сравнительно не высокой. Экстенсивность составляла 0,5 %; зараженность у самок оказалась значительно выше, чем у самцов – 1,5 и 0,1 % соответственно, хотя длины панциря у инфицированных особей практически совпадали – 5,2-7,0 и 5,4-7,0 см также соответственно.

### Заключение

Таким образом, прилов круглого королевского краба на Патагонском склоне в осенне-зимний период при промысле патагонского клыкача трот-ярусом, оснащенным кашалотерами, не превышал 24 кг на ярус. Крабы образовывали локальные скопления в диапазоне глубин 1400-1800 м, на участках, где условия среды были относительно стабильны. Скопления крабов на Патагонском склоне отмечались на больших глубинах, чем у о. Южная Георгия. В популяции животных в осенне-зимний сезон Южного полушария наблюдалось размножение, в основном откладка икры на плеоподы и ее инкубация. Зараженность крабов ризоцефаловыми паразитами была низкой.

### Литература

1. Исаева В. В., Долганов С. М., Шукалюк А. И. Корнеголовые ракообразные – паразиты промысловых крабов и других десятиногих // Биология моря. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 256-261.
2. Корзун Ю. В. Информационный отчет научного наблюдателя о работе ярусника «Симеиз» в Юго-Западной Атлантике (район ФАО 41) с декабря 2007 г. по сентябрь 2008 г. : Национальный наблюдатель Ю. В. Корзун; Судовладелец ООО РК ФОРЭС, г. Севастополь, Украина. – Керчь, 2008. – 20 с.
3. Список действующих мер по сохранению : АНТКОМ : Сезон 2009/10 г. – АНТКОМ, 2009. – 288 с.
4. Abellan L., Lopez J., Balguerias E. On the presence of *Paralomis spinosissima* and *Paralomis formosa* in catches taken during the Spanish survey Antarctica 8611 // CCAMLR Science. – 1994. – Vol. 1. – P. 165-173.
5. Anon. : Summary of observation aboard a pot vessel operating in the conventional area during the 2001/02 season // WG-FSA-02/14. – P. 1-3.
6. Anon. : The Antarctic crab fishery // Extracts from CCAMLR-XI and SC-CCAMLR-XI.-WS-CRAB-93/4. – P. 1-18.
7. Basson M. A. Preliminary investigation of the possible effects of rhizocephalan parasitism on the management of the crab fishery around South Georgia // CCAMLR, WS-CRAB-93/7. – P. 1-22.
8. Basson M., Beddinton J. R. Data required for implementation of management options // CCAMLR, WS-CRAB-93/6. – P. 1-3.
9. Basson M., Hoggarth. D. D. Management and assessment options for the crab fishery around South Georgia // CCAMLR Science. – 1994. – Vol. 1. – P. 193-202.

10. *Collins M. A., Yau C., Guilfoyle F.* et al. Assessment of stone crab (Lithodidae) density on the South Georgia slope using baited video cameras // ICES Journal of Marine Science. – 2002. – 59. – P. 370-379.
11. *Daw T., Agnew D., Purves M., Pilling G., Yau C.* Crab by-catch in the experimental toothfish pot fishery around South Georgia // WG-FSA-00/24, 2000. – P. 1-21.
12. *Macpherson E.* Revision of the Family Lithodidae Samouelle, 1819 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Atlantic Ocean. – Monografias de Zoologia Marina, 1988. – 2. – P. 9-153.
13. Scientific Observer's Manual. – CCAMLR, Hobart, Australia, 2006. – 131 p.
14. *Watters G.* Preliminary analyses of data collected during experimental phases of the 1994/95 and 1995/96 Antarctic crab fishery seasons // WG-FSA-96, 1996. – 34. – P. 1-23.

УДК 574.55(269)

## ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОМЫСЛОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ ЮЖНОГО ОКЕАНА

В. А. Брянцев, Б. Г. Троценко

### Введение

Исследуемые акватории географически относятся к Южному океану (если условно использовать это название, официально не принятое), находясь южнее 40 параллели. К ним принадлежат, в соответствии с классификацией промысловых районов ФАО: антарктическая часть Атлантического океана (48, АЧА), антарктическая часть Индийского океана (58, ЮЧИО), юго-восточная и юго-западная частей Тихого океана (87, 81, соответственно ЮВТО и ЮЗТО). В первых двух районах осуществляется промысел антарктического криля, в остальных – перуанской ставриды.

Объем вылова антарктического криля сопоставим с добычей рыбы в Мировом океане, акватория южной части Тихого океана занимает первое место среди промысловых районов. В этом – экономическая значимость результатов исследования.

Нами предпринято сопоставление многолетних уловов указанных объектов как показателей конечного звена в экосистемах, с факторами, определяющими их урожайность и поведение. В качестве таковых использованы гео- и гелиофизические индексы, отражающие климатические колебания и особенности атмосферной циркуляции, определяющие структуру и интенсивность морских течений.

### Материал и методика

Общей функцией при исследованиях структуры связей взяты значения уловов ( $Y$ ) основных объектов промысла в обозначенных районах Южного океана: антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) и перуанской ставриды (данные бюллетеня ФАО [4]).

В качестве косвенных факторов, определяющих успешность промысла, рассмотрены показатели атмосферных переносов (АП), предположительно обуславливающих урожайность и образование скоплений видов через влияние на структуру и интенсивность глобальных потоков: Антарктического Циркумполярного, Прибрежного Антарктического и Перуано-Чилийского течений. Указанные переносы рассчитывались путем разложения приземного барического поля в ряд по полиномам Чебышева по методике, данной в [1]. Из них использовались первые 5 коэффициентов, отражающих:  $A_{00}$  – среднее атмосферное давление в пределах выбранного стандартного поля,  $A_{10}$  – меридиональный перенос,  $A_{01}$  – зональный,  $A_{20}$  – меридиональный в западной и восточной половинах поля,  $A_{02}$  – зональный в южной и северной половинах.



Стандартные поля выбраны для каждого района в пределах: АЧА – 40-70° ю.ш., 2 – 73° з.д., АЧИО (Море Содружества) – 50-65° ю.ш., 45-75° в.д., ЮВТО – 40-60° в.д., 75-135° з.д., ЮЗТО – 30-60° ю.ш., 90-150° з.д.

В качестве «начальных» факторов, отражающих глобальные климатические изменения, взяты гео- и гелиофизические показатели: скорость вращения Земли ( $\delta$ ), солнечная активность (числа Вольфа,  $W$ ), модуль аномалии последней ( $W' = W - \bar{W}$ , где  $\bar{W}$  – среднее многолетнее значение), а также их произведения  $\delta W$  и  $\delta W'$ .

Предполагается, что первая характеристика отражает автоколебательный процесс потепления и похолодания на планете с 70-летней периодичностью, рассмотренный в [2].

В указанной работе определены последние максимум и минимум: первый – в середине 30-х, второй – в середине 70-х гг. Величины изменений скорости вращения Земли представлены в относительных единицах: 1 – максимум, 0 – минимум.

Связи между многолетними рядами определялись методом парной и множественной корреляции с граничным уровнем значимости 0,05. Данные экстраполяции значений солнечной активности для многолетних прогнозов уловов в период 2010-2024 гг. взяты из работы М. Н. Храмовой с соавторами [3]. Уловы ставриды сопоставлялись с факторами при годовом и полугодовом осреднении. В последнем случае в таблице связей обозначались оба значения. Крилевый промысел в обоих районах осуществлялся в конце текущего и начале следующего года (ноябрь-апрель), поэтому корреляция рядов производилась синхронно и со сдвигом на год. Принималось большее значение при совпадении по знаку.

### Результаты исследования и обсуждение

Показатели сопоставлений многолетних рядов уловов и атмосферных переносов представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают определяющую значимость для уловов всех перечисленных объектов меридионального переноса: с юга на север (отрицательная связь) для всех районов, исключая АЧИО, где связь имела положительный знак (перенос с севера на юг).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции рядов уловов и атмосферных переносов

АП	$A_{00}$	$A_{10}$	$A_{20}$	$A_{02}$	Анализируемый период	Примечания
Районы						
АЧА (48.2)		-0,444			1991-2006	
АЧИО		0,530	0,514		1975-1992	
ЮВТО	-0,533	-0,588	-0,488 -0,592		1985-2005	1 полугодие 2 полугодие
ЮЗТО		-0,622	-0,703	0,556 0,444	1971-2008	1 полугодие 2 полугодие

Следует иметь в виду, что районы промысла в антарктической части Атлантического океана, в юго-восточной и юго-западной частях Тихого океана располагаются в пределах и севернее системы Антарктического Циркумполярного течения (АЦТ). Промысел криля в антарктической части Индийского океана, наоборот, реализуется в основном в море Содружества, то есть в пределах и к югу от нее, где ощущается влияние и Антарктического Прибрежного течения западного направления. Таким образом, положительная связь уловов в первых трех промысловых районах с южным атмосферным переносом может объясняться косвенным показателем усиления системы течений, которая обуславливает перенос полярных вод, богатых биогенными солями, в районы с высоким притоком солнечной энергии. Усиление Перуано-Чилийского течения способствует, кроме того, увеличению интенсивности прибрежного апвеллинга и распространению продуктивных вод на запад с усилением интенсивности вихрей в 40-х широтах. Первое обуславливает повышенную урожайность перуанской ставриды, второе – образование промысловых скоплений рыб.

Аналогичное усиление притока вод на север с моря Белингаузена и Уэдделла усиливает экспатриацию криля из прибрежных районов и усиление топогенных вихрей в районе трех приостровных акваторий, что способствует образованию промысловых скоплений рачков. Такой же эффект концентрации криля создает усиление завихренности вод в море Содружества в системе потоков между АЦТ и Западным прибрежным, но уже преобладанием атмосферного переноса с севера на юг.

В сводной табл. 2 представлены значимые связи атмосферных переносов с гео- и гелиофизическими характеристиками, отражающими разнопериодные колебания климата.

Интегральная характеристика атмосферной циркуляции – среднее давление ( $A_{00}$ ) – имеет наибольшее количество значимых связей с показателями ГГФ в антарктической части Южного океана, в районах промысла криля. Там же проявляются и связи зональных переносов ( $A_{01}$  и  $A_{02}$ ). Зависимость от ГГФ меридиональных переносов ( $A_{10}$  и  $A_{20}$ ) в большей степени характерна для районов рыбного промысла (ЮВТО и ЮЗТО).

**Таблица 2 – Коэффициенты корреляции связей атмосферных переносов (АП) в анализируемых районах с гео- и гелиофизическими факторами (ГГФ)**

АП	ГГФ Районы	W	$\delta$	W'	$\delta W$	$\delta W'$	Примечания
$A_{00}$	АЧА		-0,359	-0,369*		-0,401	*1 полугодие
	АЧИО	0,718		0,471	0,600	0,591	
$A_{10}$	ЮВТО		-0,371			-0,455	
	ЮЗТО					-0,364*	*2 полугодие
$A_{01}$	АЧА			-0,374*			*1 полугодие
	АЧИО	0,528*		0,529*			*2 полугодие
$A_{20}$	ЮВТО		-0,434			-0,492	
$A_{02}$	АЧИО	0,462					

### Прогноз

Учитывая возможности экстраполяции индексов ГГФ по методикам из работ [2-3], мы можем прогнозировать уловы в указанных районах Южного океана. Для этого выполнен корреляционный анализ связей «напрямую» уловов со значениями индексов. Полученные значимые связи сведены в табл. 3, а на основе наибольших коэффициентов или с помощью модели множественного регрессионного анализа рассчитаны уравнения, которые используются для многолетнего ориентировочного прогноза.

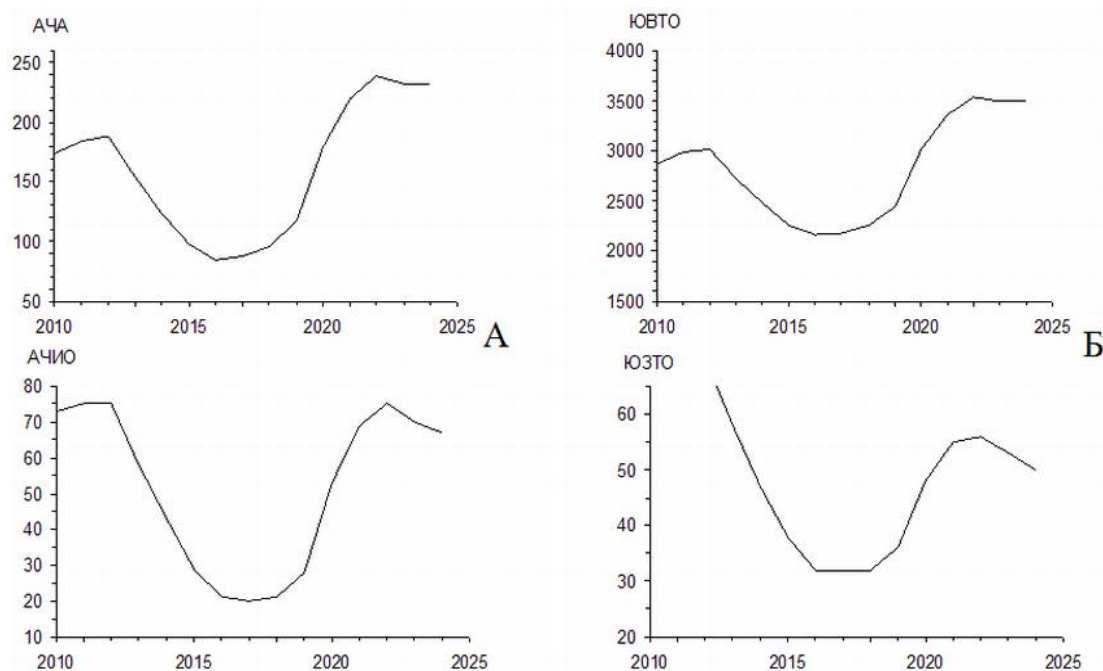
Таблица 3 – Связи уловов в промысловых районах Южного океана с гео- и гелиофизическими факторами (ГГФ)

ГГФ Районы	W	$\delta$	W'	$\delta W$	$\delta W'$	Коэффициент мн. корр.	Уравнения
АЧА	0,531	-0,498	0,501				У тыс. т=202,5-177,1 $\delta$ +2,3 W'
АЧИО	0,506		0,432				У тыс. т=15,1+0,5W
ЮВТО		-0,415*	0,453*			0,749	У млн. т=3.36+0,01W-1,8 $\delta$ *(P>0,05)
ЮЗТО		0,373		0,319	0,396		У тыс. т=28,9+0,8 $\delta W'$

Такой прогноз выполнен для периода 2010-2024 гг. (табл. 4, рисунок). Естественно, что прогнозируемые величины нельзя понимать буквально и использовать непосредственно. Работы флотов различных стран и компаний будут определяться рядом экономических и политических предпосылок. Поэтому допол-

Таблица 4 – Прогнозируемые уловы (в тыс. т) в промысловых районах Южного океана

Годы	Районы			
	АЧА	АЧИО	ЮВТО	ЮЗТО
2010	174	73	2870	71
2011	184	75	2990	71
2012	188	75	3010	70
2013	154	58	2730	58
2014	124	43	2480	47
2015	98	29	2260	38
2016	85	21	2160	32
2017	88	20	2180	32
2018	96	21	2260	32
2019	117	28	2450	36
2020	179	53	3010	48
2021	220	69	3360	55
2022	239	75	3530	56
2023	232	70	3490	53
2024	232	67	3490	50



**Прогнозируемые уловы (тыс. т): А) антарктического криля; Б) перуанской ставриды в промысловых районах Южного океана**

нительно прогнозируемые колебания уловов представлены на рисунке в сравнимых масштабах, где иллюстрируется тенденция их нарастания и падения.

Из рисунка видно, что успешность промысла антарктического криля и перуанской ставриды в юго-восточной и юго-западной части Тихого океана начнет возрастать после 2018 г. и достигнет максимума в 2022 г. Период с 2014 по 2017 г. будет относительно менее благоприятным для добычи перечисленных видов.

### Заключение

Выявленные корреляционные связи гео- и гелиофизических факторов с показателями атмосферной циркуляции и уловами антарктического криля в антарктической части Атлантики и перуанской ставриды в юго-восточной и юго-западной частях Тихого океана свидетельствуют о благоприятном влиянии южных атмосферных переносов для успешности промысла перечисленных объектов. Наоборот, северный перенос определяет успех крилевого промысла в антарктической части Индийского океана.

Указанное различие обусловлено расположением исследуемых районов в пределах и севернее системы Антарктического Циркумполярного течения с его меридиональными ответвлениями потоков в низкие широты (АЧА, ЮВТО и ЮЗТО), или нахождением с южной стороны этой системы (АЧИО), т. е. акватории, включающей Западное Прибрежное течение.

Полученные связи позволяют создать методику многолетних промысловых прогнозов на базе экстраполируемых гео- и гелиофизически характеристик, отражающих климатические колебания в регионе.

*Литература*

1. *Кудрявая К. И., Серяков Е. И., Скриптунова Л. И.* Морские гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 310 с.
2. *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. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 59-72.
3. *Храмова М. Н., Красоткин С. А., Кононович Н. Э.* Прогнозирование солнечной активности методом фазовых средних // Эл. журнал : Исследовано в России, 1169. – [http://zhurnal.ipo.ru/articles I 2001 I 107. pdf](http://zhurnal.ipo.ru/articles/I2001/I107.pdf).
4. FAO year book – Vol. 100/1. – 105 p.

## Содержание

<b>Смирнов С. С., Панов Б. Н.</b> Использование сетевых технологий в ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» .....	4
<b>Литвиненко Н. М., Евченко О. В.</b> Состояние донного сообщества в Керченском проливе за период 2005-2009 гг. ....	9
<b>Терентьев А. С.</b> Изменение площади донных биоценозов в результате заиления Керченского предпроливья Черного моря .....	15
<b>Евченко О. В.</b> Биологические характеристики и запас рапаны <i>Rapana venosa</i> (Gastropoda: Murexidae) в северо-восточной части Черного моря .....	24
<b>Крючков В. Г.</b> Опыт выращивания устриц у восточного побережья Черного моря .....	29
<b>Шляхов В. А., Михайлюк А. Н.</b> Украинский промысел рапаны в Черном море и Керченском проливе и его регулирование .....	36
<b>Шляхов В. А.</b> О запасах и промысловом использовании калкана в Черном море .....	40
<b>Гетманенко В. А., Губанов Е. П., Изергин Л. В.</b> Оценка влияния зарегулирования рек на сохранение и воспроизводство биоресурсов Азовского моря .....	52
<b>Петренко О. А., Авдеева Т. М., Шепелева С. М.</b> Особенности накопления токсичных веществ в тканях и органах промысловых объектов Азово-Черноморского бассейна .....	59
<b>Губанов Е. П., Иванин Н. А., Тимохин И. Г.</b> Видовой состав и экологические ниши хищных рыб эпипелагиали Индийского океана .....	69
<b>Тимохин И. Г., Новиков Н. П.</b> Белоглазая и черная колючие акулы подводных поднятий Индийского океана .....	93
<b>Прутько В. Г., Чмилевский Д. А.</b> К вопросу о нересте и некоторых чертах оогенеза ледяной рыбы <i>Chionobathyscus dewitti</i> .....	101
<b>Корзун Ю. В.</b> Распределение и биология круглого королевского краба <i>Paralomis formosa</i> (Decapoda: Lithodidae) на Патагонском склоне .....	109
<b>Брянцев В. А., Троценко Б. Г.</b> Предпосылки промысловой продуктивности в некоторых районах Южного океана .....	119

## Contents

<b>Smirnov S. S., Panov B. N.</b> Use of network technologies in GIS «Marine living resources of the Azov-Black Sea basin» .....	4
<b>Litvinenko N. M., Evchenko O. V.</b> State of bottom community in the Kerch Strait for the period of 2005-2009 .....	9
<b>Terentyev A. S.</b> Change of bottom biocenoses area as a result of silting in the area before the Black Sea Kerch Strait .....	15
<b>Evchenko O. V.</b> Biological features and stock of rapana <i>Rapana venosa</i> (Gastropoda: Murexidae) in the north-eastern Black Sea .....	24
<b>Kryuchkov V. G.</b> Experience of oyster growing near the Black Sea eastern coast .....	29
<b>Shlyakhov V. A., Mikhaylyuk A. N.</b> Ukrainian fishery of rapana in the Black Sea and Kerch Strait and its regulations .....	36
<b>Shlyakhov V. A.</b> On stocks and commercial use of turbot in the Black Sea .....	40
<b>Getmanenko V. A., Goubanov E. P., Izergin L. V.</b> Impact assessment of the regulation of rivers on preservation and reproduction of the Azov Sea biological resources .....	52
<b>Petrenko O. A., Avdeyeva T. M., Shepeleva S. M.</b> Features of accumulation of toxic substances in tissues and organs of the Azov-Black Sea basin fishery objects .....	59
<b>Goubanov E. P., Ivavin N. A., Timokhin I. G.</b> Species composition and ecological niches of predator fish in the Indian Ocean epipelagic area .....	69
<b>Timokhin I. G., Novikov N. P.</b> Roughskin dogfish and spiny dogfish of the Indian Ocean underwater mountains .....	93
<b>Prutko V. G., Chmylevskiy D. A.</b> On issue of spawning and some oogenesis features of icefish <i>Chionobathyscus dewitti</i> .....	101
<b>Korzun Yu. V.</b> Distribution and biology of king crab <i>Paralomis formosa</i> (Decapoda: Lithodidae) on Patagonian slope .....	109
<b>Bryantsev V. A., Trotsenko B. G.</b> Prerequisites of fishery productivity in some areas of the Southern Ocean .....	119