

ISSN 1026-5643 (print)
ISSN 2412-8864 (online)

ТРУДЫ

ЮЖНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ



2015

ТОМ 53

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

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ**

КЕРЧЬ — 2015

Главный редактор
к. геогр. н. **О. А. ПЕТРЕНКО**

Редакционная коллегия:

д. б. н., проф. Н. П. Новиков
к. б. н., ст. н. с. В. А. Шляхов
к. б. н. Л. И. Булли
к. геогр. н. В. Н. Полупанов
к. геогр. н. Р. В. Боровская
к. т. н. С. Л. Козлова
к. т. н., доцент А. С. Виннов
А. А. Солодовников
В. Н. Туркулова

Editor-in-chief

Ph. D. (Geography) **О. А. PETRENKO**

Editor Board:

Fellow (Biology) N. P. Novikov
Ph. D. (Biology) V. A. Shlyakhov
Ph. D. (Biology) L. I. Bulli
Ph. D. (Geography) V. N. Polupanov
Ph. D. (Geography) R. V. Borovskaya
Ph. D. (Technology) S. L. Kozlova
Ph. D. (Technology) A. S. Vinnov
A. A. Solodovnikov
V. N. Turkulova

Адрес редакции

ФГБНУ «ЮгНИРО», ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 298300, Республика Крым, Россия.

Телефон (приемная): 0 36561 21012

Факс: 0 36561 61627

E-mail: info@yugniro.ru

<http://yugniro.ru/>

© ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 2015

УДК 001.89(262.5)(26)

Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском рыболовственном бассейне и Мировом океане. — Керчь: ЮгНИРО, 2015. — 217 с.

Представлены основные итоги научных исследований ЮгНИРО в 2014 году. Приведены результаты многолетних исследований уровня загрязнения морской среды Азово-Черноморского рыболовственного бассейна. Дан анализ решений Российской-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море в свете изменения юрисдикции Крыма. Представлена оценка влияния гидрометеорологических условий на вероятность возникновения заморных явлений в Азовском море в летний период 2013 года. Предоставлен отчет о подготовке материалов, обосновывающих возможный вылов водных биологических ресурсов в водах, прилегающих к Крыму. Изучены сезонные изменения зоопланктона и макрообентоса, а также особенности пространственного распределения бычков в Керченском проливе. Описано применение морфометрического анализа раковин двустворчатых моллюсков с учетом анизометрии линейных размеров. Исследован состав ихтиофауны, прилавливаемой в вентери, при изучении миграций травяной креветки в прибрежных районах Крыма. Проанализирован рост и выживаемость пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства. Приведены данные о нерегулируемых промысловых видах Северо-Западной Атлантики, а также возможности их освоения. Описана методика определения возраста патагонского клыкача по отолитам. Представлена информация о скоплениях рыб в зоне кислородного минимума в северо-западной части Аравийского моря. Приведены биологические сведения о ценных видах рыб (австралийская скумбрия, серая нототения, морской окунь и др.) в различных районах Мирового океана. Данна сравнительная характеристика уловов криля из тралов различной модификации. Рассмотрены перспективные возможности использования черноморских медуз в технологии пищевой продукции. Описана работа по разработке межгосударственного стандарта на пресервы из мидий.

Main results of complex research in the Azov and Black Seas Fishery Basin and the World Ocean. — Kerch: YugNIRO, 2015. — 217 p.

The main outcomes of YugNIRO scientific research in 2014 are presented. Results of the long-term studies of marine pollution level in the Azov and Black Seas Fishery Basin are given. Decisions of the Russian-Ukrainian Commission on Fishery Issues in the Azov Sea are analyzed in relation to the jurisdiction changes in Crimea. The impact of hydrometeorological conditions on fish suffocation probability in summer 2013 is estimated for the Azov Sea area. Preliminary materials on possible catches of marine biological resources in the waters adjacent to Crimea are reported. Seasonal variations of zooplankton and macrozoobenthos as well as features of the gobies spatial distribution in the Kerch Strait are investigated. Application of morphometric analysis of the bivalve molluscs shells is described with regard to anisometry of linear dimensions. Species composition of fish by-catch in fyke nets during the investigation of grass shrimp migrations in the coastal waters of Crimea is studied. Growth and survival rates of the so-iuy mullet during the 3-year rearing cycle in conditions of the indoor fish farm are analyzed. Data on unregulated commercial species in the Northwest Atlantic and the possibility of their resources development are presented. Methodology of age determination of Patagonian toothfish using otoliths is considered. Data on fish aggregations within the oxygen minimum zone in the North-Western Arabian Sea are given. Biological information on commercial fish species (blue mackerel, grey notothenia, redfish etc.) is presented. Krill catches from trawls of different model types are compared. Prospective possibilities of the Black Sea jellyfish application in food technology are discussed. Activities on the development of the International Standard on mussel preserves are described.

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

О. А. Петренко, С. С. Жугайло, Т. М. Авдеева

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: info@yugniro.ru*

Представлены результаты многолетних мониторинговых исследований уровня загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами и хлорорганическими соединениями водной среды и донных отложений Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (северо-западный шельф Черного моря, Севастопольская бухта, прибрежная зона ЮБК, Феодосийская бухта, Керченское предпроливье Черного моря, Керченский пролив и западная часть Азовского моря). Для определения загрязняющих веществ использовались ИК-спектрометрия и флюоресценция, газо-жидкостная хроматография, атомно-адсорбционная спектрометрия. Описаны районы, наиболее подверженные антропогенному воздействию – морской добычи углеводородов, портовых акваторий (дноуглубление, дампинг, рейдовые перегрузки), зон высокой рекреационной нагрузки. Даны оценка уровня накопления токсикантов в тканях и органах промысловых гидробионтов бассейна. Анализ уровня загрязнения морской среды показал, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами морская среда Южного берега Крыма (район г. Ялта) и Феодосийский залив в зоне деятельности порта. Наибольшее содержание тяжелых металлов характерно для донных отложений акваторий Феодосийского залива, Севастопольской бухты и в районе газодобычи на северо-западе Черного моря. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях всех рассматриваемых районов моря (за исключением ЮБК и центральной части Керченского пролива) превышало величину (1 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов. Наибольшее содержание нефтепродуктов в донных отложениях определено в районе действующих морских стационарных платформ. Отмечено снижение вклада хлорорганических пестицидов и увеличение доли полихлорированных бифенилов в загрязнение морской среды Азово-Черноморского бассейна. В отдельные годы концентрация ДДТ в воде увеличивалась по сравнению с фоновыми величинами, что может являться следствием размыва могильников пестицидов, расположенных на юге Украины.

Ключевые слова: Азово-Черноморский бассейн, тяжелые металлы, компоненты нефти, хлорорганические соединения, загрязнение воды, донные отложения, промысловые гидробионты

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия изменения состояния экосистемы Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна обусловлены не только привычными природными факторами, но и все усиливающимися антропогенными: загрязняются реки водосборного бассейна, сбрасываются недостаточно очищенные производственно-бытовые стоки, происходит интенсификация использования моря для нужд транспорта и рекреации, морской газодобычи, эксплуатации биологических ресурсов, в результате чего безвозвратно исчезают многочисленные представители морской фауны и флоры.

Азово-Черноморский бассейн как внутренний водоем обладает, в сравнении с Мировым океаном, ограниченной ассимиляционной емкостью, в связи с чем любая антропогенная нагрузка может иметь катастрофические последствия для его экосистемы.

В этой связи целью настоящей работы явилась оценка качества морской среды Азово-Черноморского рыболово-промышленного бассейна в условиях естественных и антропогенных нагрузок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Решение поставленной цели осуществлялось на основании данных комплексного мониторинга условий среды, организованного сотрудниками лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО на северо-западном шельфе Черного моря, в Севастопольской бухте, прибрежной зоне ЮБК (район Гаспра-Ялта-Гурзуф-Алушта), Феодосийской бухте и Керченском предпроливье Черного моря, Керченском проливе и западной части Азовского моря. Схема станций отбора проб представлена на рис. 1.

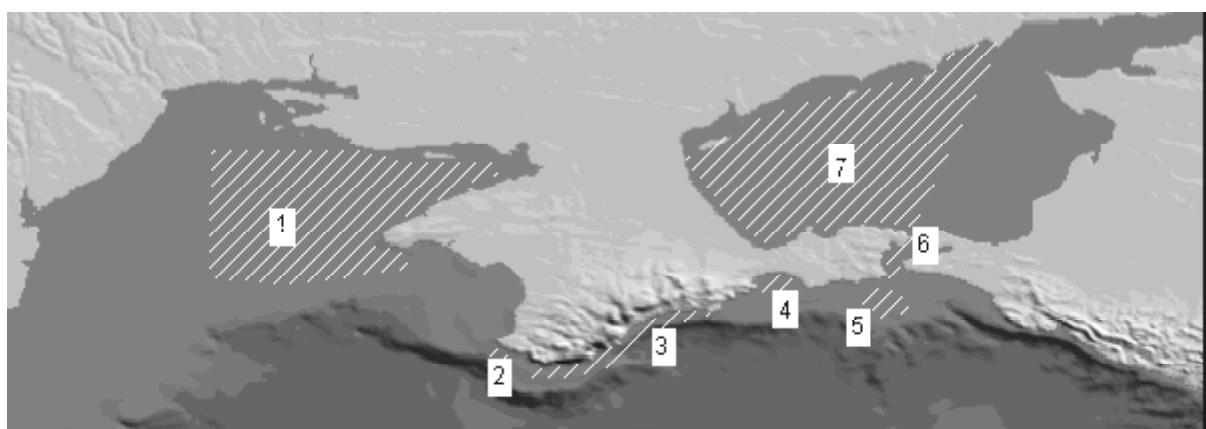


Рис. 1 Районы многолетнего мониторинга состояния водной среды, выполняемого ЮгНИРО:
1 – Северо-Западный шельф Черного моря; 2 – Севастопольская бухта; 3 – Южный берег Крыма, Гаспра-Ялта-Гурзуф-Алушта; 4 – Феодосийский залив; 5 – Керченское предпроливье Черного моря; 6 – Керченский пролив; 7 – Азовское море, западная часть

Анализируемые параметры состояния экосистем включали наиболее токсичные для гидробионтов тяжелые металлы (Hg, As, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe), нефтепродукты (нелетучие углеводороды, смолы и асфальтены), хлорорганические соединения (пестициды и полихлорированные бифенилы).

Химический анализ воды, донных отложений и гидробионтов выполнен в лаборатории охраны морских экосистем, аттестованной на проведение измерений в сфере распространения государственного метрологического надзора.

Для определения загрязняющих веществ использовались следующие методы: ИК-спектрометрия и флюoresценция (нефтепродукты), газо-жидкостная хроматография (хлорорганические соединения (ХОС), атомно-адсорбционная спектрометрия (тяжелые металлы).

Оценка качества воды проводилась в сравнении с ПДК для воды рыболово-промышленных водоемов [7], донных отложений – Классификацией донных отложений по степени их загрязненности нефтепродуктами [6], промысловых гидробионтов – согласно [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Северо-Западный шельф Черного моря (СЗЧМ) издавна использовался только для рыбного промысла, однако в последние десятилетия акценты в освоении ресурсов постепенно смещались в сторону газодобычи.

ЮгНИРО осуществлял мониторинг состояния водной среды данной акватории с 80-х годов XX века [2, 13, 17, 18, 21, 22].

В течение всего времени исследований в водной среде акватории СЗЧМ из определяемых тяжелых металлов только концентрация кадмия не превышала ПДК (табл. 1). Однако в июле 1991 г. в воде поверхностного горизонта зафиксировано экстремально высокое содержание кадмия – 7,40 мкг/л, в это время в придонной воде максимум был значительно ниже – 1,45 мкг/л.

Таблица 1

Среднегодовые концентрации тяжелых металлов в водной среде Северо-Западного шельфа Черного моря в зоне добычи углеводородов

Годы	Hg	Cu	Pb	Cd	Cr	Hg	Cu	Pb	Cd	Cr
	Вода, мкг/л					Донные отложения, мкг/г с.в.				
1991	0,20	2,48	1,94	0,10	1,65	0,07	23,85	52,16	0,42	18,30
1992	0,26	1,68	4,45	0,05	1,39	0,10	11,88	44,09	0,18	10,55
1993	0,04	0,71	2,03	0,09	1,15	0,14	8,18	16,59	0,18	13,81
1994	0,06	0,82	1,45	0,11	1,16	0,02	10,25	12,60	0,10	12,12
1995	0,07	1,47	0,69	0,04	0,79	0,02	13,17	8,52	0,09	9,66
1996	0,03	6,37	8,79	0,02	2,07	0,07	27,36	30,33	0,10	17,72
2003	0,05	0,13	0,55	0,05	0,54	0,03	9,77	15,72	0,16	16,59
2004	0,20	0,09	0,64	0,03	1,00	0,03	13,37	10,30	0,16	36,12
2005	0,05	0,17	0,59	0,05	0,98	0,04	10,20	6,16	0,08	29,47
2006	0,03	1,02	0,71	0,02	0,82	0,06	14,76	7,18	0,06	33,98

Для свинца в июле 1991 г. и августе 1992 г. в воде придонного горизонта зафиксировано превышение ПДК, соответственно, в 1,1 и 2 раза по максимальным величинам. В донных отложениях экстремально высокое содержание (171-179 мкг/г с.в.) определено позже – в сентябре 1993 г. и апреле 1994 г. при среднем значении по акватории, составляющем 11,90 мкг/г с.в.

Максимальная концентрация меди в отдельные годы (сентябрь 1987, март 1990, июль 1991 и август 2003 гг.) превышала нормативную величину в 1,5-4 раза, в донных осадках аномально высоких содержаний не выявлено.

В период исследований содержание хрома в водной среде (0,08-1,63 мкг/л) и донных отложениях (2,76-65,7 мкг/г с.в.) изменялось в пределах, характерных для Черного моря, за исключением марта 1990 г., когда в придонной воде выявлен абсолютный максимум – 27,8 мкг/л.

Наиболее существенные отклонения от нормативной величины выявлены для ртути. Концентрации металла в воде стали превышать ПДК по средним величинам в 2-5 раз и по максимальным – в 5-7 раз в поверхностном горизонте с февраля 1989 г., а затем и в придонном (апрель 1989 г.). С этого года и до сентября 1993 г. такие аномалии сохранялись постоянно, достигнув экстремума в июле 1991 г. как по средним (до 0,51 мкг/л), так и по максимальным (0,79 мкг/л) значениям. В последующий период для ртути превышения до 2,7 ПДК фиксировались на единичных станциях и только в 2004 г. – до 9 ПДК. После экстремально высоких концентраций ртути в воде, спустя небольшой промежуток времени, в донных отложениях фиксируется наибольшее содержание металла (август 1992-сентябрь 1993 г. и сентябрь 2006 г.) как по средним, так и по максимальным величинам.

Характерной чертой пространственного распределения в воде поверхностного горизонта всех исследованных тяжелых металлов явилось их максимальное содержание у основания буровых платформ. В отдельные годы наблюдалась корреляция максимальных концентраций тяжелых металлов с расположением буровых платформ не только в поверхностном горизонте вод, но и в придонном и в донных осадках. При удалении от скважин уже на 1 кбт содержание данных поллютантов снижалось на 1-2 порядка [21].

Начальный период активного освоения района газодобычи (июнь 1987-апрель 1989 г.) характеризовался небольшим ростом загрязнения водной среды нефтепродуктами – до 1,6-2,8 ПДК. В апреле 1989 г., после завершения строительства МСП «Каркинитская-19», в центральной части залива содержание нефтепродуктов составило 1,6-2,7 ПДК, но уже через месяц после начала разведочного бурения их концентрации вокруг МСП в радиусе 6,6 кбт превышали ПДК в 5-26,5 раз. При этом непосредственно на самой буровой концентрация нефтепродуктов достигла в воде поверхностного

горизонта 110 ПДК, а придонного – 265 ПДК. Отметим, что столь высокие концентрации нефтепродуктов достигались за счет фракции летучих углеводородов.

В течение 1990-1996 гг. имела место тенденция снижения содержания нефтепродуктов до 0,01-0,05 мг/л, только в зонах действующих МСП в придонном слое воды оно превышало нормативную величину до 13-14 раз. В последний период исследования (2003-2006 гг.) средняя концентрация в водной среде не превышала 1,8 ПДК, максимальная – 4,7 ПДК (рис. 2 а, б).

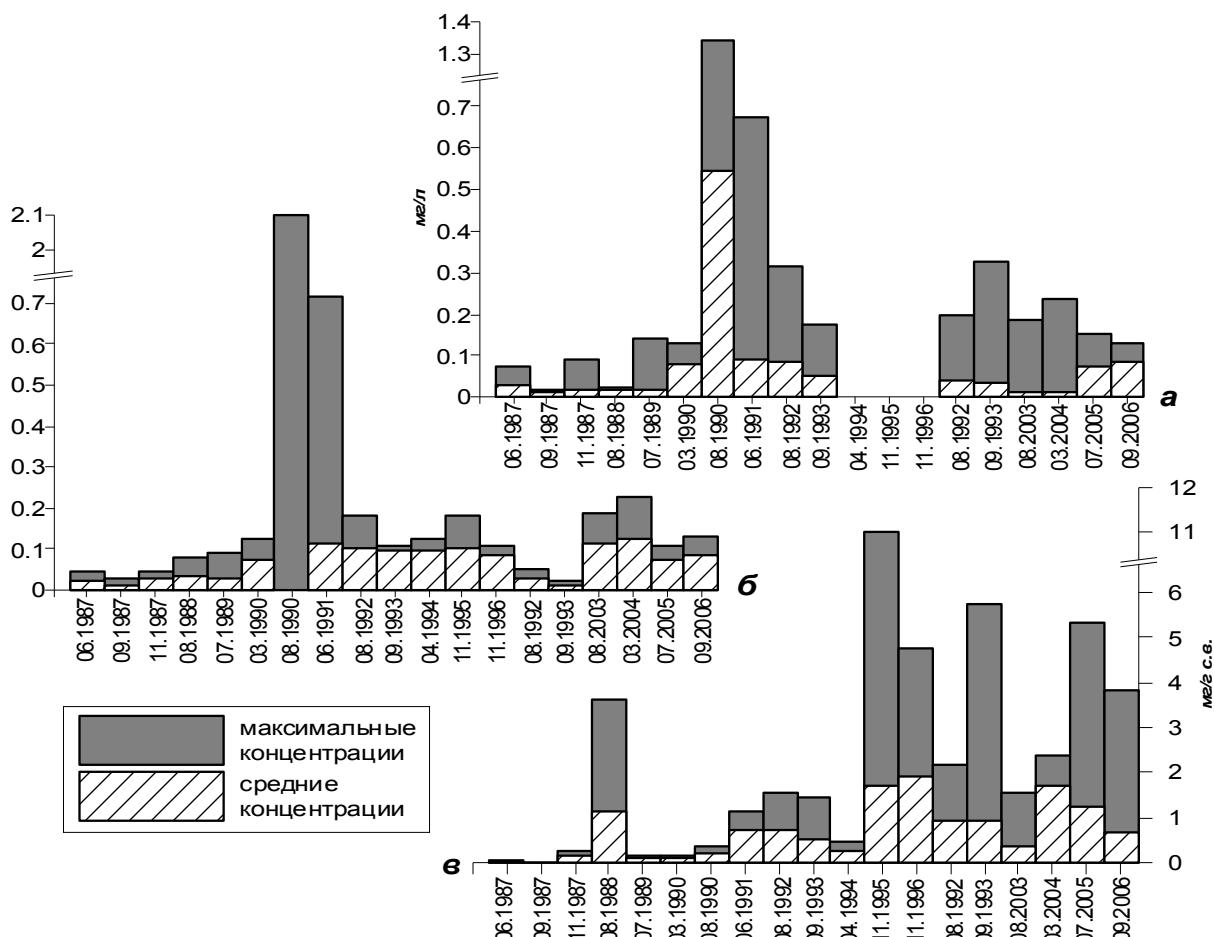


Рис. 2 Динамика содержания нефтепродуктов в воде (а – поверхностный горизонт, б – придонный) и донных отложениях (в) Северо-Западного шельфа Черного моря

Уровень загрязнения донных отложений после начала разведочного бурения (1986-1987 гг.) был низким: среднее содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 0,003-0,150 мг/г с.в., максимальное – 0,014-0,270 мг/г с.в. В августе 1988 г. максимальная концентрация нефтепродуктов впервые превысила величину 1,0 мг/г с.в., выше которой начинается деградация донных биоценозов [6]. С марта 1990 г. эти аномалии для максимальных значений стали устойчивыми (рис. 2 в). Кроме того, в сентябре 1993 г. зафиксирована экстремально высокая концентрация поллютанта (11,02 мг/г с.в.) на МСП «Шмидта-6», что и послужило одной из причин ее консервации.

Диапазон средних концентраций хлорорганических соединений небольшой и составляет 1,0-56,0 нг/л. В донных отложениях содержание ХОС изменялось в пределах 17,1-33,9 нг/г с.в. Основные загрязняющие вещества этой группы – полихлорированные бифенилы, поступающие в морскую среду как результат деятельности МСП. Однако в 2005 г. на отдельных станциях съемки максимум концентраций ДДТ достигал 1310 нг/л. Исследования показали отсутствие локализации ХОС в районах МСП, в связи с этим можно полагать, что распределение ХОС в морской среде исследуемой акватории определяется динамикой вод.

Севастопольская бухта подвергается воздействию повышенной антропогенной нагрузки: судоходство, работа портовых комплексов, выбросы хозяйствственно-бытовых и промышленных сточных вод и т.д.

Из определяемых тяжелых металлов в наибольшей степени водная среда Севастопольской бухты загрязнена железом, концентрация которого изменялась в пределах 35,5-95,1 мкг/л. Принимая во внимание, что имеет место корреляция между железом и взвешенным веществом, можно полагать, что основным источником загрязненности водных масс железом является терригенный сток. Для ртути зафиксирован единичный случай превышения нормативной величины в 1,6 раза в северо-западной части акватории бухты. Содержание остальных тяжелых металлов не превышало ПДК (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в морской среде Севастопольской бухты

	Hg	Cu	Fe	Pb	Cd	Zn	Mn	Cr	НП
Водная среда, мкг/л									
Min	0,02	2,18	35,5	0,30	0,01	4,57	1,39	0,61	30
Max	0,16	4,65	95,1	0,50	0,09	49,7	3,10	1,16	71
Среднее	0,07	3,37	63,5	0,40	0,05	13,0	2,26	0,82	50
Донные отложения, мкг/с.в.									
Min	0,18	9,34	4410	10,0	0,06	14,7	84,5	27,7	464
Max	0,44	105	21890	74,3	0,48	276	204	58,7	2619
Среднее	0,29	59,2	13579	34,7	0,21	134	108	44,6	1540

В отношении пространственного распределения следует отметить, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами мористая часть бухты, водная среда которой характеризовалась низким значением ИКВ [5] – 0,21 (очень чистая вода). Центральная часть бухты, по всей видимости, ввиду ограниченного водообмена накапливает в среде тяжелые металлы в значительных количествах: величина ИКВ составила 0,79, что соответствует градации «умеренно загрязненная вода». Что касается донных отложений центральной части бухты, то содержание в них ртути, меди, свинца, кадмия и цинка превышало пределы, характерные для слабо загрязненных районов Черного моря.

Для нефтепродуктов превышение ПДК в 1,1-1,5 раза зафиксировано в 35 % отобранных проб воды. При этом пространственное распределение нефтепродуктов характеризовалось мозаичностью. Уровень загрязнения донных отложений бухты нефтепродуктами, как и тяжелыми металлами, увеличивался с запада на восток. По классификации донные отложения мористой части акватории бухты относятся к I-II уровню загрязнения, центральной – к III уровню, при котором начинается деградация донных биоценозов [6].

В воде акватории бухты содержание ХОС было ниже предела обнаружения для данного метода определения, в донных отложениях зафиксированы только соединения группы ПХБ, содержание которых изменялось в пределах 8,3-913,3 нг/г с.в. Пространственное распределение ПХБ в донных отложениях было аналогичным распределению тяжелых металлов и нефтепродуктов.

Южный берег Крыма. Уровень загрязненности морской среды прибрежной зоны ЮБК (р-н Гаспра-Алушта) тяжелыми металлами был достаточно низким: величина ИКВ составила 0,45 и это соответствует градации «чистая вода». Тем не менее содержание железа практически на всей исследуемой акватории составляло 1-2,6 ПДК, максимум зафиксирован в районе г. Ялта. В прибрежной части моря, южнее г. Ялта, в поверхностной воде отмечены единичные случаи превышения нормативной величины в 1,2-1,4 раза для ртути. В донных отложениях содержание тяжелых металлов входило в пределы, характерные для слабо загрязненных районов Черного моря. При этом достаточно высокие концентрации железа и марганца определены на единичных станциях – в районе Ливадия-Массандра.

Превышение предельно допустимой величины для нефтепродуктов определено только в поверхностном слое воды в районе п. Лазурное в 1,2-1,4 раза и в районе г. Ялта – 1,2-2 раза. В донных

отложениях содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 0,126-1,228 мг/г с.в. По классификации донные отложения отнесены к I-II уровням загрязнения, за исключением района г. Ялта, где отмечен III уровень. Можно полагать, что основной вклад в загрязнение исследуемой акватории вносит деятельность в порту г. Ялта.

Феодосийская бухта. Среди основных факторов, влияющих на состояние Феодосийского залива, отметим деятельность предприятий морехозяйственного комплекса, а также сброс ливневых и сточных вод.

Анализ уровня загрязненности акватории залива тяжелыми металлами показал, что величина ИКВ изменялась в большом диапазоне – 0,31-2,22 (табл. 3). При этом максимальной она была в марте 2005 г. в зоне деятельности Феодосийского морского торгового порта (ФМТП): водная среда классифицировалась как «грязная».

Таблица 3
Значение индекса качества вод Феодосийского залива

Дата/ район	Акватория порта	Открытая часть залива	Зоны ливне- выпусков	Дата/ район	Акватория порта	Открытая часть залива	Зоны ливне- выпусков
03.2003	0,52	0,59	0,35	09.2004	0,72	0,53	0,54
06.2003	0,52	0,45	0,42	12.2004	1,30	1,04	1,24
09.2003	0,35	1,08	0,55	03.2005	2,22	0,51	1,36
12.2003	0,84	–	1,30	06.2005	0,47	0,62	0,60
03.2004	0,56	0,31	0,84	09.2005	0,41	0,54	0,34
07.2004	0,45	0,95	0,50	11.2005	0,43	0,34	0,39

Следует отметить, что градация «умеренно загрязненная – грязная вода» обусловлена высоким содержанием малотоксичного элемента – железа. При этом абсолютный максимум для железа – 12 ПДК – зафиксирован в акватории порта в июне 2007 г. Начиная с конца 2008 г., содержание железа было достаточно низким. Принимая во внимание, что изменения концентраций железа в воде исследуемых участков происходили практически синхронно, можно полагать, что основной фактор, влияющий на динамику металла, – природный (рис. 3).

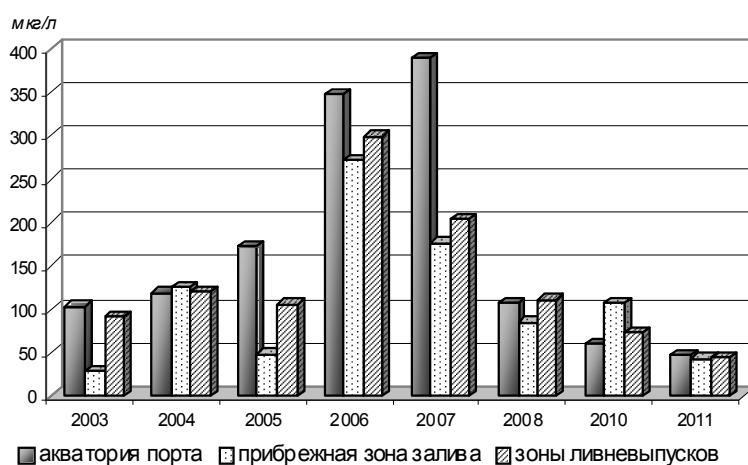


Рис. 3 Динамика среднегодовых содержаний железа (мкг/л)
в воде акватории Феодосийского залива

моря. Повышенные концентрации ртути и свинца определены в акватории порта, меди – в зонах выпуска сточных вод (табл. 4).

Основной вклад в загрязнение водной среды железом и хромом вносила портовая деятельность: доля наибольших содержаний, например, железа в воде в зоне деятельности ФМТП составила 68 %, в районе выпуска сточных вод – 20 %, в открытой части залива – 12 %. Наибольшие концентрации ртути, меди, свинца и кадмия определены в открытой части залива [15].

В донных отложениях залива содержание кадмия и хрома изменялось в пределах, характерных для слабо загрязненных акваторий Черного

Таблица 4

Среднее содержание тяжелых металлов в донных отложениях Феодосийского залива (мкг/г с.в.)

Дата	Ртуть			Медь			Свинец			Кадмий			Хром		
	1*	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
03.03	0,17	0,05	0,09	17,3	11,0	22,2	26,3	14,0	21,9	0,16	0,07	0,14	69,4	50,2	86,7
06.03	0,15	0,02	0,12	20,3	8,06	42,7	19,1	8,12	22,4	0,12	0,06	0,10	18,4	47,9	24,6
09.03	0,11	0,01	0,09	25,9	8,33	11,4	20,6	12,7	13,9	0,14	0,07	0,10	49,8	107	47,6
12.03	0,14	–	0,08	25,3	–	18,4	15,7	–	30,6	0,17	–	0,06	52,7	–	73,6
03.04	0,09	0,01	0,07	38,7	7,78	20,4	15,7	13,7	14,3	0,09	0,04	0,14	38,7	54,1	33,0
07.04	0,10	0,01	0,13	25,9	8,90	18,9	42,5	5,78	18,6	0,12	0,04	0,13	15,4	25,6	15,7
09.04	0,22	0,02	0,03	25,2	10,2	29,5	18,4	3,64	16,2	0,09	0,02	0,16	31,1	44,7	92,4
12.04	0,12	0,03	0,04	21,7	6,34	72,5	16,9	3,90	10,9	0,09	0,09	0,07	26,2	38,5	31,8
09.05	0,20	0,08	0,05	12,6	8,91	8,39	6,81	4,57	9,59	0,18	0,56	0,11	33,0	42,2	36,8

* 1 – акватория порта; 2 – открытая часть залива; 3 – зоны выпуска сточных вод.

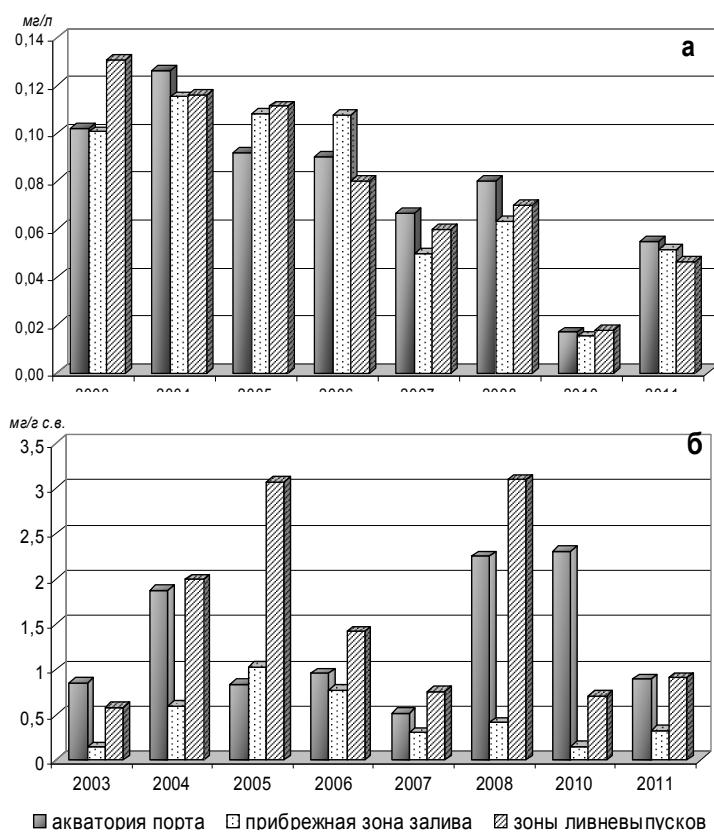


Рис. 4 Динамика среднегодовых содержаний НП в воде (а) и донных отложениях (б) Феодосийского залива

В водной среде исследуемой акватории распределение нефтепродуктов было крайне неравномерным. Так, наименьшее их содержание, составляющее 0,111-1,105 мг/г с.в., определено в открытой части залива. Согласно классификации [6], донные осадки данной части акватории отнесены к I-II уровням загрязнения. Что касается остальных районов, то в отдельные годы в зонах деятельности порта и выпуска сточных вод отмечена III степень загрязнения (рис. 4 б).

В донных отложениях залива среднее содержание ХОС изменялось в пределах 2,6-720,8 нг/г с.в. Основной вклад в уровень загрязнения вносили ПХБ, составляя в среднем 66 % от Σ ХОС. В марте 2003 г. в зоне деятельности порта зафиксирована экстремально высокая концентрация ДДТ – 817,6 нг/г с.в. при наблюдаемом в течение всего периода исследований содержании 0-222 нг/г с.в. Помимо этого, в декабре 2004 г. отмечен максимум по ПХБ – 2603 нг/г с.в.

В период 2003-2006 гг. в воде практически на всей исследуемой акватории содержание нефтепродуктов превышало ПДК. Максимум – 4 ПДК – зафиксирован в декабре 2003 г. в зоне выпуска сточных вод. Начиная с декабря 2006 г., концентрация нефтепродуктов в воде снижалась до минимальных величин, наблюдавшихся в 2011 г. Что касается сезонных изменений, то в большинстве случаев максимальное содержание нефтепродуктов в придонной воде отмечено в теплое время года, что, по всей видимости, вызвано большей скоростью их десорбции из донных отложений (рис. 4 а).

В донных отложениях наименьшее содержание нефтепродуктов, составляющее 0,111-1,105 мг/г с.в., определено в открытой части залива. Согласно классификации [6], донные осадки данной части акватории отнесены к I-II уровням загрязнения. Что касается остальных районов, то в отдельные годы в зонах деятельности порта и выпуска сточных вод отмечена III степень загрязнения (рис. 4 б).

Керченское предпроливье. Одним из районов северной части Черного моря, подвергенных значительным антропогенным нагрузкам, является предпроливная зона. На состояние экосистемы этой части моря оказывают влияние множество факторов, однако, наряду с судоходством и активным рыбным промыслом, дампинг грунтов дноуглубления является едва ли не самым существенным.

В среднем в результате сброса грунтов дноуглубления на глубоководную свалку из Керченского пролива в Черное море поступает ежегодно более 25 кг ртути, 3,8 т мышьяка, по 4,5 т свинца и меди, около 40 кг кадмия, более 500 т нефтепродуктов, около 30 кг хлорорганических соединений [3, 8].

Сравнение данных о загрязнении морской среды исследуемой акватории в процессе дампинга показало, что сброс грунтов начинает сказываться на загрязнении донных отложений медью через год, мышьяком и свинцом – через 2, кадмием – 3, ХОС – 4-5 лет после сброса грунтов дноуглубления.

В морской среде акватории дампинга наиболее показательна динамика содержаний ртути, меди и хрома. Так, ртуть обладает наиболее высокими миграционными свойствами, поэтому тенденция накопления ее в донных отложениях выражена слабо. Максимальная концентрация ртути в воде определена в 2002 г. при одновременном значительном уменьшении ее содержания в донных отложениях (рис. 5 а). Для свинца и хрома характерно повышение их содержания как в воде, так и в

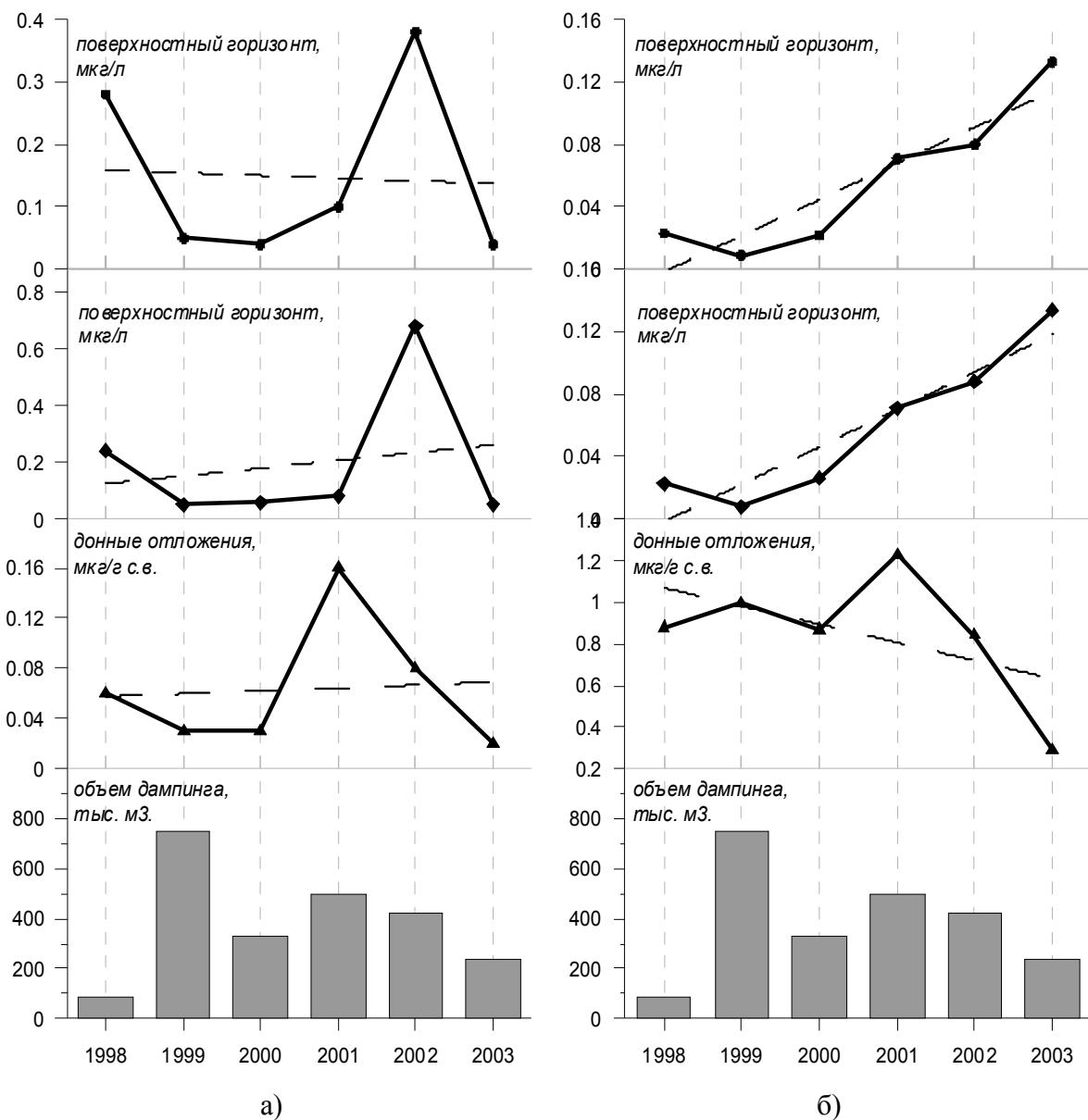


Рис. 5 Межгодовая динамика объемов дампинга, содержания ртути (а) и суммарных нефтепродуктов (б) в воде и донных отложениях района захоронения грунтов дноуглубления

донных отложениях, что свидетельствует о повышении уровня загрязнения морской среды региона указанными металлами даже при снижении объема дампинга.

Концентрация нефтеуглеводородов в водной среде района дампинга составила 0,024-0,141 мг/л и практически на всей акватории превышала ПДК до 2,8 раза. При этом с уменьшением объемов дампинга количество нефтепродуктов в донных отложениях снижается (рис. 5 б). Тенденции накопления нефтепродуктов в донных отложениях не выявлено, однако в водной среде содержание их стабильно возрастает. Это обусловлено не только значительной нагрузкой на экосистему вследствие интенсивного судоходства и трансграничных переносов, но и вымыванием их из донных отложений – эффект вторичного загрязнения.

В отношении ХОС следует отметить, что эти соединения в донных отложениях акватории дампинга не накапливаются, и с уменьшением объемов дампинга уменьшается их содержание.

Керченская бухта. Исследования уровня загрязненности прибрежной зоны бухты проводятся с 1993 [1, 4]. Анализ полученных результатов показал низкий уровень загрязнения водных масс кадмием, свинцом и марганцем. В отдельные годы фиксировались повышенные концентрации ртути в воде: 1994 г. – 1,2 ПДК, 2002 г. – 2,1 ПДК, 2009 г. – 1,1 ПДК, при этом наибольшими они были в 1997 и 1998 гг. – 4,1 и 3,6 ПДК, соответственно. В 1996, 2000 и 2011 гг. содержание меди превышало ПДК в 1,1-1,2 раза, в остальное время количество металла было ниже 3 мкг/л, превышение нормы для цинка в 2,1 и 1,5 раза фиксировалось в 1996 и 1997 гг. Период с 1993 по 1997 г. характеризовался достаточно высоким содержанием железа в воде – до 16,5 ПДК, далее оно было значительно ниже – до 2,2 нормы, а в отдельные годы было ниже ПДК. Наибольшая концентрация хрома, равная 10,08 мкг/л, выявлена в водной среде в 1993 г., второй максимум – 5,71 мкг/л – наблюдался в 1996 г., и эти величины были высокими для Азово-Черноморского бассейна. В последующие годы содержание хрома составило 0,53-2,29 мкг/л.

Анализ многолетней динамики содержания тяжелых металлов в донных отложениях позволил определяемые тяжелые металлы условно разбить на две группы. К первой группе можно отнести ртуть, железо, кадмий, для которых относительно высокий уровень загрязнения донных отложений наблюдался в начальный период исследований – с 1998 по 2000 г., в последующие годы их количество либо резко снижалось до минимальной величины, либо сни-

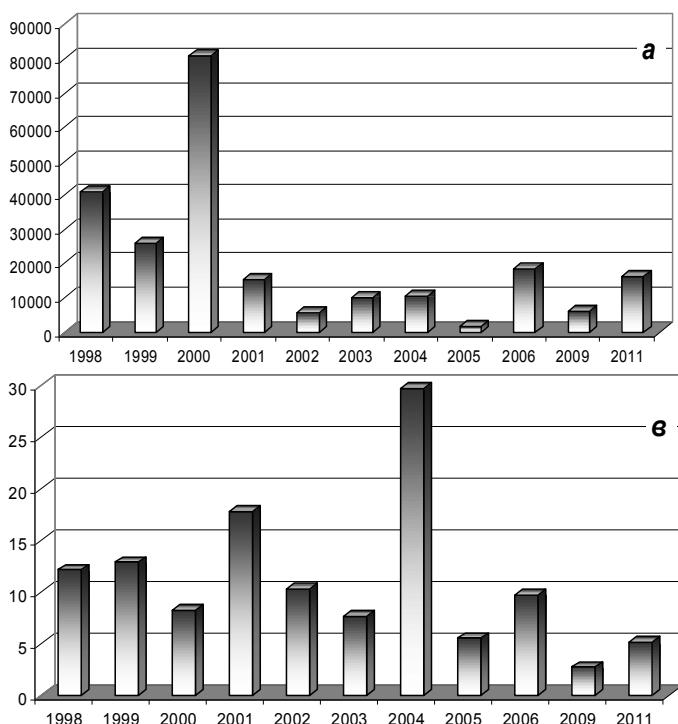


Рис. 6 Динамика средних концентраций тяжелых металлов в донных отложениях (мкг/г с.в.) Керченской бухты в 1993-2011 гг.: а – железо, в – свинец

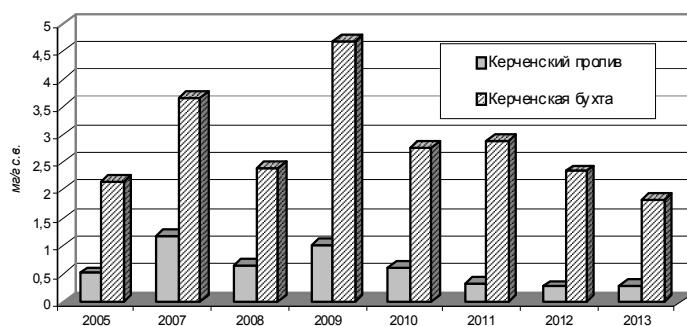


Рис. 7 Динамика содержания суммарных нефтепродуктов в донных отложениях Керченской пролива и Керченской бухты

жение было не так ярко выражено, как, например, для железа (рис. 6 а). С 2000 г. содержание металлов первой группы характеризовалось более низкими значениями и относительной стабильностью, как, например, кадмия. Ко второй группе можно отнести медь, свинец, цинк, хром и марганец. Особенностью этих элементов являлась значительная вариабельность их количеств на протяжении всего периода исследований, как, например, свинца (рис. 6 в).

При этом следует отметить, что наблюдаемые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Керченской бухты входили в диапазон, характерный для Азово-Черноморского бассейна.

Диапазон средних концентраций нефтепродуктов за период 2000-2007 гг. в воде составил 0,04-0,28 мг/л [4], в 2008-2013 гг. – 0,03-0,10 мг/л. В донных отложениях содержание суммарных нефтепродуктов изменялось в пределах 1,857-4,861 мг/г с.в., составляя в среднем 2,850 мг/г с.в. В целом уровень загрязненности данными токсикантами акватории бухты превышает таковой для Керченского пролива (рис. 7).

Керченский пролив. Об установившейся тенденции к наблюдаемому росту содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в Керченском проливе сотрудники ЮгНИРО неоднократно докладывали на протяжении последнего десятка лет [10, 20]. На сегодняшний день наибольшую значимость имеет уровень нефтяного загрязнения в связи с аварией, произошедшей в ноябре 2007 г.

Исследования показали, что в период, предшествующий аварии, средняя концентрация нефтеуглеводородов в воде поверхности горизонта составляла 0,024-0,070 мг/л, придонного – 0,040-0,060 мг/л. В это время максимум наблюдался в сентябре 2006 г. Начиная с февраля 2008 г., их содержание устойчиво увеличивается, достигая максимума в апреле 2008 г. Далее имела место тенденция к снижению уровня загрязнения воды.

До ноября 2007 г. загрязненность донных отложений была достаточно низкой, содержание нефтепродуктов в целом не превышало 1 мг/г с.в., т.е. величины, выше которой начинается деградация донных биоценозов [6]. Следствием аварии явилось резкое повышение содержаний компонентов нефти в донных отложениях до максимальных величин, наблюдавшихся в феврале 2008 г.

В сентябре 2009 г. для оценки самоочищающей способности донных отложений Керченского пролива нами был использован метод, который заключался в учете количественных изменений в составе и массе экстрагируемой нефти с учетом времени *in situ*. Это дало возможность учитывать как биотические, так и абиотические факторы самоочищения [9].

Среднюю скорость изменения содержания компонентов нефти за сутки рассчитывали по формуле:

$$a = \left(\sum \frac{C_{i+1} - C_i}{T_{i+1} - T_i} \right) / n , \quad (1)$$

где а – изменения содержаний нефтепродуктов в сутки, мг/г в сутки;

C – содержание нефтепродуктов, мг/г;

T – время, сутки;

n – количество съемок.

Используя наименьшую скорость изменения содержания нефтяных углеводородов, равную 0,0004712 мг/г в сутки, было рассчитано, что время, в течение которого уровень нефтяного загрязнения снизится до величины, наблюдавшейся до аварии, составит 6-7 лет при условии существующей в настоящее время нагрузке в Керченском проливе. Последующие исследования подтвердили наш прогноз (рис. 7).

Азовское море. В период 2001-2006 гг. водная среда характеризовалась достаточно высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами: их средняя концентрация изменялась в диапазоне 0,06-0,11 мг/л, превышая ПДК в 1,2-2,2 раза. В отношении межгодовой динамики следует отметить, что, начиная с 2002 г., наблюдалось их устойчивое увеличение до максимального значения в 2004 г. В последующие годы наметилась тенденция снижения степени загрязнения. Минимальное содержание нефтепродуктов определено в 2009 г. – 0,011-0,060 мг/л. В это время превышение ПДК в 1,2 раза выявлено в поверхностной воде в центре Азовского моря, в придонной воде наибольшая концентрация была на уровне ПДК в Казантипском заливе.

Минимальный уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами зафиксирован в 2001 г., их среднее содержание составило 0,630 мг/г с.в. В 2002 г. оно увеличилось в 1,8 раза, что, по всей видимости, обусловлено увеличением антропогенной нагрузки, связанной как с влиянием разработки и эксплуатации газоносных структур, так и с интенсификацией судоходства. Установившееся в 2002 г. содержание нефтепродуктов сохранилось практически на таком же уровне до 2006 г., в 2009 г. оно увеличилось в среднем в 1,4 раза и составило 1,556 мг/г с.в. (рис. 8).

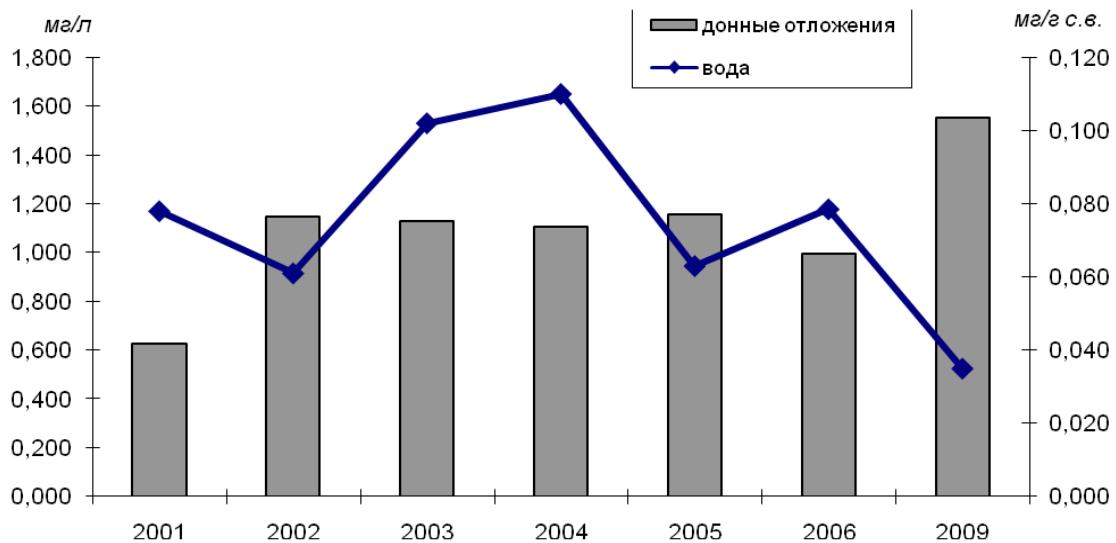


Рис. 8 Динамика средних содержаний нефтепродуктов в донных отложениях Азовского моря (мг/г с.в.) [11, 13, 16]

Согласно классификации [6], в 2001 г. донные отложения западной части Азовского моря по уровню загрязнения нефтепродуктами отнесены к I классу, в 2009 г. – III классу загрязнения. В период 2002-2006 гг. среднее содержание нефтепродуктов незначительно превышало величину (1,0 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов, в связи с этим состояние донных отложений в этот период ближе ко II уровню, чем к III.

Значительный интерес представляет фракционный состав нефтепродуктов, аккумулированных донными отложениями, в связи с разной степенью их токсичности и скоростью деградации в морской среде. Анализ фракционного состава показал, что на протяжении всего времени исследований в донных отложениях доминировала мало трансформированная фракция, которой присуща высокая скорость деградации, исключение составил 2001 г., когда соотношение мало и сильно трансформированных фракций было 1:1.

В водной среде из определяемых тяжелых металлов превышение ПДК фиксировалось для ртути и меди. В 2002 г. превышение нормы для ртути наблюдалось практически на всей исследуемой акватории, и в это время был зафиксирован абсолютный максимум – 2,1 ПДК. Максимальная концентрация меди в воде, составляющая в среднем 4,3 ПДК, определена в 2001 г. при диапазоне 5,82-39,5 мкг/л. В остальное время исследований количество ртути и меди в воде было значительно ниже, и только на отдельных участках акватории фиксировались незначительные превышения нормативной величины. Наибольшая концентрация хрома – 3,89 мкг/л – наблюдалась в 2001 г., в последующие годы она была в 2-7 раз ниже (табл. 5).

В целом по абсолютному содержанию тяжелых металлов, находящихся в воде Азовского моря, их можно расположить в ряд: Cu>As>Pb>Cd>Hg.

Однако такой ряд не дает достаточной информации об уровне загрязнения водной среды, в связи с этим предлагаем ряд с учетом ПДК, т.е. отношение абсолютного содержания химического элемента к ПДК: Cu>Hg>As>Pb>Cd.

Таким образом, наиболее неблагоприятная ситуация в водоеме отмечена по меди не только в связи с достаточно высокой концентрацией в воде, но и в результате острой токсичности для гидро-

Таблица 5

Среднее содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях западной части Азовского моря [14]

Год	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr
	Вода, мкг/л						Донные отложения, мкг/г с.в.					
2001	0,10	1,69	21,5	1,35	0,10	3,89	0,08	62	18,7	7,51	0,45	29,8
2002	0,14	1,69	2,89	0,62	0,27	1,61	0,11	27,2	18,4	8,21	0,15	32,8
2003	0,07	0,12	3,58	0,47	0,15	0,54	0,04	10,9	18,2	11,3	0,14	21,7
2004	0,06	0,74	2,27	0,66	0,05	1,02	0,04	27,4	19,0	10,0	0,07	43,4
2005	0,05	0,40	2,48	0,34	0,07	0,93	0,05	8,69	12,6	5,68	0,05	41,7
2006	0,03	—	2,44	0,29	0,05	1,29	0,05	—	14,5	8,43	0,06	26,2
2009	0,09	—	2,86	0,80	0,02	—	0,14	—	14,5	4,92	0,06	27,1

бионтов. Но нужно отметить, что в последние годы, особенно в сравнении с концом XX века, ситуация по меди значительно улучшилась. Следует обратить внимание, что в 1996 г. на небольшом участке в центральной части моря был зафиксирован абсолютный максимум по меди – 180 ПДК [11].

При оценке качества донных отложений возникает ряд трудностей, связанных, во-первых, с отсутствием нормативов по содержанию загрязняющих веществ, во-вторых, с разной сорбционной способностью донных осадков. Известно, что состав донных осадков Азовского моря изменяется от крупнодисперсной песчано-ракушечной фракции до мелкозернистой, обладающей наибольшей сорбционной способностью.

По тяжелым металлам, аккумулированным донными осадками, следует отметить, что, несмотря на значительную вариабельность их содержания в течение периода исследований, имеет место тенденция снижения уровня загрязнения донных отложений Азовского моря. Особое внимание обращает высокое содержание мышьяка в 2001 г., в последующий период оно значительно снизилось (табл. 5).

Из хлорорганических соединений в воде Азовского моря обнаружены изомеры ДДТ и ПХБ. Особенностью временного распределения соединений группы ДДТ явилось их достаточно высокое содержание в 2004 г., составляющее в среднем 169 нг/л, притом, что на протяжении ряда лет эти соединения присутствовали в воде в небольших количествах – 0,4-10,0 нг/л. По всей видимости, источником этого загрязнения могут быть могильники ядохимикатов (в том числе и ДДТ), расположенные на полуострове, но не исключена возможность их попадания в воду из атмосферы [18]. Содержание ПХБ изменялось в большом диапазоне – 49,5-233,2 нг/л, и наибольшим оно было в 2005 г.

Основной вклад в загрязнение донных отложений вносили ПХБ, содержание которых составило 1,8-53 нг/г. Что касается ДДТ, то их минимальная концентрация (0,5 нг/г) определена в 2001 и 2009 гг., а максимальная (20 нг/г с.в.) – в 2005 г., что, по-видимому, явились следствием высокого уровня загрязнения водных масс в 2004-2005 гг. [6].

Токсиканты в промысловых гидробионтах. Содержание тяжелых металлов и хлорорганических соединений в гидробионтах можно рассматривать в двух аспектах: с целью оценки их пищевых качеств и состояния среды обитания.

Анализ полученных результатов за период 1992-2002 гг. показал, что в исследуемых гидробионтах содержание токсичных металлов и ХОС было значительно ниже допустимого уровня (табл. 6). С позиции состояния среды обитания следует отметить, что в наибольшей степени в органах промысловых объектов аккумулируются медь, цинк и свинец. По всей видимости, наибольшую обеспокоенность должна вызывать аккумуляция меди в значительных количествах.

Что касается хлорорганических соединений, то в современных условиях наблюдалось снижение уровня их накопления. Для промысловой ихтиофауны приоритетными соединениями явились полихлорированные бифенилы, из группы ДДТ – метаболит ДДЭ. В наименьшей степени накапливались хлорорганические соединения в мышцах судака и бычка, в большей – в печени рыб.

В целом накопление токсикантов почти для всех видов исследованных рыб возрастает в ряду: мышечная ткань-гонады-печень [12].

Таблица 6

Среднее содержание тяжелых металлов и ХОС в гидробионтах (мкг/г влажного веса)
Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

Гидробионты	Ткань	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	$\Sigma\text{ГХЦГ}$	$\Sigma\text{ДДТ}$	ПХБ
Калкан	мышцы	0,064	0,593	0,135	0,005	7,28	0,001	0,017	0,008
	гонады	0,023	0,996	0,078	0,010	28,9	0,003	0,038	0,014
	печень	0,039	1,84	0,337	0,048	21,5	0,005	0,086	0,038
Глосса	мышцы	0,031	0,465	0,230	0,012	7,44	0,006	0,017	0,041
	гонады	0,035	0,415	0,263	0,012	16,7	0,003	0,018	0,073
	печень	0,038	3,51	0,431	0,024	14,0	0,004	0,057	0,068
Пиленгас	мышцы	0,022	0,527	0,091	0,006	4,66	0,003	0,022	0,027
	гонады	0,023	25,4	0,227	0,019	31,7	0,005	0,021	0,020
	печень	0,039	13,8	0,826	0,076	18,7	0,005	0,042	0,045
Судак	мышцы	0,038	0,516	0,082	0,006	5,13	0,003	0,011	0,008
	гонады	0,035	1,43	0,145	0,015	30,7	0,003	1,165	0,029
	печень	0,052	1,79	0,227	0,032	11,1	0,005	0,051	0,019
Бычки	мышцы	0,021	1,06	0,080	0,004	8,70	0,002	0,007	0,004
	гонады	0,010	0,65	0,120	0,004	12,8	0,002	0,002	0,003
	печень	0,029	12,8	0,446	0,019	26,8	0,005	0,166	0,058
Барабуля	тушка	0,019	1,07	0,245	0,004	37,87	0,002	0,053	0,010
Хамса	тушка	0,018	0,651	0,113	0,050	10,6	0,003	0,027	0,020
Допустимый уровень	мышцы	0,5	—	1,0	0,2	—	0,2	0,2	2,0
	гонады	0,2	—	1,0	1,0	—	0,2	2,0	2,0
	печень	0,5	—	1,0	0,7	—	1,0	3,0	5,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химико-токсикологическое состояние исследуемых районов Азово-Черноморского рыболовного бассейна существенно различается, что обусловлено как природными, так и антропогенными факторами.

Анализ уровня загрязнения морской среды показал, что в наименьшей степени загрязнена тяжелыми металлами морская среда ЮБК (район г. Ялта) и Феодосийский залив в зоне деятельности порта. Наибольшее содержание Hg, Cu, Pb, Cd, Zn характерно для донных отложений акваторий Феодосийского залива, Севастопольской бухты и в районе газодобычи СЗЧМ.

Из исследуемых акваторий наибольшая концентрация нефтепродуктов в водной среде определена в зоне добычи углеводородов – до 14 ПДК. Однако следует отметить, что столь высокие концентрации фиксировались только в начальный период освоения месторождений на этапе разведочного бурения на СЗШ; на современном этапе средние концентрации нефтепродуктов в водной среде данного района не превышают, как правило, 2 ПДК, в меньшей степени загрязнены водные массы Феодосийской бухты, западной части Азовского моря и Керченского пролива Черного моря, где только в отдельные годы отмечено превышение ПДК в 2-4 раза. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях всех рассматриваемых районов моря (за исключением ЮБК и, в последние годы, центральной части Керченского пролива), как правило, превышало величину (1 мг/г с.в.), выше которой начинается деградация донных биоценозов. При этом наибольшее содержание нефтепродуктов в донных отложениях определено в районе действующих морских стационарных платформ.

Уровень загрязнения хлорорганическими соединениями морской среды исследуемых акваторий существенно различается. К общим закономерностям следует отнести снижение вклада хлорорганических пестицидов и увеличение доли полихлорированных бифенилов в загрязнение морской среды Азово-Черноморского рыболовного бассейна. Тем не менее в отдельные годы концентрация ДДТ в воде увеличивалась на 2-3 порядка по сравнению с фоновыми величинами, что, по-видимому, явилось следствием размыва могильников пестицидов, расположенных на юге Украины. Исследования показали, что содержание тяжелых металлов и ХОС в промысловых гидробионтах было значительно ниже допустимых уровней для пищевых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Иванюта А.П., Аджиумеров С.Н. 2012. Динамика содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях Керченской бухты // Междун. конф. : Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона (20-23 июня 2012 г.). Мат-лы конф. Т. 1. Керчь: ЮгНИРО. С. 249-252.
2. Жугайло С.С. 2008. Загрязнение нефтепродуктами северо-западного шельфа Черного моря в зоне добычи углеводородов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : Сб. научн. трудов: Вып. 17. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 282-289.
3. Жугайло С.С., Петренко О.А. 2008. Природоохранные исследования ЮгНИРО в районах изъятия грунтов дноуглубления и их дампинга в Керченском регионе // Рыбное хозяйство. № 5 (54). С. 24-27.
4. Жугайло С.С., Петренко О.А. 2008. Современный уровень загрязнения прибрежных вод Керченской бухты // Всеукр. научн.-практ. конф.: Экология городов и рекреационных зон (17-18 апреля 2008 г.). Мат-лы конф. Одесса: ИНВАЦ. С. 261-263.
5. Мандыч А.Ф., Шапоренко С.И. 1992. Прибрежные воды – индикатор хозяйственной деятельности на побережье Черного моря / Природа. № 6. С. 17-24.
6. Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. 1986. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // Гидробиологический журнал. Т. 22. № 6. С. 76-78.
7. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, утв. приказом ФАР от 18.01.2010 г. № 20, зарег. в Минюсте 09.02.2010 г. № 16326.
8. Петренко О.А. 1999. Роль дампинга грунтов дноуглубления в изменении загрязненности вод и донных осадков Керченского предпроливья Черного моря // Экологические проблемы Черного моря : Сб. научн. статей. Одесса: ОЦНТЭИ.С. 136-139.
9. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Загайная О.Б. 2010. Современное состояние и тенденции изменения нефтяного загрязнения Керченского пролива // Сб. научн. трудов: Системы контроля окружающей среды. Вып. 14. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 145-149.
10. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Шепелева С.М. 2008. Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. № 50. Ч. II. С. 286-291.
11. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Литвиненко Н.М., Заремба Н.Б., Жугайло С.С. 2005. Трансформация современного состояния экосистемы западной части Азовского моря за период 1996-2004 гг. // Сб. научн. трудов: Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 313-319.
12. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Шепелева С.М. Особенности накопления токсичных веществ в тканях и органах промысловых объектов Азово-Черноморского бассейна // Труды ЮгНИРО : Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Керчь: ЮгНИРО. Т. 48. С. 59-68.
13. Петренко О.А., Жугайло С.С. 2010. Экологический мониторинг ЮгНИРО в районах добычи углеводородов Азово-Черноморского бассейна // Сб. научн. трудов : Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 22. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 97-102.
14. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М. 2013. Характеристика уровня загрязненности Азовского моря тяжелыми металлами по результатам многолетнего мониторинга ЮгНИРО // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 185-188.
15. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Аджиумеров С.Н. 2014. Современный уровень загрязненности морской среды Феодосийского залива // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 167-171.
16. Петренко О.А., Жугайло С.С., Себах Л.К., Авдеева Т.М., Шепелева С.М. 2009. Уровень загрязненности Азовского моря в районе освоения месторождений газа на шельфе Украины // Междун. научн. конф. : Геология, география и экология океана (8-11 июня 2009 г.). Мат-лы конф. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 262-264.
17. Петренко О.А., Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Авдеева Т.М. 2007. Результаты современных мониторинговых исследований загрязненности вод и донных отложений северной части Черного моря // Сб. научн. трудов : Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 199-206.

18. Петренко О.А., Шепелева С.М., Жугайло С.С. 2006. К вопросу об уровне загрязнения ДДТ экосистем Черного и Азовского морей в современных условиях // Рыбное хозяйство. № 2 (43). С. 28-30.
19. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
20. Себах Л.К., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Петренко О.А. 2006. Влияние перегрузки нефтепродуктов на компоненты экосистемы Керченского пролива // V научно-практ. конф. УО МАНЭБ: Развитие предприятий морехозяйственного и нефтегазового комплексов. Проблемы экологии и экономики (6-8 сентября 2006 г.). Мат-лы конф. Южный-Одесса: Друк. С. 111-115.
21. Фащук Д.Я., Авдеева Т.М., Егоров А.П., Петренко О.А., Леонов А.В. 2006. Мониторинг условий среды в районе добычи газа на северо-западном шельфе Черного моря // Водные ресурсы. Т. 33. № 1. С. 44-61.
22. Petrenko O., Avdeeva T., Sebah L., Zhugailo S. Chemical-ecological state transformation of ecosystem of the north-western shelf of the Black Sea of gas deposits exploitation // Proceedings book. Workshop: Clean Black Sea working group. 2nd-5th June, 2005. Varna, Bulgaria. P. 139-141.

Поступила 12.03.15 г.

Results of long-term investigations on the contamination level in the Azov and Black Seas fishery basin marine environment. O. A. Petrenko, S. S. Zhugaylo, T. M. Avdeeva. Results of the long-term environmental monitoring surveys of the pollution level in water environment and bottom sediments with heavy metals (Hg, As, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe), petroleum products and chlorine organic compounds in the Azov and Black Seas fishery basin (North-Western Black Sea, Southern Crimea coastal waters, Sevastopol Bay, Feodosiya Bay, Kerch Strait and pre-strait area, western Azov Sea) are presented for the sea parts, mostly affected by the anthropogenic impact: zones of marine hydrocarbon production, harbours (bottom dredging, dumping, off-shore transshipments), areas of high recreational load. In order to identify pollutants, a number of methods were applied: infrared spectrometry, fluorescence, gas-liquid chromatography, and atomic absorption spectrometry. The level of toxicants accumulation in tissues and organs of the commercial living aquatic organisms in the studied region was evaluated. Results of the marine pollution analysis showed that coastal waters of Southern Crimea (Yalta City area) and port zone in the Feodosiya Bay were least polluted with heavy metals. The level of heavy metals content was highest in the bottom sediments of the Feodosiya and Sevastopol Bays, and in the North-Western Black Sea (gas production sites). Petroleum products content in the bottom sediments in all the studied areas (excluding Southern Crimea and Kerch Strait) exceeded the value (1 mg/g dry weight), when biodegradation starts. The highest level of petroleum products content in bottom sediments was marked for the active marine stationary platforms. It is found out that the amount of chlorine organic pesticides decreased and polychlorinated biphenyls increased in the whole Azov and Black Seas area.

Keywords: Azov and Black Seas Basin, heavy metals, petroleum products, chlorine organic compounds, marine pollution, bottom sediments, living resources, commercial species, anthropogenic factors, recreational waters, dumping

РОЛЬ АПВЕЛЛИНГА В РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЫМА

Р. В. Боровская¹, К. В. Боровская²

¹*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»*

²*Запорожский государственный медицинский университет, г. Запорожье*

e-mail: raisa-borovskaya@rambler.ru

По материалам спутникового мониторинга NOAA (1988-2013) выполнены исследования режима черноморских апвеллингов. За последние 5 лет установлено увеличение их повторяемости и усиление интенсивности. Выделены три основные курортные зоны: южный берег, юго-восточное и западное побережье с учетом климатических и курортных факторов. Показано отрицательное воздействие подъема холодных глубинных вод в теплый период времени в отдельных районах крымского побережья Черного моря на условия рекреации. Представлены особенности структуры прибрежного апвеллинга в Черном море по сравнению с океаническим. Даны конкретные предложения по освоению и развитию курортно-рекреационных комплексов северной и восточной части Керченского полуострова, где в течение года апвеллинги не наблюдаются.

Ключевые слова: искусственные спутники Земли, черноморские апвеллинги, повторяемость и интенсивность апвеллингов, рекреационные ресурсы Восточного Крыма, природные комплексы

ВВЕДЕНИЕ

Зарождение курортов Крыма относится к концу XIX в.: Южный берег Крыма стал местом лечения органов дыхания. Для лечения других заболеваний начали использовать целебные грязи Сакских озер. В послевоенные годы восстанавливалось разрушенное хозяйство, в том числе и курорты. В 60-е годы прошлого столетия начал интенсивно развиваться туризм. Во всем мире этот этап характеризовался резким ростом числа отдыхающих. К концу XX в. их количество в Крыму составляло более 8 млн. человек. Главной функцией рекреационных учреждений в это время становится оздоровление [5].

В настоящее время Крым является всемирно известным и достаточно популярным курортным и оздоровительным регионом. Источники минеральных вод, рапа соленых озер, лечебная грязь, море являются основными рекреационными ресурсами Крыма. Благодаря теплому Черному морю и целебному климату Крым выделен в лечебную местность.

На данный момент на полуострове можно выделить три основные курортные зоны: южный берег, юго-восточное и западное побережье.

Учитывая климатические и курортные факторы, к южному берегу относят территорию протяженностью 105 км от м. Аяя до Алушты. Всемирно известным курортом является Ялта и прилегающие к ней города Гурзуф, Алупка, Симеиз и другие. По своим природным и климатическим особенностям этот район не уступает всемирно известным курортам Италии и Франции. Купальный сезон длится 126-140 дней, начиная с конца мая до третьей декады октября.

Вторым районом является побережье от Алушты до Феодосии. Основными курортами являются Феодосия и Судак. В этом районе имеются песчаные пляжи, озера с лечебной грязью и источниками питьевой слабоминерализованной воды.

Третий – западный – район простирается по равнинному побережью от Севастополя до мыса Тарханкут. Курортными богатствами этого района являются соленые озера с рапой и лечебной грязью.

зы, источники минеральных вод и прекрасные пляжи из мелкого песка. В этом районе находятся два хорошо известных курорта – Саки и Евпатория. В районе Евпатории берега моря пологие, очень удобные для купания детей, поэтому курорт стал по праву детской здравницей. Период морских купаний длится с середины мая до октября [1, 4-6, 13].

Одним из основных видов рекреационной деятельности Крыма является талассотерапия. Морская вода представляет собой сложный природный комплекс, обладающий определенными химическими, биологическими, физическими свойствами, которые невозможно получить лабораторным путем, и по своему солевому составу близка к солевому составу крови и тканевых жидкостей человека. На курортах Крыма морская вода используется для ванн, обтираний, душей, орошений пораженных органов, ингаляций [1, 4-6, 13, 14].

Сильнодействующей процедурой являются непосредственно морские купания. Однако в наиболее развитых в настоящее время курортных районах Крыма практически ежегодно с мая по сентябрь наблюдается подъем холодных глубинных вод (апвеллинги).

Целью настоящих исследований является оценка степени влияния апвеллинга на условия рекреационной деятельности прибрежных районов Крымского полуострова и поиск альтернативных решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходных данных были использованы снимки с искусственных спутников Земли серии NOAA в формате АРТ в видимом и инфракрасном диапазоне за период с 1988 по 2013 г., принятые японской станцией «Su-8» фирмы «Furuno», установленной в ЮгНИРО (г. Керчь), и с помощью программы WXtoImg.

Дешифровка зон подъема глубинных вод на спутниковых снимках проводилась на основании существующих методик [12].

Изложение материалов, касающихся вопросов рекреации, основывалось на данных литературных источников.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Южном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) было проведено районирование зон апвеллингов для всего побережья Черного моря (рис. 1, 2), четыре из них (2, 3, 4, 5) оказывают влияние на прибрежные курорты Крыма [8].

Большая интенсивность апвеллинга в Черном море, по сравнению с апвеллингами других замкнутых водоемов, объясняется особенностями вертикальной гидрологической структуры вод, а также более резкими горизонтальными градиентами температуры, солености и плотности воды во фронтальной зоне апвеллинга. В то же время прибрежный апвеллинг Черного моря, по сравнению с апвеллингом в открытом океане, характеризуется меньшими пространственными масштабами, подъемом вод со значительно меньших глубин, но большей интенсивностью.

Структуре черноморского апвеллинга свойственна следующая особенность. В пределах области существования апвеллинга, как правило, находится пространственная неоднородность, определяющаяся в общем его усилении и в существовании так называемых «центров апвеллинга». Чаще всего такие районы расположены у берега. В частности, к ним относится северная часть Каркинитского залива, область вокруг м. Тарханкут.

В районе Крыма наиболее часто апвеллинги наблюдаются вдоль его западного побережья. Отличительной особенностью этого района является наличие довольно широкого шельфа. Обширное мелководное пространство обуславливает быструю реакцию водной толщи на изменение ветров. Здесь зоны подъема вод прослеживаются от 1 до 18 дней в месяц. Максимальное их количество отмечается в отдельные годы (1988, 1989, 1991, 1993, 1996, 2007, 2011-2013 гг.) (таблица) и достигает 10-18 дней в месяц.

Реже зоны подъема вод отмечаются в районе Феодосии и значительно реже в районе Ялты.

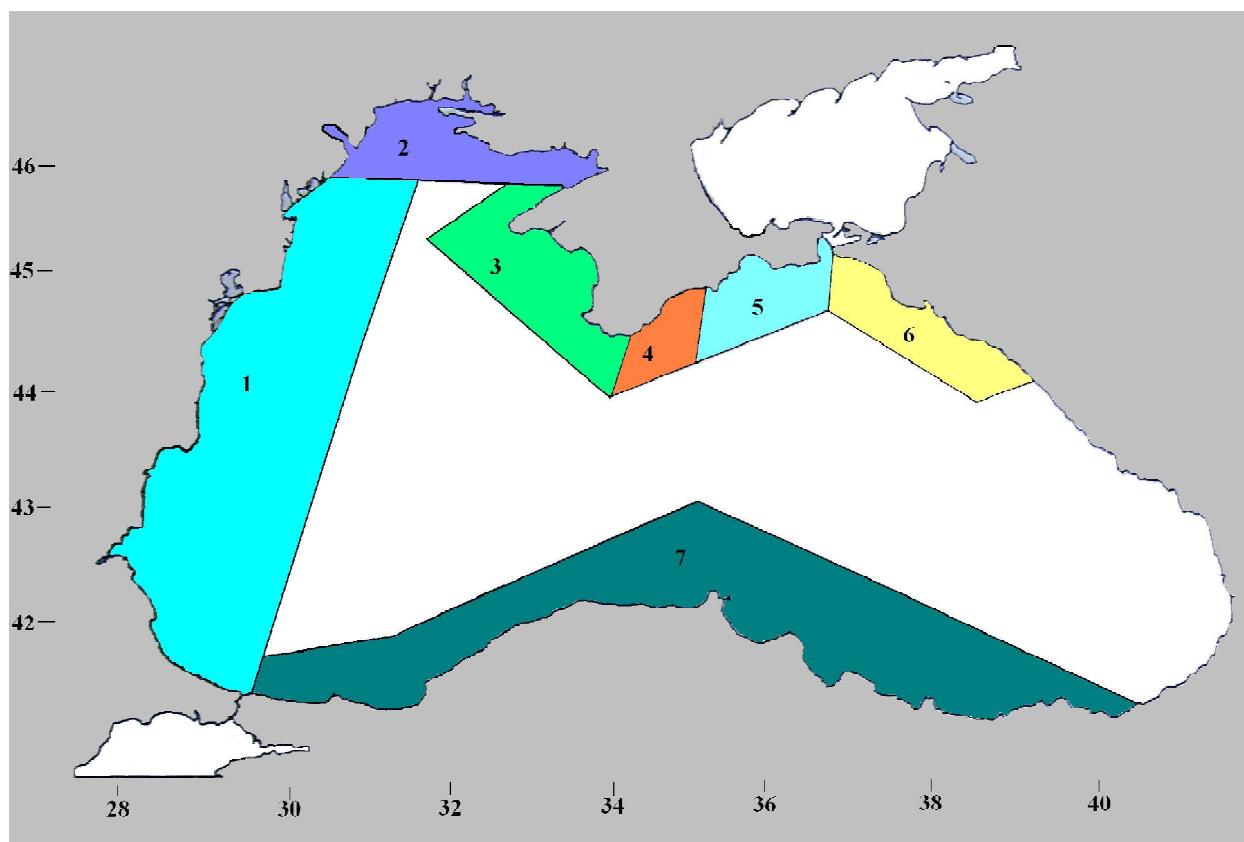


Рис. 1 Карта-схема акватории Черного моря с выделенными районами апвеллинга:
1 – западный; 2 – север северо-западного; 3 – восток северо-западного;
4 – ялтинский; 5 – феодосийский; 6 – новороссийский; 7 – турецкий

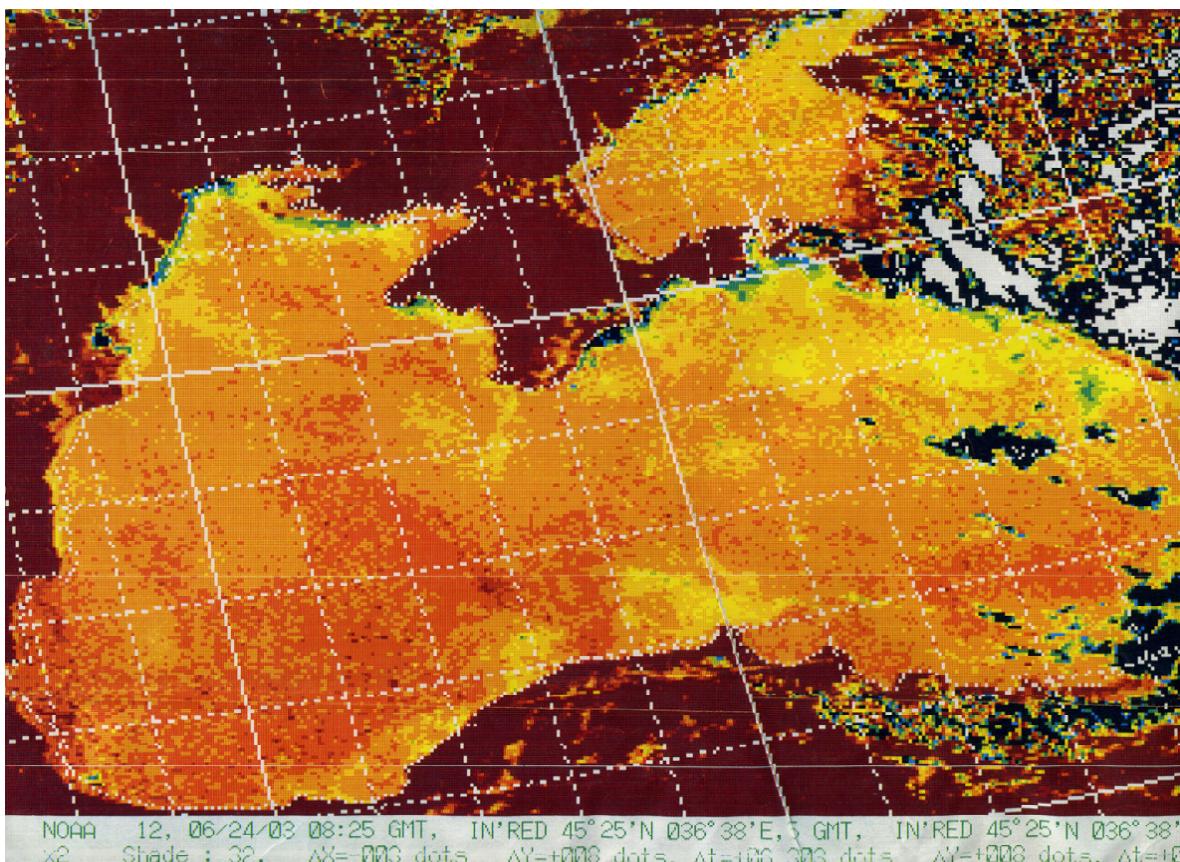


Рис. 2 Апвеллинги в Черном море по данным искусственных спутников Земли (ИСЗ)

Количество дней с апвеллингом в Черном море с мая по сентябрь 1988-2013 гг.

Год	Восток северо-западного района	Север северо-западного района	Район Ялты	Район Феодосии	Сумма апвеллингов
1988	26	42	7	17	92
1989	34	23	15	23	95
1990	13	26	6	10	55
1991	21	25	2	6	54
1992	12	10	5	7	34
1993	26	33	3	26	88
1994	12	11	1	8	32
1995	9	10	0	6	25
1996	35	27	7	13	82
1997	11	7	7	10	35
1998	6	8	2	6	22
1999	—	—	—	—	—
2000	13	14	5	11	43
2001	16	11	2	17	46
2002	6	4	1	6	17
2003	20	24	10	20	74
2004	13	14	5	5	37
2005	2	4	2	2	10
2006	12	11	6	6	35
2007	9	32	8	8	57
2008	13	13	0	5	31
2009	10	25	1	2	38
2010	38	12	6	6	62
2011	88	46	17	56	207
2012	91	56	4	51	202
2013	95	72	35	52	254
Сумма	631	560	157	379	1727

Ширина полосы прибрежного апвеллинга в зависимости от периода развития колеблется в пределах от 2 до 90 миль. Наибольшая ширина его распространения отмечается на востоке северо-западной части Черного моря.

Протяженность распространения холодных вод также колеблется в больших пределах. На востоке северо-западного района моря, в районе Ялты и Феодосии, наименьшая протяженность апвеллингов составляет 3-5 миль.

Апвеллинг довольно часто наблюдается по северу Каркинитского залива, однако холодные воды достигают побережья Крыма периодически.

Существенной особенностью черноморских апвеллингов является наличие локальных выходов холодных вод от побережья в сторону открытого моря в виде струй с фронтальными границами протяженностью до 70-90 миль. Наиболее часто они наблюдаются в районе м. Тарханкут, м. Сарыч и Феодосии. Одна из таких ситуаций (район Феодосии) представлена на рис. 3.

Ориентированы они, соответственно, на северо-запад, юго-запад и юг. В результате этих выходов воды с минимальными значениями температуры оказываются далеко удаленными от берега.

Анализ повторяемости апвеллингов показал, что в районе Ялты они преобладают в июне, для остальных исследуемых районов – в июле.

Площади распространения апвеллингов в районах Крыма изменяются в больших пределах. Среднемесечные их значения составляют вдоль западного побережья 830 м², в районе Ялты – 567 м², Феодосии – 410 м².

В последние пять лет отмечается как увеличение повторяемости, так и усиление интенсивности прибрежных апвеллингов.

В июле-августе температура воды на поверхности в очагах подъема холодных вод, являющихся зонами массового отдыха, понижается до 5-7 °C, что создает дискомфорт для отдыхающих и приводит к оттоку их за пределы Крымского полуострова.

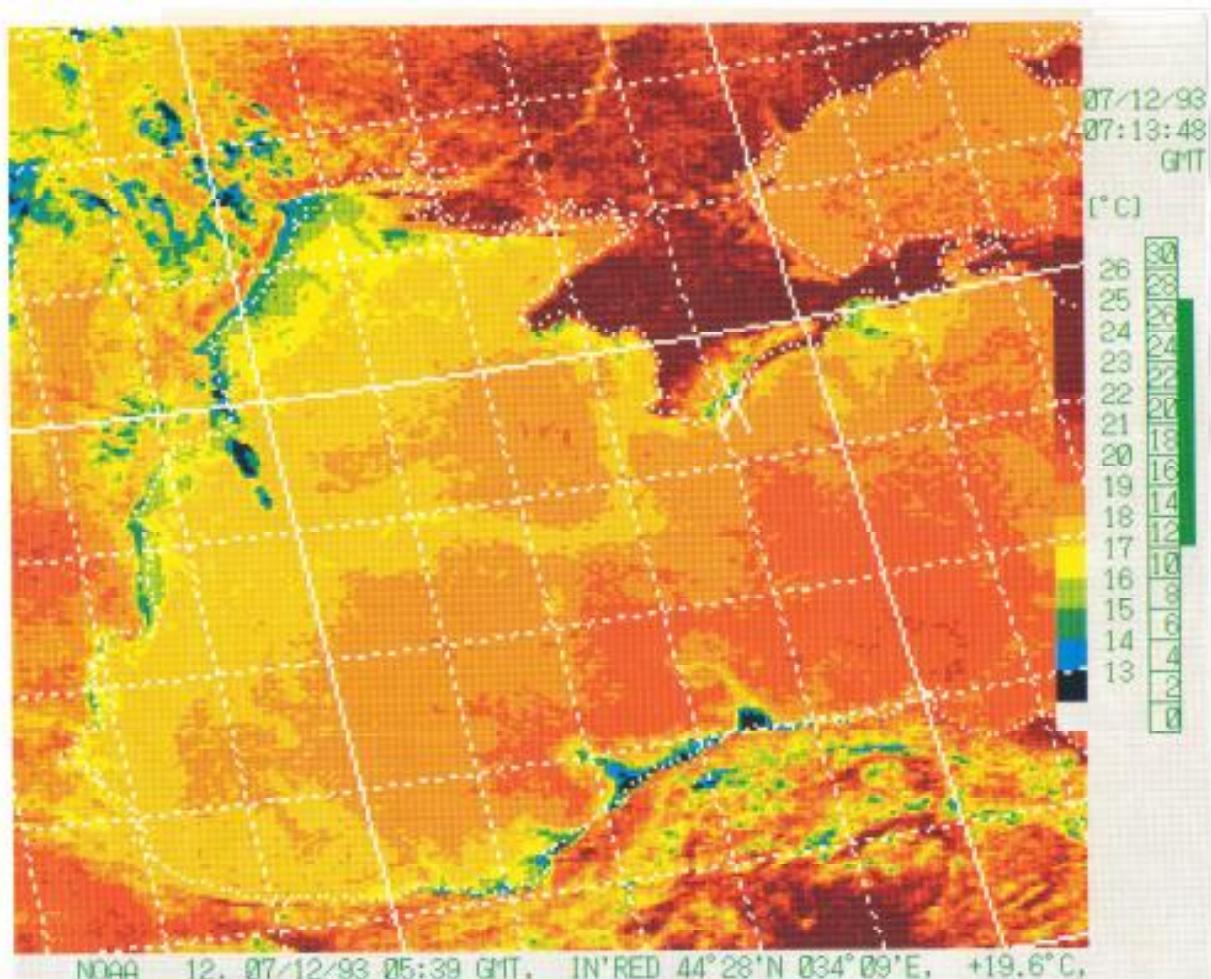


Рис. 3 Наличие локальных выходов холодных вод от побережья в сторону открытого моря в районе Феодосии

Однако в Крыму имеются прибрежные районы, не подвергающиеся в течение всего года влиянию апвеллинга. К таким районам относится северное и восточное побережье Керченского полуострова. Ряд исследователей [7, 14] относят их к перспективным территориям в плане развития рекреации. Кратко остановимся на их особенностях.

Ведущим рекреационным ресурсом северного побережья являются пляжи (158 км). Их емкость, по предварительным расчетам, составляет 790 тыс. чел. [7]. Воды Азовского моря прогреваются раньше других прибрежных акваторий Азово-Черноморского бассейна. В бухтах и бухточках Керченского побережья вода прогревается более интенсивно, чем в глубоководных районах моря, и поэтому купальный сезон длится до 125-130 дней в году. Мелководные участки теплого моря в сочетании с песчаным дном особенно благоприятны для детского отдыха (рис. 4-6) [14].

К рекреационному потенциалу относятся соленые озера Восточного Крыма. К озерам морского происхождения относится оз. Чокрак, которое обладает наибольшей рекреационной значимостью. Его площадь составляет 8,5 км², глубина 1,3 м (рис. 7).

На восточном берегу озера расположены три сероводородных источника. Главным рекреационным ресурсом озера являются запасы целебной грязи, состоящей из рапы, иловой грязи, сероводорода и органического вещества. В образовании грязи активно участвуют грязевые вулканы, а также сероводородные источники [10, 14].

Интересным минеральным образованием является кил, или бентолитовые глины, запасы которых выявлены на Азовском побережье, а также в прибрежной зоне Керченского пролива. Благодаря особенностям минеральной структуры и наличию множества микроэлементов глина оказывает очищающее и противовоспалительное действие [10, 14].



Рис. 4 Бухта Булганак (planetarium.ru)



Kerch.fm

Рис. 5 Бухта Голубиная у мыса Фонарь (Kerch.fm)



Рис. 6 У восточной окраины поселка Мысовое (Казантипский залив) (shelkino.com)



Рис. 7 Озеро Чокрак (ru.wikipedia.org)

Минеральные воды региона представлены двумя основными типами: углекислыми и сероводородными. Углекислые источники района Керченского полуострова благодаря своему химическому составу являются единственными в своем роде. Углекислая вода содержит йод, бром, фтор, литий, калий, железо, аммоний, алюминий, марганец, никель, кобальт, титан, ванадий, цинк, стронций, барий, ртуть, олово, хром, мышьяк, цирконий и др. Она слабо радиоактивна [4, 5].

Восточное побережье Керченского полуострова богато песчаными пляжами, не уступающими пляжам Феодосии и Евпатории. Влияние апвеллингов в южной части Керченского пролива наблюдается крайне редко и не так интенсивно, как в других районах Крыма. В этой части полуострова имеются высокоминерализованные озера. В них образуются сульфидные грязи. Это оз. Чурбаш, Тобечик, Кояшское озеро [14].

Кроме лечебных источников, прекрасных пляжей и моря, в этом регионе имеются и другие достопримечательности.

На Керченском полуострове существует удивительное явление природы – грязевые вулканы. Керченско-Таманская грязевулканическая зона является второй по величине (после Азербайджана) на Земном шаре (рис. 8) [2, 3, 14, 15].



Рис. 8 Самый мощный грязевой вулкан – сопка Андрусова

Керченский полуостров обладает разнообразными ландшафтными комплексами. На его территории расположены Опукский и Казантипский заповедники.

Много достопримечательностей оставила на севере Керченского полуострова история. В Керчи сохранились остатки центров древних цивилизаций. Самым примечательным местом является гора Митридат. На горе сохранились остатки строений древней столицы Боспорского царства – Пантикопея. На вершину горы ведет Большая Митридатская лестница, которая принадлежит к наиболее грандиозным сооружениям в Европе. Основные исторические места – это храм Иоанна Предтечи; Царский курган; памятник турецкого владычества – крепость Еникале; памятник фортификационного искусства XIX в. – Крепость «Керчь», единственная подземная крепость; памятники исторических эпох – курганы (их насчитывается более 2 тыс.) [9, 11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволили выявить особенности режима апвеллингов на различных участках черноморского побережья Крыма и их отрицательное влияние на рекреацию в теплый период года. За последние 5 лет установлено увеличение их повторяемости и усиление интенсивности.

Даны конкретные предложения по развитию рекреационной деятельности в других районах Крыма, к которым относятся северная и восточная части Керченского полуострова, природно-климатические условия, географическое положение, неповторимые природные комплексы, историческое прошлое которых открывает широкие возможности для развития здесь курортно-рекреационных комплексов и принятия рекреантов, особенно в период экстремальных условий в других крупнейших курортных районах Крыма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аметов Р.Ф. 2001. Региональные особенности развития хозяйственного комплекса Крыма. Донецк: ИЭПИ НАН Украины. С. 14-20, 218-234.
2. Андрусов Н.И. 1884. Геологические исследования на Керченском полуострове в 1882 и 1883 гг. // Зап. Новороссийского общ-ва естествоисп. Т. IX. СПб. 198 с.
3. Андрусов Н.И. 1893. Геотектоника Керченского полуострова // Материалы по геологии России. СПб. С. 63-336.
4. Багров Н.В., Боков В.А. 2003. Экология Крыма // Справочное пособие. Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство. С. 119-125.
5. Багрова Л.А., Боков В.А., Багров Н.В. 2001. География Крыма // Учебное пособие для учащихся общеобразовательных учебных заведений. К.: Лыбидь. 304 с.
6. Багрова Л.А., Подгородецкий П.Д. 1982. Физико-географические (природоведческие) основы рекреационной географии : Учебное пособие. Симферополь: изд-во Симферопольского госуниверситета. 64 с.
7. Безруков Ю.Ф., Пенко М.В. 2005. Перспективы рекреационного освоения Крымского Приазовья. 2005. Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей // Тезисы докладов Международной научной конференции (Крым, Донузлав, 13-16 сентября 2005 г.). Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика». С. 17-18.
8. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. 2008. Структура и межгодовая изменчивость характеристик прибрежного черноморского апвеллинга на базе данных спутникового мониторинга // Исследование Земли из Космоса. № 2. С. 26-36.
9. Воронов А.А., Михайлова М.Б. 1983. Боспор киммерийский. М.: Искусство. 183 с.
10. Заключение о месторождении лечебных грязей оз. Чокракское и Булганакские сопки Крымской области // Министерство здравоохранения СССР Центральный Орден труда Красного Знамени научно-исследовательский институт Курортологии и физиотерапии 23.02.91 № 14/302 НА № 01/1526-5 от 21.11.90 г.
11. Иваненко П.И., Иванина О.А. 1996. Керчь: история имени // Этимологический очерк. Керчь: Рекламно-издательская фирма «Боспор». 16 с.
12. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. 1987 // Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Л.: Гидрометеоиздат. С. 59-100.
13. Слепокуров А.С. 2000. Геоэкологические и инновационные аспекты развития туризма в Крыму. Симферополь: СОННАТ. С. 4-17, 88-93.
14. Турега О.Н., Ковалевская Ю.О., Пугач М.Н. 2008. О назревшей необходимости привлечения рекреационного комплекса в сферу экономического развития Керченского полуострова // Культура народов Причерноморья. № 129. Симферополь: Межвузовский центр «Крым». С. 18-21.
15. Шнюков Е.Ф., Науменко П.И., Лебедев Ю.С. и др. 1971. Грязевой вулканализм и рудообразование. К.: Наукова думка. 332 с.

Поступила 18.03.15 г.

The role of upwelling in recreational activities of Crimea. R. V. Borovskaya, K. V. Borovskaya. *The Black Sea upwellings mode was investigated based on the data of the NOAA satellite monitoring (1988-2013). It is indicated that their frequency of occurrence and intensity level have increased for the last 5 years. Three main recreational zones (southern, south-eastern and western coasts of Crimea) are defined and characterized taking into account climatic factors. It is shown that the climb of cold deep-sea water masses during the warm season affects negatively recreational conditions in some coastal areas of the Black Sea. Peculiarities of the coastal upwelling structure within the Black Sea area are given. Specific recommendations on exploitation and development of recreational resorts in the northern and eastern parts of Kerch Peninsula, where upwellings do not occur throughout a year, are given.*

Keywords: artificial Earth satellites, Black Sea, Kerch Peninsula, coastal upwellings, frequency of occurrence, intensity, recreational resources, Eastern Crimea, natural complexes

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАМОРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В АЗОВСКОМ МОРЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013 Г.

А. Т. Кочергин, Л. В. Крискевич, Р. В. Боровская

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: kochkerch@mail.ru*

По материалам экспедиционной океанографической съемки с 9 июня по 13 августа 2013 г. в северо-восточной части Азовского моря по программе мониторинга заморов ЮгНИРО и наблюдений всего Азовского моря с искусственных спутников Земли серии NOAA в формате APT в видимом и инфракрасном диапазоне за июнь-август 2013 г. проведен анализ океанографических ситуаций в летний период 2013 г. в Азовском море. В процессе исследования анализировались температура воды, содержание кислорода и окисляемость в поверхностном и придонном слое, ветровая деятельность и ее воздействие на океанографическую обстановку, причины вероятности возникновения предзаморных и заморных явлений, а также характерные для каждого из летних месяцев спутниковые снимки поверхностной температуры воды. Даны оценка связи океанографических параметров с ветровой деятельностью и вероятностью развития предзаморных и заморных явлений. Установлено, что на исследуемой акватории подобные ситуации наиболее часто проявляются в июле, который характеризуется относительно низкими скоростями ветра, средне выраженной стратификацией вод и аномально низким содержанием кислорода в придонном слое. В августе интенсивная ветровая деятельность и усилившееся перемешивание вод привели к ослаблению вертикальной стратификации, улучшению аэрации придонного слоя и уменьшению вероятности возникновения предзаморных и заморных ситуаций. По результатам анализа спутниковых снимков, наиболее опасными для возникновения исследуемых явлений были западные и центральные районы моря в июне, в июле – практически вся акватория моря, в августе – западная и северо-восточная его часть.

Ключевые слова: Азовское море, солнечная активность, температура воды, содержание кислорода, окисляемость, ветровая деятельность, спутниковые снимки, заморные процессы

ВВЕДЕНИЕ

Предзаморные и заморные ситуации возникают в Азовском море практически ежегодно и имеют крайне динамичные пространственно-временные масштабы – от нескольких до десятков километров и от нескольких часов до нескольких суток. Переход от предзаморной ситуации к заморной и обратно может происходить достаточно резко, в течение нескольких часов со сменой локализации участков замора. Большое значение при этом имеет стратификация вод, ветровая деятельность, инсоляция и интенсивность окислительно-восстановительных процессов.

Ранее [1] отмечалось, что с 1988 по 2001 г. более активные и обширные заморные процессы в летние месяцы наблюдались в нечетные годы, особенно в 1989, 1991 и 2001 гг., а именно годы высокой солнечной активности и преобладания антициклонального типа барического поля над Азо-во-Черноморским бассейном.

В последнее десятилетие заморы проявлялись почти ежегодно, но с меньшей интенсивностью. До середины 2000-х годов наиболее часто предзаморные и заморные ситуации возникали во второй

половине летнего периода, когда над акваторией устанавливался антициклон и превалировала тихая, солнечная погода, усиливая прогрев вод и их стратификация. В последующие годы предзаморные и заморные ситуации наблюдались как в первой, так и во второй половине летнего сезона, а с 2010 г. – преимущественно в первой половине лета.

Локализация предзаморных и заморных явлений в Азовском море: до 2001 г. заморы прослеживались главным образом в заливах северного побережья и в глубоководной части Азовского моря, с 2001 г. наблюдалось расширение их локализации, включая крымское побережье и Арабатский залив [1, 2].

Целью настоящих исследований является оценка степени влияния гидрометеорологических условий на вероятность заморных явлений в Азовском море в летний период 2013 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходных данных были использованы материалы экспедиционной океанографической съемки на СЧС «Войковец» с 9 июня по 13 августа 2013 г. в северо-восточной части Азовского моря по программе мониторинга заморов ЮгНИРО, а также снимки всего Азовского моря с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии NOAA в формате АРТ в видимом и инфракрасном диапазоне за июнь-август 2013 г. Снимки приняты Национальным космическим агентством «Морской портал», а также японской станцией «Su-8» фирмы «Furuno» с помощью программы WXtoImg, установленной в ЮгНИРО (г. Керчь).

Дешифровка спутниковых снимков для выявления возможных зон гипоксии, предзаморных и заморных явлений проводилась на основании существующих методик [1, 3, 4].

В процессе исследования анализировались температура воды (T°), содержание кислорода (O_2) и окисляемость (Окисл) в поверхностном и придонном слое, ветровая деятельность и ее воздействие на океанографическую обстановку, вероятность возникновения предзаморных и заморных явлений, а также характерные для каждого из летних месяцев спутниковые снимки поверхностной температуры воды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

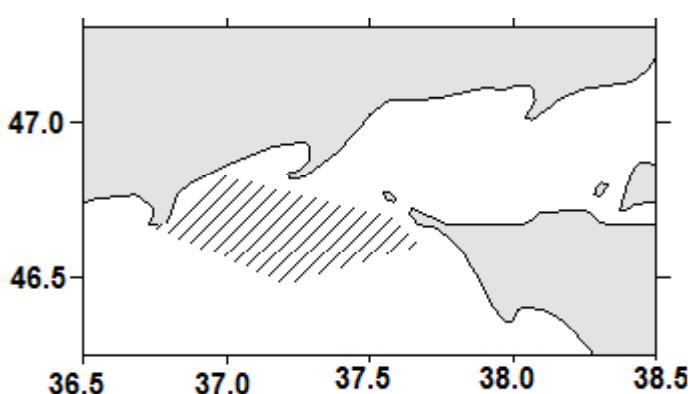


Рис. 1 Район работ по мониторингу заморных ситуаций в июне-августе 2013 г.

чились в июне (в начале периода прогрева вод), максимальные – в июле. В августе, в результате прохождения холодных фронтов, максимальные температуры понизились на 0,73-0,82 °C. Температурная разница между поверхностью и дном была относительно невелика и уменьшалась по мере прогрева и перемешивания вод от 1,29 °C в июне до 0,52 °C в июле и 0,32 °C в августе. Наибольшая стратификация вод отмечалась в июне, наиболее слабая – в августе. В августе, в результате ветрового перемешивания всей толщи (среднемесячная скорость ветра – 7,0 м/с, отклонение от нормы плюс 1,5 м/с – табл. 2), сформировался практически однородный слой.

В летний период 2013 г. океанографические исследования проводились в северо-восточной части Азовского моря (рис. 1).

Значения океанографических параметров, полученных в результате выполнения съемок, представлены в табл. 1.

Океанографические наблюдения показали, что в северо-восточной части Азовского моря в исследуемый период температура воды в поверхностном и придонном слоях имела небольшую амплитуду изменчивости от 22,50 до 25,83 °C (табл. 1). Минимальные значения отме-

Таблица 1

Температура, содержание кислорода, окисляемость воды в июне-августе 2013 г.

Глубина	Июнь			Июль			Август		
	T, °C	O ₂ , мл/л	Окисл, мг/л	T, °C	O ₂ , мл/л	Окисл, мг/л	T, °C	O ₂ , мл/л	Окисл, мг/л
0 м	22,72-	5,03-	3,72-	24,04-	2,84-	3,45-	24,48-	5,06-	3,91-
	25,80	6,12	3,97	25,83	5,98	4,31	25,10	6,41	4,23
Дно	22,50-	3,68-	3,38-	23,98-	2,70-	3,34-	24,40-	4,81-	3,56-
	25,41	5,78	3,89	25,80	5,23	4,63	24,98	6,04	4,07

Таблица 2

Скорость ветра (м/с) в июне-августе (г. Керчь)

Показатели	Июнь	Июль	Август
Минимум	3	2	4
Максимум	8	8	10
Среднее	5,8	6,2	7,0
Среднемесячные климатические нормы (1992-2014 гг.)	4,9	5,1	5,5
Аномалии среднемесячной скорости ветра	0,9	1,1	1,5

Наиболее опасная предзаморная ситуация наблюдалась в июле при наличии локального прогрева вод более 25 °C, содержании кислорода в слое 0-дно менее 3 мл/л и относительно слабой, по сравнению с августом, ветровой деятельности (среднемесячная скорость ветра – 6,2 м/с, отклонение от нормы плюс 1,1 м/с – табл. 2).

Среднемесячная температура

воды в слое 0-дно имела в основном положительные отклонения от нормы на 0,16-2,05 °C: минимальные в августе, максимальные в июне. Только в августе, в результате ночных выхолаживания, среднемесячная поверхностная температура была ниже нормы на 0,15 °C (табл. 3).

Таблица 3

Среднемесячные значения температуры воды (T, °C) и ее аномалий (Ta, °C), содержания кислорода (O₂, мл/л) и его аномалий (O₂a, мл/л) в июне-августе 2013 г.

Глубина	Июнь				Июль				Август			
	T, °C	Ta, °C	O ₂ , мл/л	O ₂ a, мл/л	T, °C	Ta, °C	O ₂ , мл/л	O ₂ a, мл/л	T, °C	Ta, °C	O ₂ , мл/л	O ₂ a, мл/л
0	24,02	1,67	5,60	-0,57	25,06	0,35	4,60	-1,48	24,78	-0,15	5,51	-0,90
Дно	23,68	2,05	4,94	-0,73	24,84	0,68	4,20	-1,05	24,69	0,16	5,21	-0,32

Содержание кислорода в слое поверхность-дно в исследуемый период имело относительно широкие пределы изменчивости – от 2,70 до 6,41 мл/л. Минимум кислорода отмечен в июле в придонном слое (табл. 1).

Среднемесячные аномалии концентрации кислорода во всей толще вод были отрицательными и составляли (-0,32)-(-1,48) мл/л (табл. 3). Минимальные предзаморные значения содержания кислорода (2,84 мл/л на поверхности и 2,70 мл/л у дна) наблюдались в середине июля. Благодаря волновому перемешиванию вод удалось избежать развития значимой заморной ситуации. Число дней с объявленной предзаморной ситуацией в северных заливах Азовского моря не превысило 4.

Окисляемость за весь период наблюдений была близка к норме и изменялась в пределах 3,34-4,63 мг/л.

Результаты дешифровки характерных для каждого из летних месяцев спутниковых снимков с высоким пространственно-временным разрешением дали возможность информационной засветки Азовского моря в целом, позволили по температурным контрастам [2] определить предполагаемые зоны заморов для его акватории.

В конце июня районами с высоким риском возникновения предзаморной ситуации являлись центральные районы моря (температура воды 27,5-28,0 °C) и западная часть, где на отдельных участках температура воды превышала 29 °C (рис. 2 А).

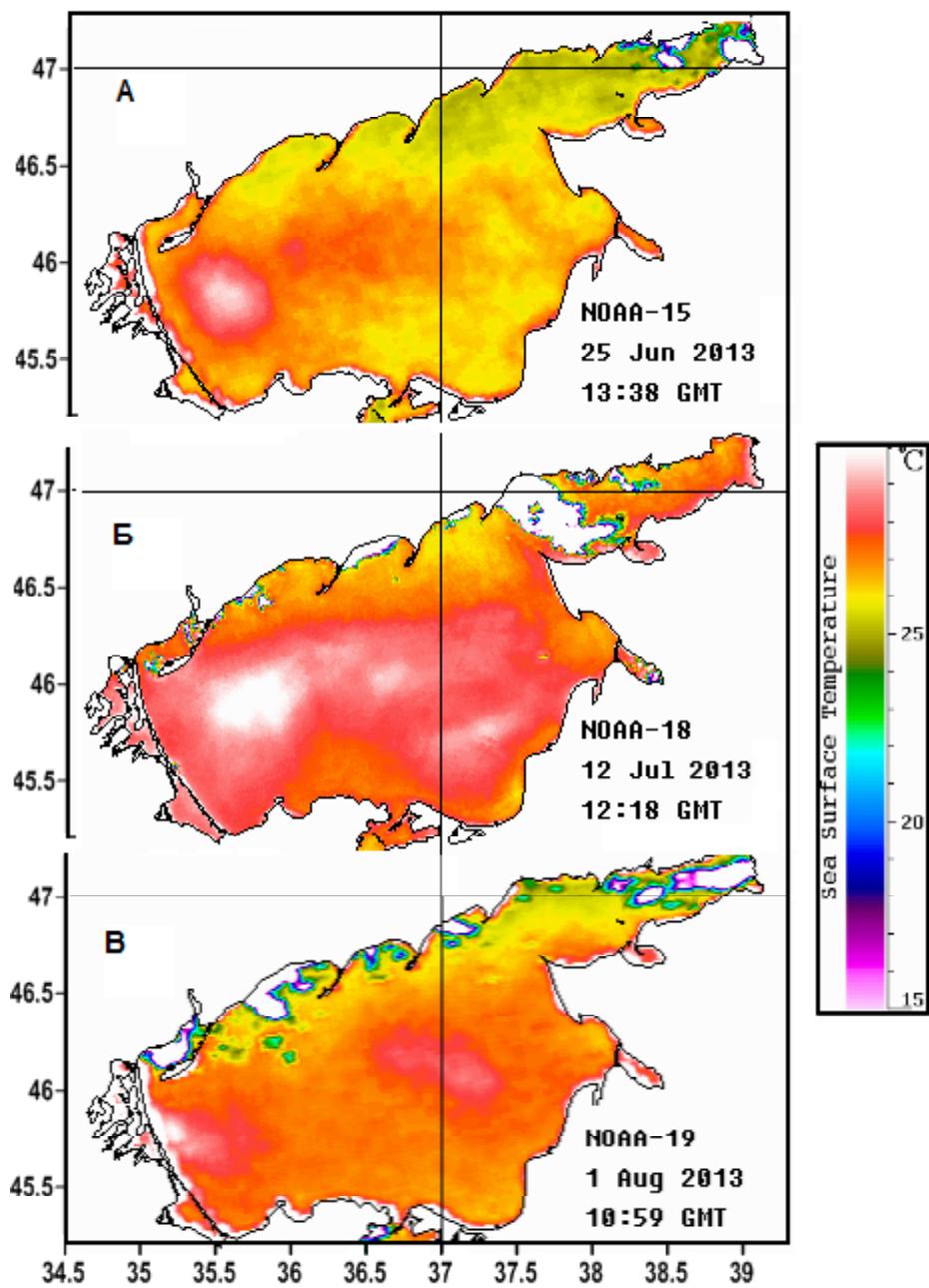


Рис. 2 Поля температуры, характерные для июня-августа 2013 г., по данным ИСЗ

Наиболее сложная ситуация складывалась в середине июля. В отдельные дни при скорости ветра 4-5 м/с практически вся акватория моря прогревалась до 28,5-29 °C (рис. 2 Б), за исключением северных бухт и незначительных участков на юге и юго-востоке моря, где температура воды была достаточно высокой (25,0-26,0 °C), но ниже, чем по всему морю. В этот период на отдельных участках северо-восточной части Азовского моря, где проводились экспедиционные исследования, прослеживались низкие (менее 3 мл/л) предзаморные концентрации кислорода у дна (табл. 1).

В начале августа также был достаточно высокий риск для развития предзаморных и заморных ситуаций. В таких районах, как западная и северо-восточная части моря, температура воды достигала 27,0-28,5 °C (рис. 2 В).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволили выявить, что развитие предзаморных и заморных ситуаций на исследуемой акватории наиболее часто проявляются в июле, который характеризуется низкими скоростями ветра относительно августа, средне выраженной стратификацией вод и аномально низким содержанием кислорода в придонном слое.

В августе интенсивная ветровая деятельность и усилившееся перемешивание вод привели к ослаблению вертикальной стратификации, улучшению аэрации придонного слоя и уменьшению вероятности возникновения предзаморных и заморных ситуаций.

По результатам анализа спутниковых снимков, наиболее опасными для возникновения предзаморных и заморных ситуаций являлись в июне западные и центральные районы Азовского моря, в июле – практически вся акватория моря, в августе – западная и северо-восточная его часть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровская Р.В., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Лексикова Л.А. 2005. Связь придонной гипоксии и заморов рыбы в прибрежной части Азовского моря // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 320-328.
2. Кочергин А.Т., Крискевич Л.В. 2010. Океанографический мониторинг заморов в Азовском море // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАНУ. Вып. 14. С. 222-224.
3. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. 1987 / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Л.: Гидрометеоиздат. С. 59-100.
4. Стехновский Д.И., Васильев К.П. 1976. Справочник по навигационной гидрометеорологии. М.: Транспорт. С. 93-120.

Поступила 10.03.15 г.

Hydrometeorological conditions and their impact on the occurrence probability of fish kill phenomena in the Azov Sea during the summer season of 2013. A. T. Kochergin, L. V. Kriskevich, R. V. Borovskaya. Based on the data from the expeditionary oceanographic survey to the North-Eastern Azov Sea, conducted as a part of suffocation monitoring program from 9 June to 13 August 2013, and satellite observations of the whole Azov Sea from June to August 2013 (NOAA series, APT format), analysis of oceanographic situation during the summer season of 2013 in the Azov Sea was carried out. During the research period, data on water temperature, oxygen content and oxygen demand in the surface and near-bottom layers, wind velocity and its impact on oceanographic conditions, and causes for suffocation development were assessed. Correlation between oceanographic parameters and wind velocity and the probability of fish kill and pre-kill phenomena occurrence is estimated. It is determined that July, characterized by relatively low wind speed rates, moderate water stratification and abnormally low oxygen content in the bottom layer, was potentially and actually the most dangerous for such scenarios. In August, intensive wind activity and increased water mixing resulted in a weaker vertical stratification, better aeration of the near-bottom layer and the decrease of suffocation probability. The satellite imagery analysis allowed to conclude that in June most dangerous zones for fish kill and pre-kill phenomena were western and central areas, in July – the whole territory of the Azov Sea, and in August – western and north-eastern parts of the sea.

Keywords: Azov Sea, solar activity, surface temperature, water column, oxygen content, oxygen demand, wind velocity, satellite images, fish kill phenomena, hypoxia, water stratification

О ПОДГОТОВКЕ МАТЕРИАЛОВ, ОБОСНОВЫВАЮЩИХ ВОЗМОЖНЫЙ ВЫЛОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В МОРСКИХ ВОДАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К КРЫМУ

В. А. Шляхов

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: vladshlyahov@rambler.ru*

При подготовке материалов к обоснованию возможного вылова (ВВ) водных биологических ресурсов (ВБР) Черного и Азовского морей основным руководящим документом являлись «Методические рекомендации по подготовке материалов, обосновывающих общий допустимый улов (ОДУ), а также возможный вылов объектов российского рыболовства, для которых ОДУ не устанавливается». Рекомендации по объемам ВВ на 2016 г. формально разрабатывались для 48 ед. запасов. В Черном море высокий текущий уровень информационной обеспеченности имели 10 ед. запаса, средний – 4 и 13 ед. – низкий. В Азовском море, соответственно, 5 ед., 7 ед. и 14 ед. По результатам анализа полноты и качества всей доступной промыслово-биологической информации для оценки ВВ шпрота, ставриды, камбалы-калкан, барабули, пиленгаса (Азовское море) и кефали, наиболее подошел метод анализа когорт длины (LCA). В 2014 г. среди отслеживаемых статистикой видов ВБР в морских водах Крыма у 12 видов произошло ухудшение текущего состояния промысла, а улучшение – у 17 видов. При оценке ОДУ (ВВ) ВБР обычно применяли традиционный подход, заключающийся в рекомендации использования запасов при всех возможных их состояниях с одинаковой интенсивностью на уровне $F_{0,1}$. На основе подходов ICES и ВНИРО оценены биологические ориентиры управления запасами хамсы азовской и камбалы-калкан черноморской – значения двух пар ориентиров: по биомассе и по интенсивности промысла. При разработке рекомендаций по установлению ВВ ВБР для шпрота, ставриды, камбалы-калкан, барабули, кефали и пиленгаса базовыми являлись оценки запаса методом LCA, для хамсы – по данным лампарных съемок АЗНИИРХ, мерланга и катрана – оценки Комитета по рыболовству Еврокомиссии и предшествующие оценки ЮгНИРО. Для остальных видов ВБР даны экспертные оценки.

Ключевые слова: водные биоресурсы, оценка запасов, рекомендации, возможный вылов, Крым, Черное и Азовское море

ВВЕДЕНИЕ

После выхода из Украины Республики Крым и ее вхождения в состав Российской Федерации традиционная для ЮгНИРО схема разработки рекомендаций по объемам добычи водных биологических ресурсов (ВБР) в Черном и Азовском морях нарушилась. Согласно Государственному заданию Росрыболовства, определяемые объемы должны относиться к морским акваториям, прилегающим к Крымскому полуострову.

Основным документом, регламентирующим подготовку материалов, обосновывающих возможный вылов (ВВ) ВБР в системе научных учреждений Росрыболовства, являются «Методические рекомендации по подготовке материалов, обосновывающих общий допустимый улов (ОДУ), а также возможный вылов объектов российского рыболовства, для которых ОДУ не устанавливается» (далее – «Методические рекомендации...»). «Методические рекомендации...» структурно состоят из трех разделов. В их первых двух разделах в общем виде даются положения современной методологии рационального использования ВБР, процедуры оценки ОДУ/ВВ и информационно-методич-

кое обоснование этой оценки. В третьем разделе приведены требования к оформлению материалов обоснований.

Цель настоящей работы состоит в демонстрации практического применения положений «Методических рекомендаций...» при подготовке ФГБНУ «ЮгНИРО» материалов, обосновывающих возможный вылов водных биологических ресурсов в морских водах, прилегающих к Крыму на 2016 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Черном море с некоторой долей условности можно выделить район промысла, прилегающий к побережью Крыма. Это внутренние морские и территориальные воды Российской Федерации, прилегающие к Республике Крым и г. Севастополю в их нынешних административных границах, а также Крымская часть Черного моря, до марта 2014 г. являвшаяся частью акватории исключительной экономической зоны Украины. В Азовском же море, которое имеет статус совместного водоема России и Украины, нет возможности географического выделения района промысла, прилегающего к побережью Крыма, ввиду невозможности проведения его мористой границы. Поэтому под районом, прилегающим к азовскому побережью Крыма, подразумевался весь район промысла крымских рыбодобывающих организаций в Азовском море. В 2014 г. ЮгНИРО обобщил промысловобиологические данные, начиная с 2009 г., относящиеся к указанным выше морским районам, прилегающим к Крыму, которые и явились основой для последующего использования при обосновании объемов добычи (вылова) водных биоресурсов.

При подготовке материалов к обоснованию возможного вылова морских ВБР на 2016 г. по возможности соблюдалась процедура, описанная в пункте 1.4 «Методических рекомендаций...». Подходы к реализации последовательных этапов (курсив) этой процедуры и некоторые результаты изложены ниже.

Анализ доступного информационного обеспечения и обоснование выбора методов оценки. Во внутренних морских водах и территориальном море Российской Федерации, в районах, прилегающих к побережью Крыма, рекомендации по объемам добычи (вылова) на 2016 г. формально разработаны для 48 единиц запасов, относящихся к видам/близкородственным группам видов ВБР Черного и Азовского моря – по 24 ед. в каждом водоеме. Общее представление о полноте и презентативности имеющейся информации по их биологии, промыслу и среде обитания дают табл. 1, 2.

Степень текущей информационной обеспеченности (за истекший год) данными мониторинга по каждому запасу характеризовалась тремя уровнями: «низким», при котором отсутствует любая информация или имеются только данные о вылове, «средним», когда, помимо статистики вылова, собраны данные о структуре запаса (размерной, возрастной). При «высоком» уровне собранные данные позволяют дать обоснованное заключение о состоянии запаса на основе его методической оценки.

В Черном море высокий текущий уровень информационной обеспеченности имели 10 ед. запаса, средний – 4 и 13 ед. – низкий. В Азовском море, соответственно, 5 ед., 7 ед. и 14 ед. Худшая текущая информационная обеспеченность в Азовском море связана с отсутствием в этом водоеме в 2014 г. морских экспедиций и прекращением сбора данных на большей части контрольно-наблюдательных пунктов ЮгНИРО. Можно констатировать наиболее высокую обеспеченность информацией о запасах барабули, камбалы-калкан, кефали (сингиль), мерланга, ставриды, хамсы (черноморской), шпрота в Черном море и в Азовском море – хамсы, сельди черноморско-азовской проходной и пиленгаса. Для указанных видов ВБР имеющейся информации достаточно для формального аналитического оценивания состояния запаса и прогнозирования ВВ с использованием структурированных (когортных) моделей эксплуатируемого запаса.

При дальнейшем анализе материалов из этого перечня был исключен мерланг (по причине крайне низкой интенсивности промысла в крымских водах) и хамса. Хамса – из-за отсутствия ее массовых подходов на зимовку к берегам Крыма в 2012/2013 и 2013/2014 гг. (данные по размерному и возрастному составу хамсы черноморской в 2013 г. отсутствуют) и ненадежной промысловой статистики в связи с проблемой идентификации и раздельной регистрацией уловов рыб азовской и чер-

Таблица 1

Основные сведения об информационной обеспеченности рекомендаций на 2016 г. по объемам возможного вылова ВБР в Крымском секторе Черного моря биологическими и промысловыми данными*

Вид ВБР	Параметры роста и смертности			Вылов официальный	Структура вылова		CPUE	Учетные съемки			Наличие региональных оценок
	L _∞	M	Z		L	age		T**	Э***	И****	
Высокий уровень обеспеченности											
Акула-катран	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+
Барабуля	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
Камбала-калкан	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+
Кефали	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Мерланг	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+
Скаты	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Ставрида	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Хамса черноморская	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+
Шпрот	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Рапана	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Средний уровень обеспеченности											
Атерина	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Пиленгас	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Креветка каменная	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Креветка травяная	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Низкий уровень обеспеченности											
Луфарь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пеламида	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие морские	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Сарган	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Сельдь черноморско-азовская проходная	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Скумбрия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Смарыда	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хирономиды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Понтогаммарус	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Мидия	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Филлофора	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цистозира	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Зостера	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

* Параметры роста и естественная смертность – для периода с 1980 г.; все остальные показатели – для периода с 2004 г.; последняя колонка относится ко всему Черному морю;

** Орудия учета: трал, вентерь, визуальный учет;

*** Эхометрические;

**** Ихиопланктонные.

номорской рас. Следует иметь в виду, что для оставшихся восьми видов аналитическое оценивание имело смысл лишь в том случае, если в крымских водах распределялся и облавливался весь оцениваемый запас (или же его большая часть). Очевидно, что это условие не соблюдалось для сельди черноморско-азовской проходной.

Несмотря на преобладающее в настоящее время мнение о единых запасах мелких пелагических рыб, барабули и камбалы-калкан в Черном море, имеется альтернативная точка зрения. Она заключается в существовании единиц запасов у шпрота, камбалы-калкан, барабули и аборигенных кефа-

Таблица 2

Основные сведения об информационной обеспеченности рекомендаций на 2016 г. по объемам возможного вылова ВБР в водах Азовского моря, прилегающих к полуострову Крым, биологическими и промысловыми данными*

Вид ВБР	Параметры роста и смертности			Вылов официальный	Структура вылова		CPUE	Учетные съемки			Объекты международного права
	L_{∞} , K	M	Z		L	age		T**	Э***	И****	
Высокий уровень обеспеченности											
Пиленгас	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Сельдь черноморско-азовская проходная	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Тюлька	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
Хамса (азовская)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Рапана	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Средний уровень обеспеченности											
Атерина	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Барабуля	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Бычки	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+
Кефали	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-
Креветка каменная	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Креветка травяная	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Мидия	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Низкий уровень обеспеченности											
Акула-катран	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Камбала-калкан	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Карась	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие морские рыбы	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Прочие пресноводные рыбы	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Скаты	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ставрида	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Судак	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Тарань	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Хирономиды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Понтогаммарус	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Артемия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Скафарка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зостера	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Параметры роста и естественная смертность – для периода с 1992 г.; все остальные показатели – для периода с 2004 г.;

** Орудия учета: трал, вентерь, визуальный учет;

*** Эхометрические;

**** Ихиопланктонные.

лей, которые целиком или преимущественно локализованы в Крымском секторе Черного моря [2-8, 11, 17]. Поэтому, с известной долей условности, для вышеперечисленных видов ВБР ВВ определялся в допущении локальности крымских запасов.

Вопрос о существовании локального запаса ставриды у берегов Крыма никем специально не исследовался. В пользу ее относительной обособленности свидетельствует разнонаправленность трендов вылова в 1970-2008 гг. в украинских водах (более 90 % вылова ставриды приходилось на зимний промысел у берегов Крыма) и в целом в Черном море (табл. 3). В первом приближении сделано допущение о локальности запаса ставриды в Крымском секторе Черного моря.

Таблица 3

Тренды годового вылова черноморской ставриды в 1970-2008 гг. (по материалам публикации [10])

Район промысла	Период промысла, годы			
	1970-1988 (базовый)	1989-1992 (коллапс)	1993-1997 (после коллапса)	1998-2008 (после вселения берое)
Черное море	положительный	отрицательный	отрицательный	отрицательный
Украинские воды	отсутствует	отрицательный	положительный	положительный
Черного моря				

Среди массовых пелагических рыб информация об уловах на единицу промыслового усилия (CPUE) в форме оценок ЮгНИРО среднего вылова за 1 траление или за 1 час траления имеется только для шпрота. Эти оценки получены из сообщений Штаба путинь (структурного подразделения органов рыбоохраны, существовавшего до вхождения Крыма в Российскую Федерацию), формирующихся на основе оперативных судовых донесений с тралового промысла и по данным сотрудников ЮгНИРО, находившихся в море на промысловых судах. После 2006 г. условия сбора первичной информации Штабом путинь резко ухудшились, информация стала фрагментарной и малодостоверной. Из других видов рыб отрывочная информация о величине промысловых усилий (количество официально выставляемых сетей на промысле) и CPUE (среднегодовой вылов в расчете на 1 сеть) в Черном море имеется по камбале-калкан, сельди черноморско-азовской проходной, катрану и скатам (за 2004-2006 и 2012 гг.). В Азовском море информация о промысловых усилиях и уловах на единицу усилия имеется для кошелькового промысла пиленгаса, тюльки и хамсы. Низкое качество данных по промысловым усилиям и CPUE не позволило их использовать для реализации производственных моделей.

В Крымском секторе Черного моря в 2004-2013 гг. были выполнены лишь учетные съемки камбалы-калкан (2004-2007 гг.) и креветок (2010 г.). В Азовском море в последние три года полноценные съемки выполнены только по учету хамсы и тюльки. В этой связи можно констатировать ограниченные возможности использования независимых от промысла данных для настройки аналитических моделей типа ВПА.

Нельзя не отметить низкое число возрастных определений практически для всех видов ВБР, исключая шпрота. Так, у камбалы-калкан в последние четыре года прямое определение возраста (по отолитам) было произведено для следующего количества рыб: 2010 г. – 8 экз., 2011 г. – 18 экз., 2012 г. – 44 экз., 2013 г. – 191 экз. Именно недостаточность данных по возрастному составу калдана явилась препятствием для использования структурированных по возрасту аналитических методов.

Серьезной проблемой является неполнота официальной статистики вылова, особенно для камбалы-калкан, пиленгаса, кефали и барабули. По опубликованным оценкам, масштабы вылова камбалы-калкан при нелегальном, несообщаемом и нерегулируемом (ННН) промысле в Украинском секторе Черного моря могут превышать официальный вылов в 8-22 раза [9, 18]. Исследования ННН-вылова кефали и барабули не производились. Для мелких пелагических рыб и мерланга ННН-вылов практически отсутствует, но имеют место значительные выбросы мелкой рыбы в море при сортировке уловов.

Среда обитания черноморских видов ВБР, безусловно, оказывает влияние на их динамику численности и промысел. Так, высокоурожайные поколения мерланга чаще появляются в холодные зимы, но при положительных температурных аномалиях – в весенний период. У шпрота устойчивость промысловых скоплений в теплое время года зависит от степени развития апвеллингов. Доступная информация об изученности среды обитания промысловых гидробионтов не достаточна для ее использования в качестве критерия выбора метода оценки рекомендуемых объемов ВВ в Крымском секторе Черного моря на 2016 г., как это рекомендуется в п. 2.4 «Методических рекомендаций...».

По результатам анализа полноты и качества всей доступной информации по биологии и промыслу для оценки ВВ шпрота, ставриды, камбалы-калкан, барабули, пиленгаса (Азовское море) и кефали, наиболее подходит метод анализа когорт длины (LCA) в модификации Джонса [13]. Этот метод

обеспечен полноценными материалами по размерному составу уловов указанных ВБР и по своей сущности не требует процедуры настройки. В принципе, для шпрота мог бы быть использован структурированный по возрасту, расширенный анализ выживания (XSA) [16] или же другие модификации ВПА, однако они отвергнуты из-за проблем с настройкой в случае использования для этой цели ненадежных данных CPUE.

В пользу выбора LCA свидетельствует многолетний опыт работы ЮгНИРО с этим методом, а также положительные итоги рассмотрения LCA-оценивания восточной и западной единиц запаса камбалы-калкан на 1-м заседании Подгруппы по оценкам запасов пелагических и демерсальных рыб Черного моря Генеральной Комиссии по рыболовству в Средиземном море при ФАО (Бухарест, январь 2014 г.).

Для остальных морских видов ВБР доступная информация не позволила использовать когортные или продукционные модели эксплуатируемого запаса. К таким видам могли быть применены базовые методы III-го уровня количественного анализа запаса в терминологии п. 2.2 «Методических рекомендаций...», то есть обоснование возможного вылова на 2016 г. могло быть построено на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита доступной информации. Среди этих видов стоит выделить луфаря, пеламиду, скумбрию и смариду, для которых отсутствует статистика вылова по прилегающим к Крыму морским водам, поскольку украинской статистикой они не выделялись и учитывались как «прочие рыбы». Для них возможна лишь экспертная оценка, предложенная АзНИИРХ по аналогии с Кубанским сектором Черного моря.

Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла водных биоресурсов на акватории, прилегающей к полуострову Крым в Азовском и Черном морях. Важным показателем, учитываемым при обосновании рекомендованных объемов добычи (вылова) морских биоресурсов в водах Крыма, являлись данные, характеризующие текущее состояние промысла в Крымском секторе Черного моря и в водах Азовского моря, прилегающих к берегам Крыма в 2014 г. (табл. 4).

Таблица 4

Соотношение годового вылова в 2014 г. (Y_{2014} , т) и показателей вылова прогнозируемых ВБР в 2009-2013 гг. как индикатор текущего состояния промысла

№ пп	Вид ВБР	Y_{2014}	Вылов в 2009-2014 гг., тонн			$Y_{2014}/Y_{2009-2013}$
			min	max	средний ($Y_{2009-2014}$)	
1	2	3	4	5	6	7
Крымский сектор Черного моря						
1	Акула-катран	28,1	5,4	39,8	19,1	147,1
2	Атерина	1124,3	36,1	3021,0	835,1	134,6
3	Барабулья	177,7	42,2	177,7	83,0	214,2
4	Камбала-калкан	88,9	88,9	174,7	133,9	66,4
5	Кефали	140,9	23,6	140,9	65,1	216,5
6	Мерланг	9,1	7,4	33,9	19,6	46,4
7	Пиленгас	0,9	0,7	35,5	9,1	9,9
8	Прочие морские рыбы*	83,1	42,9	756,0	178,8	46,5
9	Сарган	1,8	0,2	1,8	1,1	158,8
10	Сельдь черномор- ско-азовская проходная	12,9	4,4	12,9	7,7	166,8
11	Скаты	31,6	19,1	39,4	30,0	105,3
12	Ставрида	504,2	176,4	593,2	350,8	143,7
13	Хамса (азовская)**	14295,2	3233,1	22929,2	12479,1	114,6
14	Хамса (черноморская)**	н/д	1615,9	6614,4	н/д	н/д
15	Шпрот	6761,4	6761,4	21506,3	15751,9	42,9
16	Хирономиды	0,0	0,0	0,0	0,0	–
17	Понтогаммарус	0,0	0,0	0,0	0,0	–

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
18	Креветка черноморская каменная***	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
19	Креветка черноморская травяная***	6,8	0,6	6,8	2,2	306,8
20	Рапана	164,0	118,5	213,4	161,5	101,5
21	Мидия	25,3	0,0	25,3	4,6	546,0
22	Филлофора	0,0	0,0	0,0	0,0	—
23	Цистозира	0,0	0,0	14,1	4,8	—
24	Зостера	131,2	60,0	2164,6	725,9	18,1
	Азовское море, акватория, прилегающая к полуострову Крым					
1	Акула-катран	0,0	0,0	0,0	0,0	—
2	Атерина	113,6	113,6	238,6	186,0	61,1
3	Барабулья	10,4	10,4	63,6	28,2	36,9
4	Бычки	2425,7	1114,3	2492,6	1648,1	147,2
5	Камбала-калкан	0,0	0,0	0,8	0,3	—
6	Карась	0,0	0,0	0,1	0,0	н/д
7	Кефали	18,5	9,8	36,8	19,0	97,4
8	Пиленгас	4,6	4,6	2733,9	677,8	0,7
9	Прочие морские рыбы	0,0	0,0	30,9	12,7	—
	Сельдь черномор- ско-азовская проходная					
10		33,4	3,5	33,4	11,4	293,0
11	Скаты	0,3	0,1	6,7	2,7	11,0
12	Ставрида	13,2	7,4	13,2	10,0	131,6
13	Судак	0,0	0,0	0,2	0,1	—
14	Тарань	0,0	0,0	30,6	11,1	—
15	Тюлька	857,2	771,6	4180,8	1737,7	49,3
16	Хамса	1096,5	1096,5	8944,9	5628,8	19,5
17	Хирономиды	43,8	0,0	43,8	15,5	283,2
18	Понтогаммарус	0,0	0,0	0,0	0,0	—
	Креветка черноморская каменная***					
19		н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	Креветка черноморская и травяная***					
20		7,7	0,0	7,7	2,1	363,8
21	Артемия	0,0	0,0	0,0	0,0	—
22	Рапана	144,9	0,4	144,9	36,8	393,6
23	Мидия	0,0	0,0	0,0	0,0	—
24	Зостера	0,0	0,0	0,0	0,0	—

* В т.ч. луфарь, пеламида, скумбрия и смарида – виды, крымский вылов которых в 2009-2014 гг., статистикой не выделялся.

** В 2014 г. нет раздельной статистики по вылову азовской и черноморской хамсы.

*** Нет раздельной статистики по видовому составу вылова креветок; поскольку в крымских водах креветка черноморская травяная в уловах составляет более 90 %, к этому виду отнесен весь вылов креветок.

В качестве критерия улучшения/ухудшения текущего состояния промысла принято 30 % – значение отклонения величины вылова в 2014 г. к среднегодовому вылову 2009-2014 гг. (данные о вылове ВБР до 2009 г. в морских водах, прилегающих к Крыму, отсутствуют). В 2014 г. среди 18 отслеживаемых статистикой видов ВБР в черноморских водах у 6 видов произошло ухудшение, а улучшение – у 11 видов. Аналогичные показатели за 2013 г. равнялись 8 и 4, соответственно. Это свидетельствует об общем улучшении текущего состояния черноморского промысла, тем более что у 6 видов обновлены максимумы годового вылова. В Азовском море у 6 видов произошло ухудшение, у такого же количества видов – улучшение.

Целевые и граничные биологические ориентиры. Как неоднократно констатировалось Рабочей группой по Черному морю Научного, технического и экономического Комитета по рыболовству при Европейской Комиссии (далее – EWG STECF), полнота и качество имеющейся информации по биологии и промыслу ВБР в Черном море ограничивает возможности определения ориентиров управления [12, 15]. Из 9 оцениваемых EWG STECF видов ВБР ориентир управления по интенсивности промысла (F_{MSY}) принят для пяти видов (шпрот, камбала-калкан, мерланг, барабуля и акула-катран). Только для камбалы-калкан установлены граничный (B_{lim}) и предосторожный (B_{pa}) ориентиры по биомассе (табл. 5).

Таблица 5

Естественная смертность и биологические ориентиры управления ВБР, рекомендуемые в Черном и Азовском море при установлении ОДУ (ВВ)

ВБР	Организация	М	Ориентиры управления*									
			B_{lim}	B_{pa}	B_{tr1}	B_{tr2}	F_{tr1}	F_{tr2}	$F_{0,1}$	F_{pa}	F_{lim}	F_{MSY}
Шпрот	EWG STECF	0,65 ÷ 0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,64
	ЮрНИРО	0,65 ÷ 0,95	–	–	–	–	–	–	0,60	–	–	–
Хамса азовская	ЮрНИРО	0,8 ÷ 1,0	10	–	48	208	0,9	0,5	–	–	–	–
Хамса черноморская	EWG STECF	0,38 ÷ 1,42	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ЮрНИРО	0,82	–	–	–	–	–	–	0,80	–	–	–
Ставрида	EWG STECF	0,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ЮрНИРО	0,40	–	–	–	–	–	–	0,48	–	–	–
Мерланг	EWG STECF	0,58 ÷ 0,64	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,40
	ЮрНИРО	0,73	–	–	–	–	–	–	0,50	–	–	–
Камбала-калкан черноморская	EWG STECF	0,13 ÷ 0,25	2914	4080	–	–	–	–	–	–	–	0,31
	ЮрНИРО (вост. запас)	0,110	99	139	–	–	–	–	0,14	0,18	0,31	–
	ЮрНИРО (запад. запас)	0,135	551	771	–	–	–	–	0,14	0,18	0,31	–
Барабуля	EWG STECF	0,44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,46
	ЮрНИРО	0,80	–	–	–	–	–	–	0,60	–	–	–
Кефали (сингиль)	EWG STECF	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пиленгас (азовский)	ЮрНИРО	0,68	–	–	–	–	–	–	0,31	–	–	–
Акула-катран	EWG STECF	0,15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,18
	ЮрНИРО	0,11	–	–	–	–	–	–	0,11	–	–	–
Рапана	EWG STECF	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ЮрНИРО	0,65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* Для камбалы-калкан: B_{pa} и B_{lim} – предосторожный и граничный ориентиры по биомассе в т, F_{pa} и F_{lim} – предосторожный и граничный ориентиры по интенсивности промысла; для хамсы азовской ориентиры управления по биомассе B_{tr1} , B_{tr2} и B_{lim} выражены в тыс. т.

При оценке ОДУ (ВВ) ВБР (за исключением камбалы-калкан, черноморской и азовской хамсы) ЮрНИРО применяет традиционный подход, заключающийся в рекомендации использования запасов при всех возможных их состояниях с одинаковой интенсивностью на уровне $F_{0,1}$. Для регулирования промысла азовской хамсы может быть применен подход ВНИРО к популяциям с высоко флюктуирующими запасами [1], направленный на сохранение воспроизводительной способности популяции и характеризуемый наличием двух пар значений ориентиров управления – F_{tr1} и B_{tr2} , F_{tr2} и B_{tr1} , а также граничного ориентира B_{lim} . Значения этих ориентиров были рассчитаны в ЮрНИРО для периода 1991-2012 гг. На рис. 1 изображены динамика значений запаса хамсы B_i , оцененных ЮрНИРО по результатам лампарных съемок пелагических рыб в Азовском море, ориентиры управления по биомассе B_{tr1} , B_{tr2} , B_{lim} и среднее для 1991-2012 гг. значение запаса B_{av} , равное 160 тыс. т.

При реализации подхода ВНИРО управление запасом азовской хамсы может осуществляться следующим образом. Если по данным лампарной съемки в году i запас хамсы оценен ниже B_{tr1} , интенсивность рыболовства в следующем году $i+1$ рекомендуется установить не более чем $F_{tr2}=0,5$.

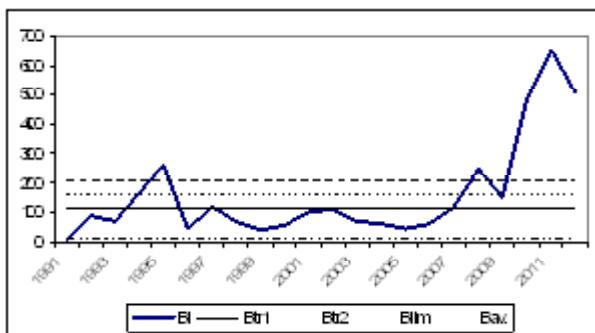


Рис. 1 Динамика начального запаса азовской хамсы в 1991-2012 гг. и ориентиры управления по биомассе (подход ВНИРО)

конкуренции с гребневиком-мнемиопсисом, он не превышал значения $F_{tr2}=0,5$ и позволил избежать перелова.

После 2009 г. запас хамсы стал значительно выше B_{tr2} , и промысловые возможности добывающего флота России и Украины оказались не в состоянии обеспечить интенсивность рыболовства на уровне F_{tr1} . Поэтому РУК продолжала устанавливать общий объем рекомендованного вылова азовской хамсы ниже уровня F_{tr2} . Даже с учетом вылова хамсы в водах Абхазии, экспертизой оцененного турецкими учеными в 50 тыс. т [14], фактическая промысловая смертность, по-видимому, не превысила $F=0,5$. По этой причине сейчас на практике по-прежнему используется только ориентир управления F_{tr2} .

Для формализации общей стратегии достижения долговременной цели управления в виде правила регулирования промысла (ПРП) камбалы-калкан черноморской в ЮгНИРО приняты принципы подхода EWG STECF и ICES. Этот подход заключается в использовании двух пар ориентиров управления: по биомассе (B_{lim} и B_{pa}) и по интенсивности промысла (F_{lim} и F_{pa}).

Как и у EWG STECF, значение B_{pa} взято нами равным 39 % от максимальной наблюдаемой биомассы (оценки LCA дают максимум биомассы для восточной единицы запаса в 1997-2000 гг. – 356 т и для западной – 1977 т), затем найдено $B_{lim}=B_{pa}/1,4$. Выбор значения $F_{pa}=0,18$ сделан на основе результатов моделирования промысловой (нерестовой) биомассы SSB как показателя интенсивности промысла, при которой обе единицы запаса камбалы-калкан в крымских водах (северо-восточная и западная популяции) сохраняются на неизменном уровне. В качестве F_{lim} принята оценка F_{MSY} EWG STECF [15], то есть $F_{lim}=F_{MSY}=0,31$, как это рекомендовано в [1].

На рис. 2 показана графическая интерпретация ПРП. Точка 2013 соответствует состоянию суммарного запаса и интенсивности промысла камбалы-калкан в крымских водах в 2013 г. Видно, что запас находится в области перелова (с учетом принятого значения ННН-вылова).

К сожалению, данные 2014 г. не позволяют определить текущее положение точки на графике ввиду отсутствия уточненной оценки запаса и промысловой смертности в 2014 г. Если принять нашу прогнозную оценку суммарного запаса в 2014 г. равной 2456 т, то промысловая смертность F может находиться в диапазоне 0,042-0,530. Нижняя граница этого диапазона соответствует полному отсутствию ННН-промысла, а верхняя граница – его уровню в «дороссийский» период Крыма.

Прогнозирование состояния запасов и обоснование рекомендуемых объемов добычи (вылова) водных биоресурсов на акватории, прилегающей к полуострову Крым в Черном и Азовском море на 2016 г. При разработке рекомендаций по установлению возможного вылова ВБР на 2016 г. в Черном и Азовском морях в районах, прилегающих к побережью Крыма, принятая следующая схема:

1. Для шпрота, ставриды, камбалы-калкан, барабули, кефали и пиленгаса по промыслово-биологическим данным 2013-2014 гг. методом LCA оцениваются запасы в 2014 г. (уточнение оценок по промыслово-биологическим данным 2010-2013 гг.). Затем запасы в 2014 г. структурируются по возрастным группам, определяется их промысловая и нерестовая части, принимаются (или вычисляются) значения промысловой смертности и пополнения в 2015-2016 гг. (с использованием принципа «status quo», зависимости запас-пополнение и пр.). После чего рассчитываются прогностические показатели запаса и возможного вылова на 2016 г. Если данных для реализации LCA в 2014 г. окажется недостаточно, в качестве базы используются предшествующие оценки запасов по LCA.

В случае если запас определен выше B_{tr2} , рекомендуется придерживаться коэффициента промысловой смертности $F_{tr1}=0,9$.

До прихода турецкого кошелькового флота в воды Абхазии (в конце 2000-х годов), когда запас азовской хамсы, исключая 1994-1995 гг., был ниже B_{tr1} , Российско-Украинская Комиссия по вопросам рыболовства в Азовском море (РУК) ежегодно рекомендовала для России и Украины общее изъятие хамсы на уровне 20-30 % от ее начального запаса. Такой низкий уровень изъятия аргументировался снижением воспроизводства хамсы из-за пищевой

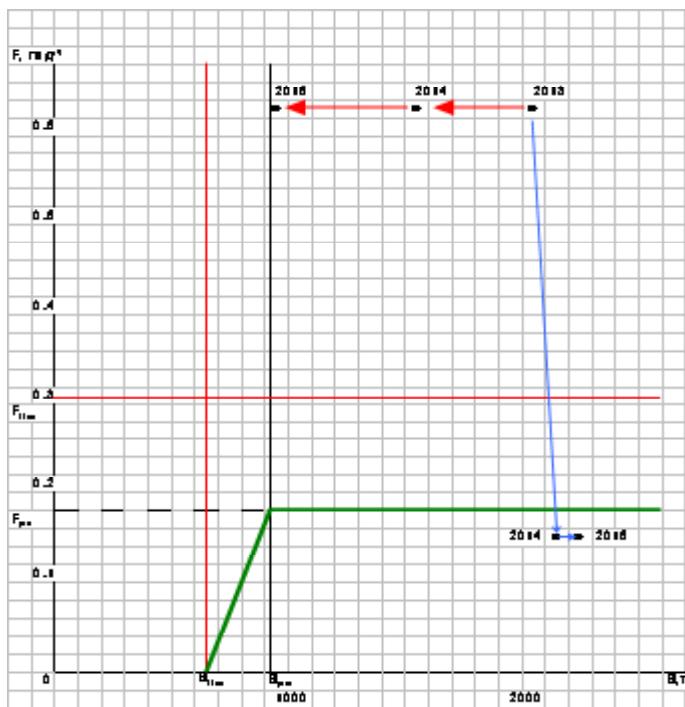


Рис. 2 Графическая интерпретация ПРП, фактическое состояние суммарного запаса камбалы-калкан в 2013 г., его прогнозируемые изменения в 2014-2015 гг. при сохранении интенсивности промысла в 2010-2013 гг. (траектория изменений показана красными стрелками) и при ее снижении до уровня $F_{0.1}$ (траектория изменений показана голубыми стрелками) в Крымском секторе Черного моря

готовке материалов, обосновывающих эти объемы. Формальность обоснований объемов возможного вылова для большинства единиц запасов, которые лишь частично распределяются в прилегающих к Крыму водах, состоит в том, что корректная реализация современной методологии обоснования ОДУ (или возможного вылова) на основе предосторожного, экосистемного подходов и концепции максимального устойчивого улова проблематична без привлечения данных по остальной части запасов.

В этой связи актуальным является углубление международной кооперации в области оценивания запасов распределенных видов водных биоресурсов, которые хотя и эксплуатируются странами Причерноморья в своих водах Черного моря, но требуют совместного регулирования или координации управлеченческих действий. Даже простое объединение для совместного анализа материалов исследований ФГБНУ «ЮгНИРО» и ФГБНУ «АзНИИРХ» по единицам запаса, распределяющимся и облавливаемым исключительно или преимущественно в водах под юрисдикцией Российской Федерации (например, северо-восточный запас камбалы-калкан), позволит кардинально улучшить рациональное использование рыбных ресурсов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

После вхождения Республики Крым и г. Севастополь в состав Российской Федерации Рыболовство не изменило сложившуюся практику регулирования рыболовства в Азово-Черноморском рыболовецком бассейне в отношении определения объемов ВБР, в пределах которых осуществляется промышленное и/или прибрежное рыболовство. На основании рассмотрения материалов к обоснованию ВВ ВБР на 2015 г., представленных АзНИИРХ и ЮгНИРО, Бюро отраслевого Совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству рекомендовало объемы добычи (вылова) водных биоресурсов в целом для Черного и Азовского морей.

В этой связи возникает сомнение в целесообразности разработки рекомендаций по объемам вылова водных биоресурсов в пределах морских акваторий, прилегающих к Крыму, на основе локальных исследований, проводимых ФГБНУ «ЮгНИРО», которые затем будут механически суммироваться (по крайней мере для Черного моря) с рекомендуемыми ФГБНУ «АзНИИРХ» объемами, так-

2. Для хамсы (азовской) базовыми данными являются результаты учетных лампарных съемок ФГБНУ «АзНИИРХ» 2014 г., далее прогностические показатели запаса и возможного вылова на 2016 г. определяются по схеме, изложенной в предшествующем пункте.

3. При разработке прогностических показателей запаса и возможного вылова мерланга и катрана на 2016 г. используются оценки октябрябрьского заседания EWG STECF в 2014 г. и предшествующие оценки ЮгНИРО для запасов этих видов.

4. Для остальных видов ВБР даются экспертные оценки прогноза возможного вылова на 2016 г., ориентируясь на статистику вылова и общие представления о состоянии их запасов.

Полученные оценки рекомендуемых объемов возможного вылова ВБР на 2016 г. в данной работе не приведены, поскольку главной ее задачей являлось показать принципиальную или же формальную возможность выполнения ФГБНУ «ЮгНИРО» требований «Методических рекомендаций ...» при под-

же определяемыми по данным своих локальных исследований. Уместно вспомнить, что во времена бывшего СССР районом морских исследований ЮгНИРО было Черное море, а АзНИИРХ – Азовское море.

Нынешняя ненормальная ситуация, состоящая в организации морских исследований в Азово-Черноморском рыболовственном бассейне в условиях нечеткого разграничения зон ответственности при подготовке материалов, обосновывающих объемы добычи (вылова) водных биоресурсов двумя находящимися в бассейне научными учреждениями, возникла из-за внезапного и стремительного вхождения Крыма в состав России. Есть надежда, что со временем эта ситуация нормализуется путем возвращения к прежнему географическому разграничению зон ответственности или же разграничения на иных принципах (например, по единицам запаса). В любом случае должна быть налажена широкая кооперация ФГБНУ «ЮгНИРО» и ФГБНУ «АзНИИРХ» в проведении сырьевых исследований, а также обмен накопленной промысловово-биологической информацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) // Анализ и рекомендации по применению. М.: ВНИРО. 191 с.
2. Березин Н.Т., Миндер Е.А., Печеник А.Н., Тараненко Н.Ф. 1950. Черноморская кефаль. Симферополь: Крымиздат. 38с.
3. Зуев Г.В., Мельникова Е.Б. 2007. Внутривидовая неоднородность шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) // Морський екологічний журнал. Т. 6. № 4. С. 31-41.
4. Мельникова О.Б. 2009. Внутрішньовидова диференціація чорноморського шпроту *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) та оцінка його стану в сучасних умовах : Автореф. дис. канд. біол. наук. К. 20 с.
5. Попова В.П. 1954. О распределении камбалы-калкан в Черном море // Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО. Т. 28. С. 151-159.
6. Сиротенко М.Д., Данилевский Н.Н. 1979. Барабуля // Сырьевые ресурсы Черного моря : Моногр. М. С. 157-166.
7. Старушенко Л.И., Тихонов О.И. 1964. О результатах мечения черноморских кефалей // Рыбн. хоз-во. № 12. С. 14-17.
8. Тимошек Н.Г. 1966. Состояние запасов кефалей Крымского и Кавказского стада // Тр. АзЧерНИРО. Вып. 24. С. 97-104.
9. Шляхов В.А. 2010. О запасах и промысловом использовании калкана в Черном море. Керчь: ЮгНИРО. Т. 48. С. 40-51.
10. Шляхов В.А., Гришин А.Н. 2009. Состояние планктонных сообществ и промысла пелагических рыб в Черном море после вселения гребневиков *MNEMIOPSIS LEIDYI* и *BEROE OVATA* // Риб. госп. України. № 5(64). С. 53-61.
11. Шляхов В.А., Гуцал Д.К. 2012. К определению величины запаса и допустимого вылова барабули *Mullus barbatus ponticus* Essipov в украинских водах Черного моря // Современные рыболовственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : Материалы IV Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. Керчь: ЮгНИРО. Т.1. С. 29-35.
12. Daskalov, G., Cardinale, M., Charef, A., Duzgunes, E., Genc, Y., Gumus, A., Maximov, V., Mikhaylyuk, A., Nikolaev, S., Osio, G. C., Panayotova, M., Radu, G., Raykov, V., Shlyakhov, V., Yankova, M. and Zengin, M. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Assessment of Black Sea Stocks (STECF-12-15). Luxembourg : Publications Office of the European Union. 2012. ISSN 1831-9424 (online), ISSN 1018-5593 (print) 277 pp. <http://stecf.jrc.ec.europa.eu>.
13. Jones R. 1981. The use of length composition data in fish stock assessments. FAO Fish Circ. № 734. 55 p.
14. Ozturk B., Keskin C. and Ergin. 2012. Some remarks on the catches of anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in Georgian Waters by Turkish Fleet between 2003 and 2009 // The state of the Turkish Fisheries/ Tokac A., Gucu A. C., Ozturk B. (Eds.)- Publication Number: 34. Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey. P. 372-381.
15. Sampson, D., Ak, O., Cardinale, M., Chashchyn A., Damalas G., Dagtekin M., Daskalov, Duzgunes, E., Genc, Y., Gucu, A.C., Gumus A., Maximov, V., Osio, G. C., Panayotova, M., Radu, G., Raykov, V., Yankova, M. and

- Zengin, M. 2013. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – 2014 Assessment of Black Sea stocks (STECF 14-14). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 25309 EN, JRC 85367. 429 pp.
16. Shepherd J.G. 1999. Extended survivors analysis: An improved method for the analyses of catch-at-age data and abundance indices // ICES J. Mar. Sci. V. 56. P. 160-170.
 17. Shlyakhov V. 2014. Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot *Psetta maxima maeotica* (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea // Основные результаты комплексных исследований ЮГНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане : Труды ЮГНИРО. Керчь: ЮГНИРО. Т. 52. С. 24-45.
 18. Shlyakhov, V., Charova, I. 2003. The Status of the Demersal Fish Population along the Black Sea Coast of Ukraine // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Seas : Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul. TURKEY, B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.). P. 65-74.

Поступила 20.03.15 г.

On preparation of substantiations for possible catches of aquatic biological resources in the sea areas adjacent to the Crimean Peninsula. V. A. Shlyakhov. During the preparation of substantiations for possible yield (PY) of living aquatic resources (LAR) in the Black and Azov Seas, «The Guidelines on Preparation of the Materials Substantiating Total Allowable Catch (TAC) and Possible Yield of Targets of Russian Fishery with no TAC Established for them» served as the main reference document. Recommendations on the PY volumes for 2016 were officially developed for 48 stock units. In the Black Sea, 10 stock units had a high level of up-to-date information support, 4 stock units had a medium one and 13 stock units – a low one. In the Azov Sea, these values were 5 stock units, 7 stock units and 14 stock units, respectively. Based on the analysis of comprehensiveness and quality of all accessible fisheries and biological data, the method of Length Cohort Analysis (LCA) was accepted as the best suited for PY assessment of sprat, horse mackerel, turbot, red mullet, so-iuy mullet (Azov Sea) and grey mullet. In 2014 among all LAR species, statistically monitored in the sea waters of the Crimean Peninsula, decline of current fishery state was observed for 12 species, whereas for 17 species there was a tendency for the increase. During LAR TAC (PY) assessment, a conventional approach was commonly applied; it involved recommendations for stock exploitation under all conditions possible, with the same intensity on level $F_{0.1}$. Based on the ICES and VNIRO approaches, biological reference points of stock management were assessed for the Azov anchovy and Black Sea turbot (the values of two pairs of reference points: by biomass and by fishing intensity). During the development of recommendations for LAR PY establishment, stock assessments involving LCA method were primary for sprat, horse mackerel, turbot, red mullet, grey mullet and so-iuy mullet; the data originating from AzNIIRH lampara surveys were primary for anchovy; and the assessments of Committee on Fisheries of the European Commission and preceding YugNIRO assessments were primary for whiting and piked dogfish. Expert assessments are given for the other LAR species.

Keywords: aquatic biological resources, stock assessment, recommendations, possible catches, Crimea, Azov and Black Seas Fishery Basin, LCA, TAC, fishery data, biological data, information support

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В 2000-2013 ГГ.

Н. Б. Заремба

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: info@yugniro.ru*

*На основании мониторинга в 2000-2013 гг. в Керченском проливе (Черное море, Россия) проанализировано состояние зоопланктонного сообщества. Рассмотрены сезонные изменения численности, биомассы и видового разнообразия зоопланктона. Материал собирали от дна до поверхности в диапазоне глубин 6-20 м. Всего обработано 263 пробы зоопланктона, обнаружено 44 вида планктонных организмов. Встречалась исчезнувшая в 1990-е годы аборигенная *Oithona nana* и вселившаяся в Азово-Черноморский бассейн *O. brevicornis* и *Acartia tonsa*. Наблюдались положительные изменения в качественном составе, структуре и количественных характеристиках зоопланктона. В видовом составе преобладали веслоногие и ветвистоусые ракообразные, на их долю в зависимости от сезона приходилось от 23 % зимой до 38 % летом всего видового разнообразия. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в летний, а наименьшее – в зимний периоды. Наибольшие количественные показатели развития зоопланктона наблюдались в летний период. Среднемноголетняя численность равнялась 39986 экз./м³, биомасса – 4020,9 мг/м³. Зимой зоопланктон отличался низкими качественными и количественными показателями. Отмечались минимальные показатели развития зоопланктона за весь период исследования. Среднемноголетняя численность равнялась 3273 экз./м³, а биомасса – 27,4 мг/м³. Некормовая *Noctiluca scintillans* встречалась в течение всего периода исследования, но значительную долю в биомассе зоопланктона составляла весной (12-79 %) и летом (25-99 %).*

Ключевые слова: зоопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, Керченский пролив, сезонные изменения

Керченский пролив – один из наиболее продуктивных районов Азово-Черноморского бассейна, кормовая база которого используется как бентофагами, так и планктоноядными рыбами в период миграции, нереста и нагула молоди. Интродукция (1988 г.) хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi* внесла существенные изменения в сообщество зоопланктона как в экосистеме Черного моря, так и в районе Керченского пролива. Массовое развитие мнемиопсиса привело к резкому падению уровня развития кормового зоопланктона и изменениям в структуре и сезонном перераспределении зоопланктона. В этот период в районе Керченского пролива наблюдалась тенденция снижения уровня развития кормового зоопланктона. Из планктона исчезла малая форма *Acartia clausi*, *Oithona nana*, многократно сократилась численность *Paracalanus parvus*, *Centropages ponticus* и других видов [1, 6]. Появление в конце 1990-х годов в Черном море гребневика *Beroe ovata*, осуществляющего биоконтроль популяции мнемиопсиса, положительно отразилось на качественном составе и количественных характеристиках зоопланктона. В результате его вселения отмечается увеличение общего количества видов, началось восстановление сезонной динамики развития сообщества зоопланктона. Увеличилось разнообразие летне-осеннего комплекса. В планктоне появилась аборигенная *Oithona nana*. Увеличилась доля теплолюбивого вида *Centropages ponticus* и популяций отдельных видов, а также возросла численность и биомасса кормового зоопланктона [3-5, 10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В настоящей работе использованы материалы мониторинговых съемок, выполненных в Керченском проливе в разные сезоны с 2000 по 2013 г. Зоопланктон собирали малой сетью Джеди с диаметром входного отверстия 25 см и ячейй сита 112 мкм. Облавливался столб воды от дна до поверхности, в диапазоне глубин 6-20 м. Всего собрано и обработано 263 пробы зоопланктона. Пробы фиксировали 4 % нейтрализованным формалином и обрабатывали в лаборатории общепринятым счетно-весовым методом. Подсчет организмов проводили в счетной камере Богорова. Все голопланктонные формы определяли до вида и стадий развития, личинки бентосных животных – до крупных таксонов. Малочисленные формы просчитывали во всей пробе, массовые – после концентрирования пробы до объема 50-100 мл в 2 мл при двукратной повторяемости. Для расчета биомассы зоопланктона использовались стандартные веса планктонных организмов [8]. К кормовому зоопланкtonу относили всех планктонных животных, кроме желетелых форм и ночесветки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон Керченского пролива был представлен как обычными черноморскими видами, так и вселенцами *Acartia tonsa*, *Othona brevicornis*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*. Всего в зоопланктоне Керченского пролива в период 2000-2013 гг. было обнаружено 44 вида. Наибольшее количество видов отмечалось в летний сезон, а наименьшее – в зимний (рис. 1).

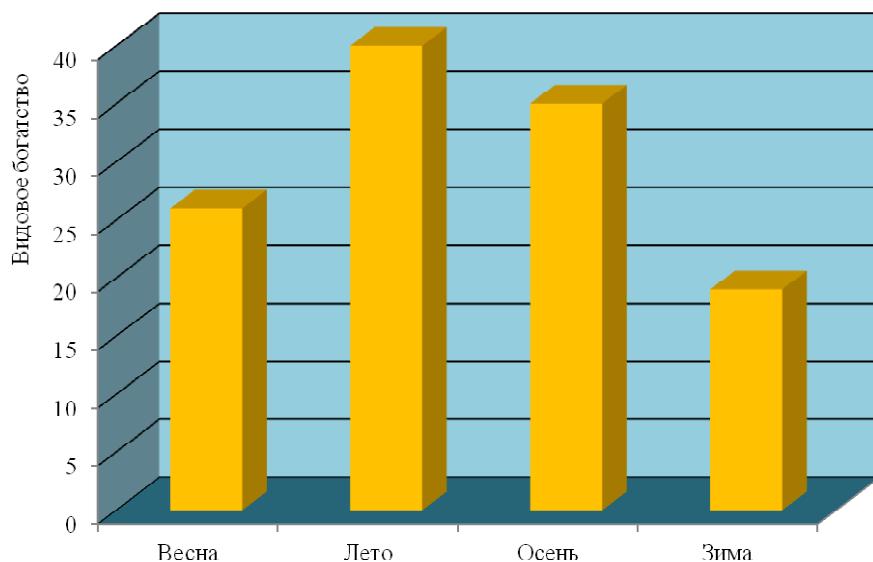


Рис. 1 Межсезонные изменения видового разнообразие зоопланктона в Керченском проливе в период 2000-2013 гг.

Количество видов, обнаруженных летом, было в 2 раза больше, чем зимой. В летний период, наряду с круглогодичными видами зоопланктона, появляются сезонные теплолюбивые формы. Кроме того, существенную часть планктона в это время составляют личинки бентосных животных (таблица).

В осенний период, с понижением температуры воды, происходит обеднение видового состава зоопланктона, исчезают летние теплолюбивые виды. Уменьшается количество личинок бентосных форм. В планктоне не встречаются личинки гидромедуз, уменьшается количество личинок десятиногих ракообразных. Также сокращается количество ветвистоусых ракообразных.

Зимой зоопланктон беден и качественно, и количественно. Для него характерно почти полное отсутствие личинок бентосных животных. В это время он представлен главным образом эвритермными и холодноводными видами. Из планктона исчезают теплолюбивые гребневики *Mnemiopsis*

Видовой состав зоопланктона в Керченском проливе в период 2000-2013 гг.

Название вида 1	Зима 2	Весна 3	Лето 4	Осень 5
Простейшие				
<i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid and Svezey, 1921	+	+	+	+
<i>Foraminifera</i>	-	+	+	+
Кишечнополостные				
<i>Sarsia tubulosa</i> M. Sars, 1835	-	+	+	+
<i>L Maeisia maeotica</i> (Ostroumow, 1896)	-	+	+	-
Гребневики				
<i>Pleurobrachia rhodopis</i> Chun, larvae, 1880	+	-	-	
<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. A. Agassiz, larvae, 1865	-	-	+	+
<i>Beroe ovata</i> Mayer, larvae, 1912	-	-	+	+
Коловратки				
<i>Rotatoria</i>	-	+	+	+
Щупальцевые				
<i>Phoronis</i> spp.	-	+	+	+
<i>Bryozoa</i>	-	-	+	+
Ветвистоусые ракообразные				
<i>Evadne spinifera</i> P. E. Muller, 1867	-	-	+	-
<i>Pleopis tergestina</i> (Claus, 1877)	-	-	+	+
<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1849	+	+	+	+
<i>Podon intermedius</i> Lilljeborg, 1853	+	-	-	-
<i>Podon leuckarti</i> (G.O. Sars), 1862	+	+	+	+
<i>Pleopis polyphemoides</i> Leuckart, 1859	+	+	+	+
Веслоногие ракообразные				
<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889	+	+	+	+
<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1848	-	-	+	+
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus), 1863	+	+	+	+
<i>Centropages ponticus</i> Karaw, 1895	-	+	+	+
<i>Centropages spinosus</i> Kricz, 1873	-	+	-	-
<i>Oithona similis</i> Claus, 1863	+	+	+	+
<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892	-	-	+	+
<i>Oithona brevicornis</i> Giesbrecht, 1891	-	-	+	+
<i>Cyclopina gracilis</i> Claus, 1863	-	+	+	+
<i>Calanus euxinus</i> Hulsemann, 1991	+	+	+	+
<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck), 1872	+	+	+	+
<i>Harpacticoida</i>	+	+	+	+
<i>Calanipeda aguae dulcis</i> (Kriczak), 1873	-	-	+	-
Щетинкочелюстные				
<i>Sagitta setosa</i> O.F. Muller, 1847	+	+	+	+
Аппендикулярии				
<i>Oicopleura dioica</i> Fol, 1872	+	+	+	+
Временные планктёры				
Плоские черви				
<i>Plathelminthes</i>	-	-	+	+
Многощетинковые черви				
<i>Polychaeta</i>	+	+	+	+
Ракушковые ракообразные				
<i>Ostracoda</i>	-	-	+	+
Усоногие ракообразные				
<i>Cirripedia</i>	+	+	+	+
<i>Cirripedia cipris</i>	+	+	+	+
Мизиды				
<i>Mysidae</i>	-	-	+	-
Равноногие ракообразные				
<i>Amphipoda</i>	-	-	+	+
Десятиногие ракообразные				
<i>Decapoda</i>	-	+	+	+
<i>Reptantia</i>	-	-	+	+

Продолжение таблицы				
1	2	3	4	5
<i>Athanas nitenscent</i> Leach, 1814	—	—	+	—
<i>Palaemon</i>	—	—	+	—
Моллюсков				
<i>Gastropoda</i>	+	+	+	+
<i>Lamellibranchiata</i>	+	+	+	+

leidyi и *Beroe ovata*, но появляется холодноводный вид *Pleurobrachia rhodopis*. Этот вид на мелководье встречается только в холодное время года и, по-видимому, зимой течением из Черного моря заносится в пролив [2, 9]. В другие сезоны в проливе он не встречается. По сравнению с летним периодом вдвое сократилось видовое разнообразие веслоногих ракообразных. Исчезли такие теплолюбивые виды, как *Acartia tonsa*, *Centropages ponticus*, *Cyclopina gracilis*. Уменьшилось количество видов ветвистоусых ракообразных. Исчезли летние формы *Eavadne spinifera* и *Pleopis tergestina*. Из теплолюбивых форм единично встречалась *Penilia avirostris*. Уменьшилось количество временных планктеров. В летний период на их долю приходилось 32 % качественного состава, в зимний – немногим более 1 %. Встречались в небольших количествах только личинки моллюсков, полихет и усоногих ракообразных.

Весной в планктоне, кроме круглогодичных видов, в небольших количествах встречаются и теплолюбивые формы *Penilia avirostris*, *Centropages ponticus*, *Cyclopina gracilis*. В это время в связи с началом размножения копепод и донных беспозвоночных в планктоне в больших количествах встречаются яйца и ювенальные стадии копепод, а также личинки бентосных животных. В то же время не были обнаружены личинки теплолюбивых гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*. Размножение гребневиков происходит в Черном море, и их личинки заносятся в Керченский пролив в апреле-июне [7]. Отсутствие личинок в период исследования, по-видимому, можно объяснить поздним (июнь) заносом их в пролив.

Исследования, проведенные в различные сезоны в Керченском проливе, показали значительные межсезонные изменения и по уровню количественного развития зоопланктона (рис. 2).

Так же как и видовое разнообразие, наиболее высокие значения численности и биомассы наблюдались в летний период. В это время зоопланктон отличался от других сезонов не только качественно, но и количественно. Поскольку не весь зоопланктон потребляется рыбами, то его делят на «кормовой» и «некормовой». К некормовым объектам относят гребневиков, медуз и ночесветок. Значительную роль в формировании численности, а особенно биомассы зоопланктона, играет крупная динофитовая водоросль *Noctiluca scintillans*. Среднегодовая численность зоопланктона изменялась от 3702 до 130980 экз./м³, а биомасса – от 63,2 до 1337,3 мг/м³. При этом среднемноголетняя численность равнялась 39986 экз./м³, биомасса – 4020,9 мг/м³. В этот период на акватории Керченского пролива наблюдалось интенсивное развитие ночесветки. На ее долю приходилось от 2 до 73 % численности и от 25 до 98 % биомассы зоопланктона (рис. 3).

Численность кормового зоопланктона изменялась от 3281 до 130889 экз./м³, а биомасса – от 29,5 до 507,5 мг/м³. Его среднемноголетняя численность равнялась 36545 экз./м³, биомасса – 146,9 мг/м³. Основу кормового зоопланктона формировали копеподы и личинки бентосных животных. Причем копеподы и личинки в количественном составе зоопланктона имеют почти одинаковые соотношения. На долю копепод приходилось 9-66 % численности и 11-54 % – биомассы, а на долю временных планктеров – 10-68 % численности и 4-69 % биомассы зоопланктона. Основную численность и биомассу копепод составляли виды *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages spinosus* и всеценцы *Acartia tonsa* и *O. brevicornis*. У личинок бентосных животных доминировали двустворчатые и брюхоногие моллюски.

В осенний период видовой состав зоопланктона был представлен практически теми же видами, что и в летний. Однако количественные показатели развития зоопланктона уменьшились в 3,5-55 раз. Среднегодовая численность зоопланктона колебалась в пределах 4200-29022 экз./м³, а биомасса – 29,3-136,3 мг/м³. При этом среднемноголетняя численность равнялась 11109 экз./м³, биомасса – 74,0 мг/м³. В это время значительно сократилась численность и биомасса ночесветки. Ее доля в

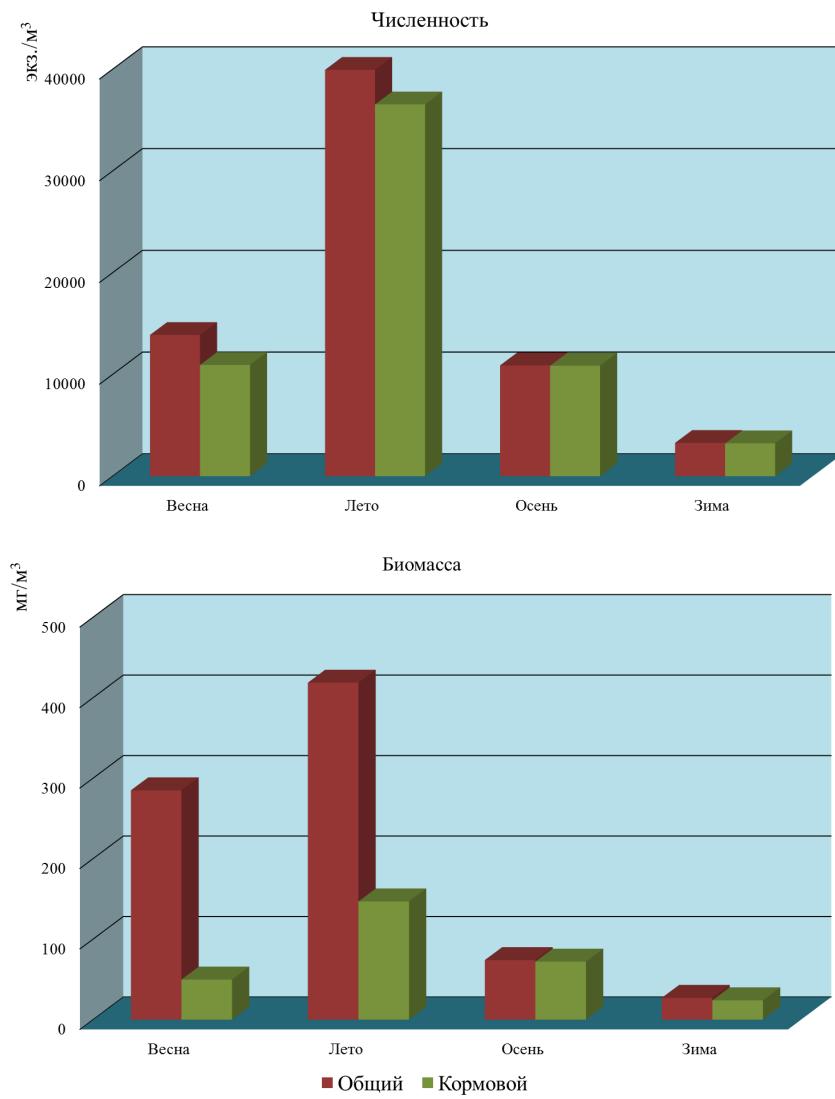


Рис. 2 Межсезонные изменения численности и биомассы суммарного и кормового зоопланктона

зоопланктоне составляла всего 1-3 % численности и 1-18 % биомассы. Значительно возросла доля кормовых форм, составляющих 97-99 % численности и 82-99 % биомассы зоопланктона (рис. 4).

Среднегодовая численность кормового зоопланктона колебалась в пределах 4095-29021 экз./м³, биомасса – 29,4-78,5 мг/м³. Среднемноголетняя численность равнялась 11083 экз./м³, биомасса – 72,1 мг/м³. Среди кормового зоопланктона доминировали копеподы, на их долю приходилось

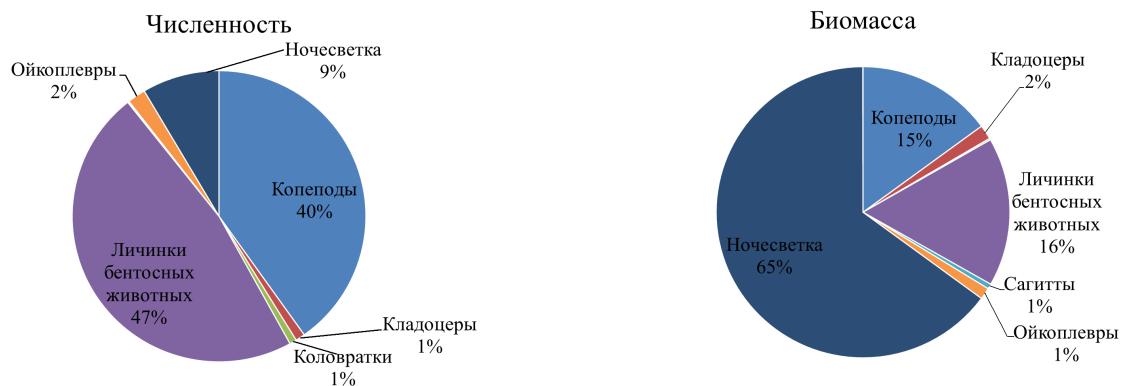


Рис. 3 Соотношение основных групп зоопланктона в летний сезон

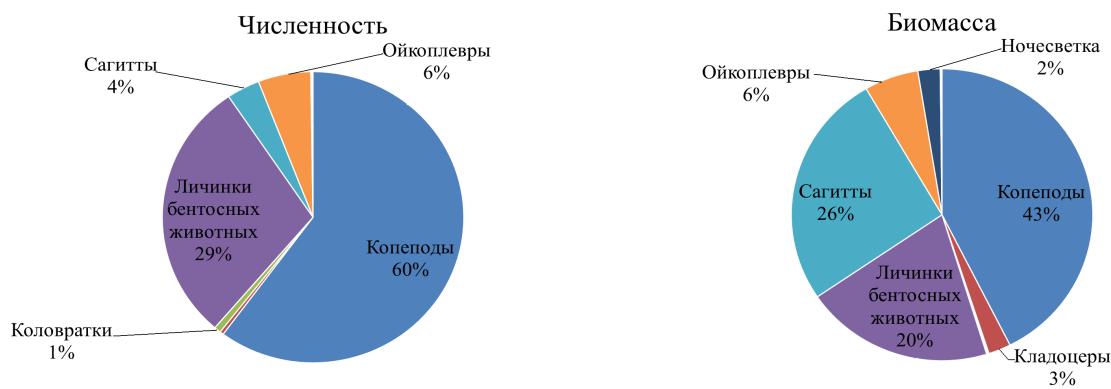


Рис. 4 Соотношение основных групп зоопланктона в осенний сезон

43-79 % численности и 27-58 % биомассы зоопланктона. На втором месте по значимости были личинки донных беспозвоночных, составлявшие 9-44 % численности и 5-34 % биомассы зоопланктона. Среди копепод доминировали *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* и *Pseudocalanus elongatus*, а среди личинок бентосных животных – двустворчатые моллюски и циррипедии.

В зимний период численность и биомасса снизились до минимума. Среднегодовая численность зоопланктона изменялась от 2917 до 3629 экз./м³, биомасса – от 22,8 до 31,9 мг/м³. Среднемноголетняя численность равнялась 3273 экз./м³, а биомасса – 27,4 мг/м³ (рис. 5).

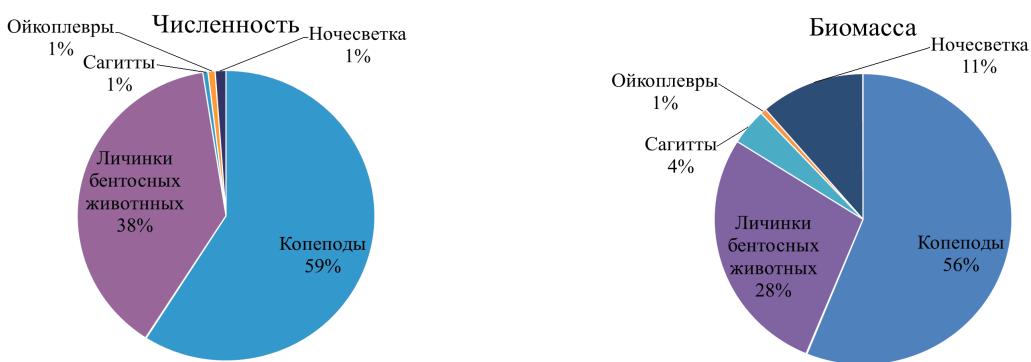


Рис. 5 Соотношение основных групп зоопланктона в зимний период

Как и в осенний сезон, доля ночесветок в зоопланктоне была невысокой и составляла 1-2 % численности и 1-27 % биомассы. Среднегодовая численность кормового зоопланктона изменялась в пределах 2841-3628 экз./м³, а биомасса – 16,7-31,4 мг/м³. При этом среднемноголетняя численность кормового зоопланктона равнялась 3234 экз./м³, биомасса – 24,1 мг/м³. В качественном составе зоопланктона преобладали копеподы. На их долю приходилось 32-93 % численности и 49-64 % биомассы. Доминировали среди них *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* и *Pseudocalanus elongatus*.

Весной наблюдался рост как численности, так и биомассы зоопланктона. По сравнению с предыдущим периодом они увеличились в 4,0-10,3 раза. Среднегодовая численность изменялась от 8059 до 19709 экз./м³, а биомасса – от 36,3 до 533,7 мг/м³. Среднемноголетняя численность равнялась 13884 экз./м³, биомасса – 285,0 мг/м³. В этот период наблюдалось интенсивное развитие ночесветок, на долю которых приходилось от 1 до 30 % численности и от 1 до 87 % биомассы зоопланктона (рис. 6).

Численность кормового зоопланктона колебалась от 8056 до 13829 экз./м³, а биомасса – от 36,0 до 63,7 мг/м³. Среднемноголетняя численность равнялась 10942 экз./м³, а биомасса – 49,9 мг/м³. Среди кормовых организмов как по численности, так и по биомассе доминировали личинки бентосных животных. На их долю приходилось 41-60 % численности и 7-62 % биомассы зоопланктона. Копеподы и коловратки в этот период являлись субдоминантами. Среди личинок донных беспозвоночных доминировали циррипедии и двустворчатые моллюски, среди копепод – эвритечные виды *Acartia clausi* и *Paracalanus parvus*.

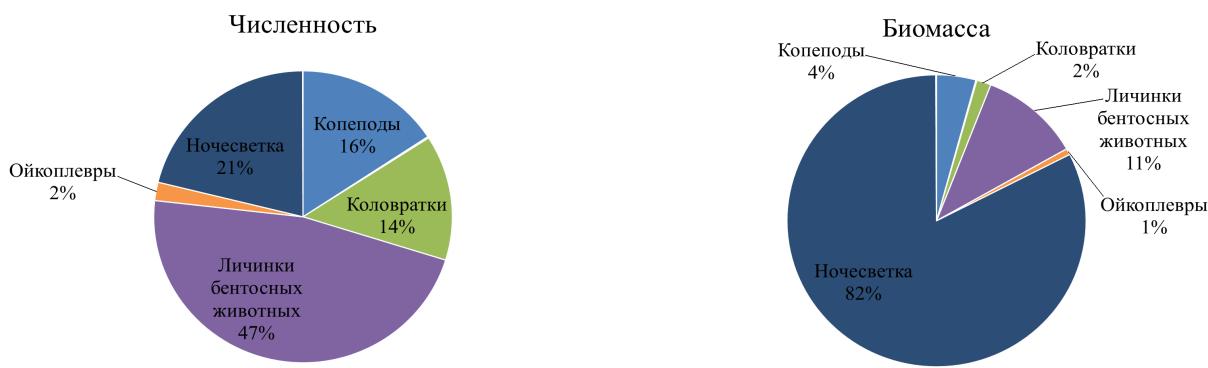


Рис. 6. Соотношение основных групп зоопланктона в весенний период

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Керченском проливе в 2000-2013 гг. наблюдались положительные изменения в качественном составе, структуре и количественных характеристиках зоопланктона. Всего обнаружено 44 вида животных. В том числе встречалась исчезнувшая в 1990-е годы аборигенная *O. nana* и вселившиеся в Азово-Черноморский бассейн *O. brevicornis* и *Acartia tonsa*. В видовом разнообразии преобладали веслоногие и ветвистоусые ракообразные, на их долю в зависимости от сезона приходилось от 23 % зимой до 38 % летом всего видового богатства. Наибольшее качественное разнообразие отмечалось в летний, а наименьшее – в зимний периоды.

Наибольшие количественные показатели развития зоопланктона наблюдались в летний период. Среднемноголетняя численность равнялась 39986 экз./м³, биомасса – 4020,9 мг/м³. Зимой состав зоопланктона беден и по качественным, и по количественным показателям. Отмечались минимальные показатели развития зоопланктона за весь период исследования. Среднемноголетняя численность равнялась 3273 экз./м³, а биомасса – 27,4 мг/м³. Некормовой организм *Noctiluca scintillans* встречался в течение всего периода исследования, но значительную долю в биомассе зоопланктона составлял весной (12-79 %) и летом (25-99 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. 1992. Временные изменения структуры зооценов открытых районов Черного моря // Океанология. Т 32. № 4. С. 709-717.
2. Вылканов А., Маринов Т., Георгиев Ж. 1983. Беспозвоночные животные // Черное море. Ленинград: Гидрометеоиздат. С. 114-118.
3. Губанова А.Д. 2003. Изменения в сообществе мезопланктона в 2002 г. по сравнению с 1990-ми годами // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма. (Черноморский сектор). Севастополь. С. 90-94.
4. Губарева Е.С., Светличный Л.С., Романова З.А., Аболмасова Г.И., Аннинский Б.Е., Финенко Г.А., Бат Л., Кидейс А. 2004. Состояние зоопланктонного сообщества Севастопольской бухты после вселения гребневика *Beroe ovata* в Черном море 1999-2003 гг. // Морской экологический журнал. Т 3. № 1. С. 39-46.
5. Мартынюк М.А., Мирзоян З.А., Студеникина Е.И. 2001. Структурные и функциональные изменения зоопланктона Северо-восточной части Черного моря в связи с появлением *Beroe ovata* // Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна : Материалы международной научной конференции. Ростов-на-Дону. С. 134-136.
6. Мирзоян З.А. 2000. Изменения структуры и продуктивности сообщества зоопланктона при вселении гребневика // Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения. Ростов-на-Дону С. 189-207.
7. Мирзоян З.А., Мартинюк М.Л. 2011. Особенности развития кормового зоопланктона в Азовском море в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : Сборник научных трудов (2008-2009 гг.). Ростов-на-Дону. С. 97-111.

8. Петина Т.С. 1957. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Труды Севастопольской биологической станции. Т 9. С. 39-57.
9. Петина Т.С., Сажина Л.И., Делало Е.П. 1965. Кормовая база тепловодных и холодноводных рыб в Черном море // Исследования планктона Черного и Азовского морей. Наукова думка. С. 69-83.
10. Шиганова Т.А., Булгакова Ю.В., Воловик С.П., Мирзоян З.А., Дудкин С.И. 2000. Новый вселенец *Beroe ovata* и его воздействие на экосистему Азово-Черноморского бассейна в августе-сентябре 1999 г. // Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения. Ростов-на-Дону. С. 432-449.

Поступила 10.03.15 г.

Seasonal variations of zooplankton species composition and abundance in the Kerch Strait in 2000-2013. N. B. Zaremba. *The state of zooplankton community was analyzed based on the monitoring surveys, conducted in the Kerch Strait (Black Sea, Russia) in 2000-2013. Seasonal variations in zooplankton abundance, biomass and composition were considered. The material was collected in the whole water column, at the depth range of 6-20 m. Altogether, 263 samples were processed; 44 plankton species were identified. Presence of indigenous Oithona nana, that became extinct in the 1990s, and O. brevicornis and Acartia tonsa, which have been introduced to the Azov and Black Seas Basin, was observed. It is shown that positive changes characterize both taxonomic composition and abundance parameters of all the zooplankton species studied. Copepods and Cladocerans were dominant in the species composition; depending on the season, their percentage rate ranged from 23 % in winter to 38 % in summer. The highest biodiversity was recorded during the summer season, the lowest was recorded in winter. The highest quantitative rates of zooplankton development were marked during the summer season. The average multi-annual abundance was 39,986 ind./m³, the biomass made up 4020.9 mg/m³. In winter, zooplankton showed low quantitative and qualitative values. The lowest zooplankton development rates over the whole research period were observed in winter. The average multi-annual abundance was 3,273 ind./m³ with the biomass equalling 27.4 mg/m³. Noctiluca scintillans, unsuitable for fish feeding, was reported during the whole period of the study, but its share was significant in zooplankton biomass in spring (12-79 %) and in summer (25-99 %).*

Keywords: Kerch Strait, zooplankton, abundance, biomass, taxonomic composition, seasonal variations

МАКРОЗООБЕНТОС ЮЖНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ КОСЫ ТУЗЛА (КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ)

А. С. Терентьев

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: iskander65@bk.ru*

*Изложены материалы 5 экспедиций ЮгНИРО по систематическому составу, а также динамике численности и биомассе макрозообентоса южной оконечности косы Тузла (Керченский пролив, Черное море). Приведены данные о динамике численности и биомассе кормового и некормового зообентоса. В период с 2009 по 2013 г. было выполнено 35 станций, в зообентосе исследуемого района обнаружено 37 видов донных животных. По видовому разнообразию доминировали полихеты, на втором месте стояли двусторчатые моллюски. Средняя плотность видов колебалась от $3,9 \pm 1,1$ вид./ m^2 в 2009 г. до $4,1 \pm 0,5$ вид./ m^2 в 2013 г. Межгодовые колебания плотности видов были небольшими. Численность зообентоса уменьшилась с 1510 ± 680 экз./ m^2 в 2009 г. до 297 ± 70 экз./ m^2 в 2013 г. В 2009 г. наиболее многочисленным был усоногий рак *Amphibalanus improvisus*, а в 2013 г. его сменила полихета *Melinna palmata*. Биомасса зообентоса с 2009 по 2013 г. увеличилась с $19,6 \pm 3,5$ г/ m^2 до $34,0 \pm 4,8$ г/ m^2 . Высокий рост биомассы зообентоса с 2010 по 2012 г. связан с резким увеличением биомассы *Chamelea gallina*. Численность кормовых видов изменилась от 460 ± 96 экз./ m^2 в 2009 г. до 183 ± 57 экз./ m^2 в 2013 г. Биомасса изменилась от $12,2 \pm 5,7$ г/ m^2 до $8,9 \pm 2,3$ г/ m^2 , соответственно. Средняя доля кормовых видов равнялась 54 % от общей численности зообентоса и 31 % от его биомассы.*

Ключевые слова: зообентос, Керченский пролив, коса Тузла, кормовые организмы, биомасса, динамика численности, доминирующие виды

Керченский пролив интересен тем, что соединяет Азовское и Черное моря и его экосистемы являются переходными между двумя этими водоемами. Кроме того, через пролив проходит миграция промысловых видов рыб, для которых зообентос служит кормовой базой. Расположенная в проливе коса Тузла представляет особый интерес, так как через нее предполагается строить мост, соединяющий полуостров Крым с материковой частью Российской Федерации. В связи с этим изучение видового разнообразия и структуры зообентоса данного района является необходимым для решения дальнейших задач по охране природы этого водоема.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях с 2009 по 2013 г. Пробы отбирались ручным дночерпателем Петерсена с площадью охвата $0,025\ m^2$. Всего было выполнено 35 станций. Работы выполнялись по общепринятым методикам [1]. Таксономическая обработка проб осуществлялась по трехтомному определителю фауны Черного и Азовского морей [2-4]. Однако с момента выхода определителя в систематике беспозвоночных произошел ряд изменений. Так, например, недавно произошла ревизия усоногих ракообразных [7]. В связи с чем названия видов были скорректированы согласно требованиям современной систематики.

Постоянство видов (С) рассчитывалось по формуле $C = p * 100 / P$, где p – число проб, содержащих данный вид, P – общее количество проб. В зависимости от значения (С) выделялись следующие категории видов: более 50 % – постоянные, 25-50 % – добавочные, менее 25 % – редкие [5, 6].

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

© А. С. Терентьев, 2015

ISSN 1026-5643 (print). ISSN 2412-8864 (online). Труды ЮгНИРО, Т. 53, 2015

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2009 по 2013 г. на акватории южной оконечности косы Тузла было обнаружено 37 видов донных животных. По видовому разнообразию доминировали полихеты, на втором месте стояли двустворчатые моллюски (таблица).

Качественный состав зообентоса южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

Класс	Вид	Количество видов
Кишечнополостные	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)	1
Полихеты	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847) <i>Eunereis longissima</i> Johnston, 1840 <i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868) <i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776) <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparedé, 1864) <i>Leiochone leiopygus</i> (Grube, 1860) <i>Melinna palmata</i> Grube, 1870 <i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparedé, 1869) <i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818 <i>Notomastus lineatus</i> (Claparedé, 1869) <i>Paranaitis kosteriensis</i> (Malmgren, 1867) <i>Paraonis fulgens</i> (Levinsen, 1884) <i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834) <i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838) <i>Prionospio cirrifera</i> Wieren, 1883 <i>Spiro filicornis</i> (Muller, 1776)	16
Щупальцевые	<i>Phoronis psammophila</i> Cori, 1889	1
Ракообразные	<i>Ampelisca diadema</i> (A. Costa, 1853) <i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854) <i>Corophium volutator</i> (Pallas, 1766) <i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829) <i>Rhithropanopeus harrisii</i> (Gould, 1841)	5
Брюхоногие моллюски	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778) <i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805) <i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Parthenina indistincta</i> (Montagu, 1808)	4
Двустворчатые моллюски	<i>Abra nitida</i> (O.F. Muller, 1776) <i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758) <i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758) <i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791) <i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791) <i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795) <i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	7
Асцидии	<i>Claudenus appendiculata</i> (Heller, 1877)	1

На долю полихет приходилось 42 % видового разнообразия, на долю двустворчатых моллюсков – 18 %, ракообразных – 14 % и брюхоногих моллюсков – 11 %. Общая доля этих таксономических групп в видовом составе зообентоса равнялась 85 %. На долю кишечнополостных, немертин, олигохет, щупальцевых и асцидий приходилось всего 15 % общего видового богатства.

Наиболее часто встречались виды *A. improvisus*, *C. gallina*, *D. pugilator* и *M. palmata*, т.е. 11 % всех отмеченных в районе видов животных (рис. 1).

Фактически видов, которых можно было бы отнести к категории постоянных, здесь обнаружено не было. Чаще всего встречался вид *M. palmata*, встречаемость, которой равна 31 %. Только ее можно считать добавочным видом. Относительно часто встречались *C. gallina*, *A. improvisus* и *D. pugilator*. На их долю в разные годы приходилось от 42 до 85 % всей численности и от 35 до 76 % всей биомассы зообентоса. Наиболее высокую роль в численности и биомассе зообентоса эти виды играли в

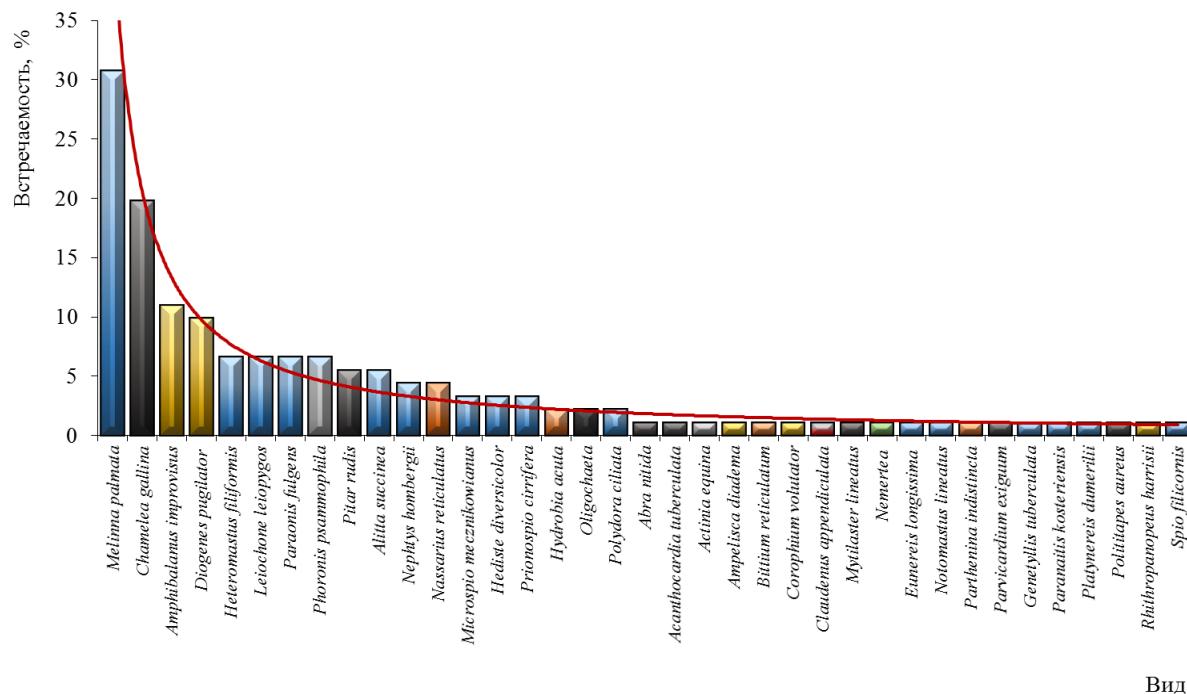


Рис. 1 Встречаемость различных видов в зообентосе южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

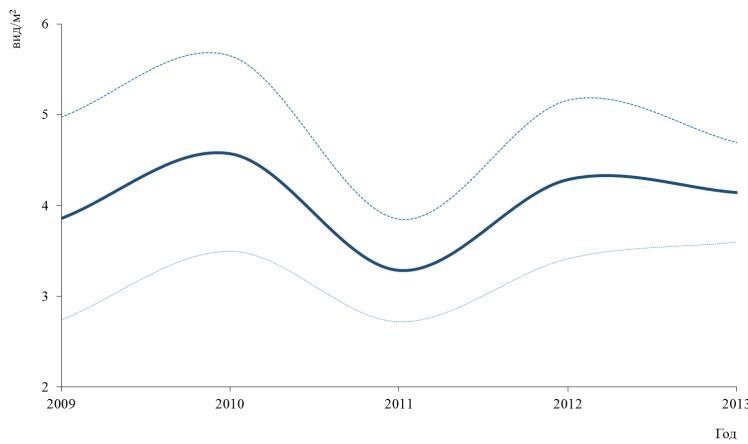


Рис. 2 Плотность видов в зообентосе южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

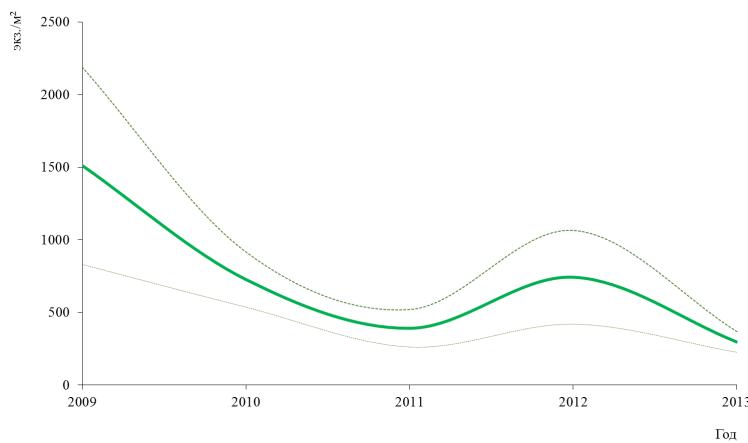


Рис. 3 Численность зообентоса южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

2011-2012 гг. Такое состояние зообентоса говорит о том, что в данном районе состояние среды крайне неустойчивое. В действительности это мелководный район с песчанистым дном различной степени заиленности и быстрым течением. Причем соленость воды может быстро меняться в зависимости от изменения течения. Более пресная азовская вода может смениться на более соленую черноморскую и наоборот. Кроме того, данный район подвержен сильному штормовому, а в зимний период и ледовому воздействию.

Средняя плотность видов колебалась от $3,9 \pm 1,1$ вид./м² в 2009 г. до $4,1 \pm 0,5$ вид./м² в 2013 г. (рис. 2).

В целом межгодовые колебания плотности видов были небольшими. Некоторое ее снижение наблюдалось в 2011 г., когда она равнялась $3,3 \pm 0,6$ вид./м². В целом это не изменяет общую картину динамики видовой плотности.

Численность зообентоса уменьшилась с 1510 ± 680 экз./м² в 2009 г. до 297 ± 70 экз./м² в 2013 г. (рис. 3).

Высокая численность зообентоса в 2009 г. объяснялась высокой численностью *A. improvisus*, которая в это время доходила до 420 экз./м², а в среднем равнялась 930 ± 680 экз./м². В среднем на его долю приходилось 61 % общей численности зообентоса. К 2011 г. численность зообентоса уменьшилась до 390 ± 130 экз./м², причем доминировали *M. palmata* и *C. gallina*. На их долю приходилось, соответственно, 36 и 30 % всей численности зообентоса. Ранее доминировавший *A. improvisus* уменьшил свою численность до 51 ± 38 экз./м², а его доля в общей численности зообентоса снизилась до 13 %. К 2012 г. наблюдалось небольшое увеличение численности зообентоса. К этому времени она выросла до 740 ± 320 экз./м². Наиболее многочисленными были *A. improvisus*, *C. gallina* и *M. palmata*. Их средняя численность, соответственно, равнялась 220 ± 150 экз./м², 210 ± 130 экз./м² и 171 ± 61 экз./м². На их долю в общей численности зообентоса приходилось 82 %. В 2013 г. численность зообентоса в среднем равнялась 297 ± 70 экз./м², на отдельных участках доходя до 560 экз./м². Доминировала *M. palmata*, средняя численность которой равнялась 103 ± 56 экз./м². На втором месте стояла *C. gallina*. Ее средняя численность равнялась 57 ± 42 экз./м². Средняя численность *A. improvisus* была равной 34 ± 25 экз./м². В целом в период с 2009 по 2013 г. наблюдается снижение численности зообентоса.

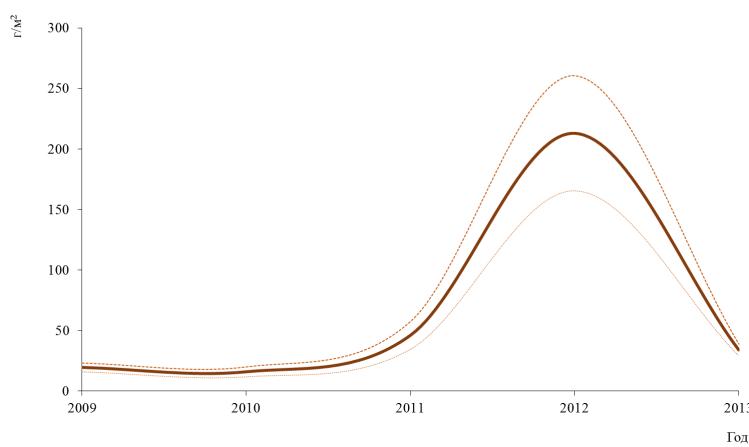


Рис. 4 Биомасса зообентоса южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

Биомасса зообентоса с 2009 по 2013 г. увеличилась с $19,6\pm3,5$ г/м² до $34,0\pm4,8$ г/м² (рис. 4).

В период с 2009 по 2010 г. биомасса зообентоса практически не изменилась. Начиная с 2011 г., наблюдается быстрый рост биомассы зообентоса, и к 2012 г. она достигает своего максимума – 213 ± 47 г/м². К 2013 г. она уменьшилась до $34,0\pm4,8$ г/м². Высокий рост биомассы зообентоса с 2010 по 2012 г. прежде всего связан с резким увеличением биомассы *C. gallina*, которая выросла с $2,4\pm1,6$ г/м² в 2010 г. до 123 ± 41 г/м² в 2012 г. В 2013 г. она уменьшилась до 17 ± 10 г/м².

Численность кормовых видов изменилась от 460 ± 96 экз./м² в 2009 г. до 183 ± 57 экз./м² в 2013 г. Биомасса, соответственно, – от $12,2\pm5,7$ г/м² до $8,9\pm2,3$ г/м² (рис. 5).

Наибольшая численность кормового зообентоса наблюдалась в 2010 г., когда она достигла 630 ± 140 экз./м². Наибольшей же его биомассой отличался 2012 г. – 20 ± 15 г/м². Динамика численности и биомассы кормового зообентоса находилась в противофазе, что связано с неравномерным уровнем развития различных кормовых видов в разные годы. В среднем на долю кормовых

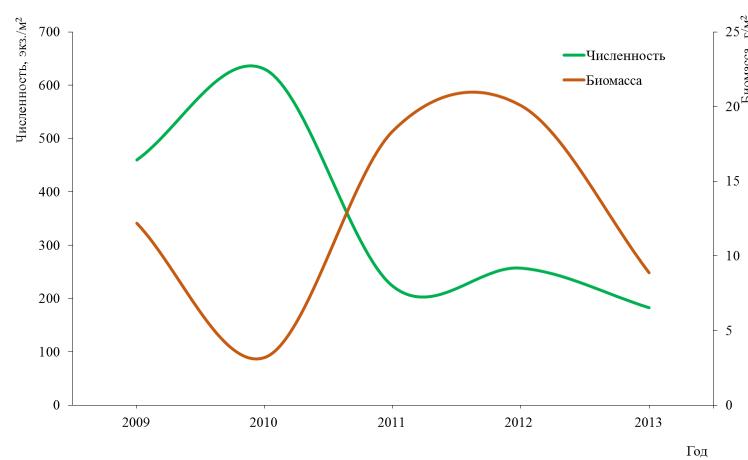


Рис. 5 Численность и биомасса кормового зообентоса южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

видов приходится 54 % общей численности зообентоса и 31 % его биомассы (рис. 6).

Однако в разные годы на долю кормового зообентоса приходилось от 30 до 87 % общей численности и от 9 до 62 % общей биомассы зообентоса.



Рис. 6 Средняя доля численности и биомассы кормового и некормового зообентоса южной оконечности косы Тузла в 2009-2013 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период с 2009 по 2013 г. в зообентосе южной оконечности косы Тузла было обнаружено 37 видов донных животных. По качественному составу доминировали полихеты, на втором месте стояли двустворчатые моллюски. Средняя плотность видов колебалась от $3,9 \pm 1,1$ вид/ m^2 в 2009 г. до $4,1 \pm 0,5$ вид/ m^2 в 2013 г. В целом межгодовые колебания плотности видов были небольшими. Численность зообентоса уменьшилась с 1510 ± 680 экз./ m^2 в 2009 г. до 297 ± 70 экз./ m^2 в 2013 г. В 2009 г. наиболее многочисленным был усоногий рак *Amphibalanus improvisus*, а в 2013 г. его сменила полихета *Melinna palmata*. Биомасса зообентоса с 2009 по 2013 г. увеличилась с $19,6 \pm 3,5$ г/ m^2 до $34,0 \pm 4,8$ г/ m^2 . Высокий рост биомассы зообентоса с 2010 по 2012 г. прежде всего связан с резким увеличением биомассы *Chamelea gallina*. Численность кормовых видов изменилась от 460 ± 96 экз./ m^2 в 2009 г. до 183 ± 57 экз./ m^2 в 2013 г. Биомасса изменилась от $12,2 \pm 5,7$ г/ m^2 до $8,9 \pm 2,3$ г/ m^2 , соответственно. Средняя доля кормовых видов равнялась 54 % от общей численности зообентоса и 31 % от его биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

- Жадин В.И. 1960. Методы гидробиологических исследований. М.: Высшая школа. 191 с.
- Определитель фауны Черного и Азовского морей. 1968. Свободноживущие беспозвоночные // Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. Киев: Наукова думка. Т. 1. 437 с.
- Определитель фауны Черного и Азовского морей. 1969. Свободноживущие беспозвоночные // Ракообразные. Киев: Наукова думка. Т. 2. 536 с.
- Определитель фауны Черного и Азовского морей. 1972 . Свободноживущие беспозвоночные // Членистоночные (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. Киев: Наукова думка. Т. 3. 340 с.
- Bodenheimer F.S. 1955. Precis d'ecologie animal. Paris. 315 p.
- Balogh J. 1958. Lebensgemeinschaften der Landtiere. Berlin. 560 p.
- Pitombo F.B. 2004. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorpha) // Zoologica Scripta. Vol. 33. № 3. Pp. 261-276.

Поступила 19.02.15 г.

Macrozoobenthos of the Tuzla Spit southern end (Kerch Strait). A. S. Terentyev. The data, available from 5 YugNIRO expeditions, on taxonomic composition, population dynamics and biomass of macrozoobenthos of the southern end of Tuzla Spit (Kerch Strait, Black Sea) are presented. Altogether, 35 stations were carried out; 37 bottom organisms were observed in the studied area during the research period of 2009-2013. It is shown that polychaetes and bivalve molluscs prevailed in the species composition. The average species density ranged from 3.9 ± 1.1 species/ m^2 in 2009 to 4.1 ± 0.5 species/ m^2 in 2013. Annual fluctuations of the species density were insignificant. Zoobenthos abundance parameters reduced from $1,510 \pm 680$ ind./ m^2 in 2009 to 297 ± 70 ind./ m^2 in 2013. It is found out that the most abundant

*species in 2009 was *Amphibalanus improvisus*, whereas in 2013 it was replaced by *Melinna palmata*. Biomass parameters of the studied zoobenthos increased from $19.6 \pm 3.5 \text{ g/m}^2$ to $34.0 \pm 4.8 \text{ g/m}^2$, which was caused by the increase of *Chamelea gallina* biomass during 2010-2012. The data on population dynamics of food and non-food zoobenthos are provided. The average percentage rate of food organisms made up 54 % of zoobenthos total abundance and 31 % of its biomass.*

Keywords: zoobenthos, check lists, food organisms, biomass, population density, population dynamics, taxonomy, abundance, Kerch Strait, Tuzla Spit

МЕТОД МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАКОВИН ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ С УЧЕТОМ АНИЗОМЕТРИИ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ)

В. Н. Полупанов¹, М. А. Мисарь²

¹ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии»

²ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

e-mail: rvpn@yandex.ru

*Рассматривается метод определения онтогенетической изменчивости формы двустворок, исходя из простой геометрической модели, учитывающей взаимосвязь линейных размеров, объема и массы. Предлагаемый метод основан на двух способах мультиплексного разложения размеров растущей раковины: первое разложение позволяет определить пропорции линейных размеров (изометрию), второе – изменение пропорций (анизометрию). Для нелинейного разложения (учета анизометрии) применяются степенные функции (аллометрия). Показана реализуемость метода на примере черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. Керченского пролива с использованием традиционных морфометрических измерений. В качестве сопутствующей характеристики при реализации предлагаемого метода определяется плотность моллюска, которую на основании имеющихся данных для черноморской мидии нельзя считать постоянной, поскольку она существенно увеличивается для мелких моллюсков с массой 13–20 г. Предполагается, что оценки данной характеристики могут быть использованы в последующем для определения межвидовых различий. Полученные результаты рекомендуется подтвердить более точными измерениями объемов.*

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, *Mytilus galloprovincialis*, морфометрический анализ, изометрия, линейное разложение, анизометрия, нелинейное разложение, аллометрия.

ВВЕДЕНИЕ

При изучении двустворчатых моллюсков одной из задач часто является математическое описание изменчивости морфометрических характеристик раковины по данным измерений некоторого числа особей различных размеров. Обычно для этого используются уравнения так называемой простой аллометрии вида $Y=aX^b$, где X , Y – высота (H), длина (L) или толщина (D) раковины; a , b – эмпирические коэффициенты. Примером использования такого подхода могут служить работы [1, 4, 5]. Три исследуемые характеристики не взаимосвязаны, а исследуются попарно.

Другой подход используется разработчиками геометрической морфометрии (ГМ) [6]. Его отличием является взаимосвязь всех характеристик на основе адекватной геометрической модели исследуемой формы. Решение задачи возможно при учете анизометрии морфометрических характеристик путем «отделения формы от размера» (терминология ГМ). Однако для использования специфических методов ГМ необходимы специальным образом организованные измерения, пока еще не получившие достаточного распространения.

В статье описывается метод определения онтогенетических закономерностей изменения формы раковин моллюсков с использованием стандартных морфометрических промеров и дополнительных измерений объемов, занимаемых раковинами. В качестве объекта исследования используется

черноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam. Керченского пролива, промеры которой доступны по адресу: <http://pvn.org.ru/>.

Основой метода является мультиплекативное разложение, позволяющее выделить взаимосвязанные линейные и нелинейные составляющие размеров раковины, отождествляемые соответственно с изометрическими и анизометрическими изменениями растущей формы. Нелинейные составляющие аппроксимируются степенными (аллометрическими) функциями.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Постановка задачи

Пусть имеется n экземпляров моллюска с индексами $i = 1, 2, \dots, n$, имеющих различные значения измерений морфометрических характеристик H_i, L_i, D_i, V_i и M_i , где H – высота (мм); L – длина (мм); D – толщина (мм); V – объем (см^3); M – масса (г). Далее для сокращения записи индекс i , идентифицирующий конкретные экземпляры моллюсков, будем использовать лишь при необходимости.

В общей постановке задача состоит в определении закономерностей изменения каждого из трех линейных размеров H, L и D по данным перечисленных выше измерений n экземпляров моллюска. При этом рассматриваются три варианта, когда используются измерения: только линейных размеров; линейных размеров и объема; линейных размеров, объема и массы или только линейных размеров и массы.

На основе элементарных геометрических и физических соображений для каждого экземпляра моллюска можно записать:

$$G^3 = H \cdot L \cdot D, \quad (1)$$

$$V = c \cdot G^3 / 1000 + \Delta V, \quad (2)$$

$$M = q \cdot G^3 / 1000 + \Delta M, \quad (3)$$

где G^3 – объем прямоугольного параллелепипеда (см^3), описывающего раковину, имеющую линейные размеры H, L и D (мм); c – коэффициент, имеющий смысл безразмерной геометрической константы, равной отношению объема раковины к объему прямоугольного параллелепипеда, описывающего эту раковину; q – коэффициент ($\text{г}/\text{см}^3$), где $q = \rho \cdot c$; ρ – коэффициент, имеющий смысл плотности ($\text{г}/\text{см}^3$); $\Delta V, \Delta M$ – отклонения вычисляемых значений от измеренных (невязки); 1000 – коэффициент для приведения размерностей к одному виду.

Далее по тексту коэффициенты c, ρ и q будем называть: объемным коэффициентом, плотностью и плотностью в описывающем прямоугольном параллелепипеде (или просто – плотностью в параллелепипеде). Для подбора этих и других коэффициентов используются данные наблюдений, и везде далее для этого применяется нелинейный (итерационный) метод наименьших квадратов (НМНК). Для сокращения изложения наблюдаемые, оцениваемые и теоретические величины не выделяются, как это принято в регрессионном анализе, но при необходимости приводятся соответствующие пояснения.

В случае уравнений (2)-(3) НМНК-оценки коэффициентов c, ρ, q с требуемой точностью равны оценкам МНК для линейного случая и должны обеспечивать минимумы сумм квадратов невязок:

$$\sum_{i=1}^n (\Delta V)^2 = \min; \quad \sum_{i=1}^n (\Delta M)^2 = \min, \quad (4)$$

или, как условились, без индекса i :

$$\sum (\Delta V)^2 = \min; \quad \sum (\Delta M)^2 = \min. \quad (4).$$

В качестве независимой переменной в (2)-(3) используется объем описывающего параллелепипеда (1). После определения c, ρ, q можно также получить независимые переменные, учитывающие информацию об объеме и массе моллюска:

$$G_v^3 = \frac{V}{c'} + \Delta G_v^3, \quad (5)$$

$$G_m^3 = \frac{M}{q'} + \Delta G_m^3, \quad (6)$$

где ΔG_v^3 и ΔG_m^3 – отклонения вычисляемых объемов параллелепипеда от измеренных (вернее, от вычисленных непосредственно по данным измерений линейных размеров); c' и q' – МНК-оценки, имеющие тот же смысл, что и c , q , но, возможно, отличающиеся от них в силу известных свойств регрессии для оценок обратного преобразования.

Вместо характеристик объема (1), (5), (6) можно использовать среднее геометрическое линейных размеров раковины:

$$G = (H \cdot L \cdot D)^{1/3}, \quad (7)$$

$$G_v = \left(\frac{V}{c''} \right)^{1/3} + \Delta G_v, \quad (8)$$

$$G_m = \left(\frac{M}{q''} \right)^{1/3} + \Delta G_m, \quad (9)$$

где c'' и q'' – МНК-оценки, имеющие смысл c , q и c' , q' , но, возможно, отличающиеся от них из-за дополнительных манипуляций со случайными величинами.

Далее будем использовать следующие обозначения:

– при изометрии и при использовании только лишь линейных размеров

$$H = H_{iso} + \Delta H_{iso}, \quad (10)$$

$$L = L_{iso} + \Delta L_{iso}, \quad (11)$$

$$D = D_{iso} + \Delta D_{iso}; \quad (12)$$

– при изометрии и при использовании линейных размеров и объема

$$H = H_{v, iso} + \Delta H_{v, iso}, \quad (10')$$

$$L = L_{v, iso} + \Delta L_{v, iso}, \quad (11')$$

$$D = D_{v, iso} + \Delta D_{v, iso}; \quad (12')$$

– при изометрии и при использовании линейных размеров и массы

$$H = H_{m, iso} + \Delta H_{m, iso}, \quad (10'')$$

$$L = L_{m, iso} + \Delta L_{m, iso}, \quad (11'')$$

$$D = D_{m, iso} + \Delta D_{m, iso}; \quad (12'')$$

– при анизометрии и при использовании только лишь линейных размеров

$$H = H_{aniso} + \Delta H_{aniso}, \quad (13)$$

$$L = L_{aniso} + \Delta L_{aniso}, \quad (14)$$

$$D = D_{aniso} + \Delta D_{aniso}; \quad (15)$$

– при анизометрии и при использовании линейных размеров и объема

$$H = H_{v, aniso} + \Delta H_{v, aniso}, \quad (13')$$

$$L = L_{v, aniso} + \Delta L_{v, aniso}, \quad (14')$$

$$D = D_{v, aniso} + \Delta D_{v, aniso}; \quad (15')$$

– при анизометрии и при использовании линейных размеров и массы

$$H = H_{m, \text{aniso}} + \Delta H_{m, \text{aniso}}, \quad (13'')$$

$$L = L_{m, \text{aniso}} + \Delta L_{m, \text{aniso}}, \quad (14'')$$

$$D = D_{m, \text{aniso}} + \Delta D_{m, \text{aniso}}, \quad (15'')$$

где *iso* и *aniso* обозначают, соответственно, изометрический и анизометрический рост без использования измерений объема и массы; *v*, *iso* и *v*, *aniso* – с использованием измерений объема; *m*, *iso* и *m*, *aniso* – с использованием измерений массы; ΔH , ΔL , ΔD – отклонения (невязки) от изометрического или анизометрического изменения линейных размеров.

Уточним предположения относительно составляющих в правой части (10)÷(15), (10')÷(15'), (10'')÷(15''). Первые из них определяют глобальные изменения линейных размеров в процессе роста раковины и являются основным предметом настоящего исследования. Вторые составляющие (отклонения или невязки) можно представить суммой независимых случайных составляющих, основными из которых являются локальные (например, сезонные) изменения линейных размеров и их случайные колебания под воздействием различных внешних факторов (течений, волнения, солености и прочих), а также ошибки измерений. Для описания этих составляющих будем использовать статистические характеристики: средние арифметические, среднеквадратические отклонения и коэффициенты корреляции.

Основные зависимости метода

Рассмотрим случаи изометрического и анизометрического изменений размеров раковины вначале лишь с линейными измерениями, а затем – с измерениями объема и массы.

Изометрия с использованием линейных размеров. Предположим, что при изменении размеров раковины зависимость между H , L и D в (1) является линейной и сами H , L и D аппроксимируются линейными функциями от некоторого параметра, задающего размер раковины. В качестве такого параметра будем использовать среднее геометрическое G (7). Тогда, учитывая ортогональность плоскостей, в которых проводятся измерения линейных размеров, для (1) справедливо линейное преобразование:

$$G^3 = (k_h \cdot G) \cdot (k_l \cdot G) \cdot (k_d \cdot G), \quad (16)$$

где k_h , k_l , k_d – коэффициенты линейного преобразования, при этом – $k_h \cdot k_l \cdot k_d = 1$.

Коэффициенты для (16) можно подобрать так, что будут справедливы следующие выражения:

$$H_{iso} = k_h \cdot G, \quad (17)$$

$$L_{iso} = k_l \cdot G, \quad (18)$$

$$D_{iso} = k_d \cdot G, \quad (19)$$

где H_{iso} , L_{iso} , D_{iso} – линейные функции от G , аппроксимирующие H , L и D наилучшим образом в смысле МНК.

В данном случае МНК-оценки коэффициентов должны обеспечивать следующие минимумы сумм квадратов невязок при условии сохранения равенства (16):

$$\sum (\Delta H_{iso})^2 = min; \quad \sum (\Delta L_{iso})^2 = min; \quad \sum (\Delta D_{iso})^2 = min. \quad (20)$$

Таким образом, для получения характеристик изометрического роста раковины достаточно иметь данные о линейных размерах раковин.

Изометрия с использованием объема. Если, кроме измерений линейных размеров, имеются также измерения объема, то, имея среднее геометрическое (8), вместо (16) можно использовать линейное преобразование:

$$V = c \cdot (c_h \cdot (k_h \cdot G_v)) \cdot (c_l \cdot (k_l \cdot G_v)) \cdot (c_d \cdot (k_d \cdot G_v)), \quad (21)$$

где k_h , k_l , k_d – уже известные коэффициенты из (16); c_h , c_l , c_d – дополнительные коэффициенты, учитывающие влияние объема, при этом – $c_h \cdot c_l \cdot c_d = 1$.

При известных c , k_h , k_l , k_d и V коэффициенты c_h , c_l , c_d для (21) можно подобрать так, что будут справедливы следующие выражения:

$$H_{v,iso} = c_h \cdot k_h \cdot G_v, \quad (22)$$

$$L_{v,iso} = c_l \cdot k_l \cdot G_v, \quad (23)$$

$$D_{v,iso} = c_d \cdot k_d \cdot G_v, \quad (24)$$

где $H_{v,iso}$, $L_{v,iso}$, $D_{v,iso}$ – линейные функции, аппроксимирующие H , L и D по МНК, обеспечивающему следующие минимумы сумм квадратов невязок при сохранении равенства (21):

$$\sum(\Delta H_{v,iso})^2 = min; \quad \sum(\Delta L_{v,iso})^2 = min; \quad \sum(\Delta D_{v,iso})^2 = min. \quad (25)$$

Таким образом, для получения характеристик изометрического роста раковины можно использовать дополнительную информацию, содержащуюся в измерениях объема.

Изометрия с использованием массы. Если имеются измерения не только линейных размеров и объема, но и массы, то, имея среднее геометрическое (9), вместо (16) и (21) можно использовать линейное преобразование

$$M = \rho \cdot c \cdot (\rho_h \cdot (c_h \cdot (k_h \cdot G_m))) \cdot (\rho_l \cdot (c_l \cdot (k_l \cdot G_m))) \cdot (\rho_d \cdot (c_d \cdot (k_d \cdot G_m))), \quad (26)$$

где k_h , k_l , k_d , c_h , c_l , c_d – уже известные коэффициенты; ρ_h , ρ_l , ρ_d – дополнительные коэффициенты, учитывающие влияние массы, при этом $\rho_h \cdot \rho_l \cdot \rho_d = 1$.

При известных c , k_h , k_l , k_d , c_h , c_l , c_d и M коэффициенты ρ_h , ρ_l , ρ_d для (26) можно подобрать так, что будут справедливы следующие выражения:

$$H_{m,iso} = \rho_h \cdot c_h \cdot k_h \cdot G_m, \quad (27)$$

$$L_{m,iso} = \rho_l \cdot c_l \cdot k_l \cdot G_m, \quad (28)$$

$$D_{m,iso} = \rho_d \cdot c_d \cdot k_d \cdot G_m, \quad (29)$$

где $H_{m,iso}$, $L_{m,iso}$, $D_{m,iso}$ – линейные функции, аппроксимирующие H , L и D наилучшим образом в смысле МНК-критерия подбора коэффициентов ρ_h , ρ_l , ρ_d при условии сохранении равенства (26):

$$\sum(\Delta H_{m,iso})^2 = min; \quad \sum(\Delta L_{m,iso})^2 = min; \quad \sum(\Delta D_{m,iso})^2 = min. \quad (30)$$

При отсутствии измерений объема можно использовать величину q , эквивалентную произведению $\rho \cdot c$, и тогда (26) \div (29) можно заменить выражениями:

$$M = q \cdot (q_h \cdot (k_h \cdot G_m)) \cdot (q_l \cdot (k_l \cdot G_m)) \cdot (q_d \cdot (k_d \cdot G_m)), \quad (26')$$

$$H_{m,iso} = q_h \cdot k_h \cdot G_m, \quad (27')$$

$$L_{m,iso} = q_l \cdot k_l \cdot G_m, \quad (28')$$

$$D_{m,iso} = q_d \cdot k_d \cdot G_m, \quad (29')$$

Таким образом, для получения характеристик изометрического роста раковины можно использовать дополнительную информацию, содержащуюся в измерениях массы.

Анизометрия с использованием линейных размеров. Предположим теперь, что при изменении размеров раковины зависимость между H , L и D в (1) является нелинейной и сами H , L и D аппроксимируются степенными (аллометрическими) функциями от аргумента – среднего геометрического размера раковины. Тогда для (1) возможно нелинейное преобразование

$$G^3 = (k_h \cdot (a_h \cdot G^{b_h})) \cdot (k_l \cdot (a_l \cdot G^{b_l})) \cdot (k_d \cdot a_d \cdot (G^{b_d})), \quad (31)$$

где k_h , k_l , k_d – уже известные коэффициенты линейного преобразования; a_h , a_l , a_d , b_h , b_l , b_d – коэффициенты аллометрии, при этом, учитывая свойства степенных функций, $-a_h \cdot a_l \cdot a_d = 1$.

Коэффициенты аллометрии для (31) можно подобрать так, что будут справедливы следующие выражения:

$$H_{aniso} = k_h \cdot (a_h \cdot G^{b_h}), \quad (32)$$

$$L_{aniso} = k_l \cdot (a_l \cdot G^{b_l}), \quad (33)$$

$$D_{aniso} = k_d \cdot (a_d \cdot G^{b_d}), \quad (34)$$

где H_{aniso} , L_{aniso} , D_{aniso} – нелинейные функции от G , аппроксимирующие H , L и D наилучшим образом в смысле НМНК-критерия подбора коэффициентов a_h , a_l , a_d , b_h , b_l , b_d при сохранении равенства (31):

$$\sum(\Delta H_{aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta L_{aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta D_{aniso})^2 = \min. \quad (35)$$

Таким образом, учитывая результаты ранее полученного линейного преобразования, для последующего выделения анизометрических изменений растущей раковины можно пытаться использовать степенные (аллометрические) функции, и для этого достаточно иметь промеры линейных размеров раковин.

Анизометрия с использованием объема. Если, кроме измерений линейных размеров, имеются также измерения объема, то будем использовать нелинейное преобразование

$$V = c \cdot (k_h \cdot (c_h \cdot (a_{v,h} \cdot G_v^{b_{v,h}}))) \cdot (k_l \cdot (c_l \cdot (a_{v,l} \cdot G_v^{b_{v,l}}))) \cdot (k_d \cdot (c_d \cdot (a_{v,d} \cdot G_v^{b_{v,d}}))), \quad (36)$$

где $a_{v,h}$, $a_{v,l}$, $a_{v,d}$, $b_{v,h}$, $b_{v,l}$, $b_{v,d}$ – вновь введенные коэффициенты аллометрии, при этом – $a_{v,h} \cdot a_{v,l} \cdot a_{v,d} = 1$.

Коэффициенты аллометрии для (36) можно подобрать так, что будут справедливы выражения:

$$H_{v, aniso} = k_h \cdot (c_h \cdot (a_{v,h} \cdot G_v^{b_{v,h}})), \quad (37)$$

$$L_{v, aniso} = k_l \cdot (c_l \cdot (a_{v,l} \cdot G_v^{b_{v,l}})), \quad (38)$$

$$D_{v, aniso} = k_d \cdot (c_d \cdot (a_{v,d} \cdot G_v^{b_{v,d}})), \quad (39)$$

где $H_{v, aniso}$, $L_{v, aniso}$, $D_{v, aniso}$ – нелинейные функции от G , аппроксимирующие H , L и D наилучшим образом в смысле НМНК-критерия подбора коэффициентов $a_{v,h}$, $a_{v,l}$, $a_{v,d}$, $b_{v,h}$, $b_{v,l}$, $b_{v,d}$ при условии сохранения равенства (36):

$$\sum(\Delta H_{v, aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta L_{v, aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta D_{v, aniso})^2 = \min. \quad (40)$$

Таким образом, учитывая результаты ранее полученного линейного преобразования, для последующего выделения анизометрических изменений растущей раковины можно пытаться использовать степенные (аллометрические) функции и дополнительную информацию, содержащуюся в измерениях объема.

Анизометрия с использованием массы. Если, кроме измерений линейных размеров и объема, имеются также измерения массы, то будем использовать нелинейное преобразование

$$M = \rho \cdot c \cdot (k_h \cdot (p_h \cdot (c_h \cdot (a_{m,h} \cdot G_m^{b_{m,h}})))) \cdot (k_l \cdot (p_l \cdot (c_l \cdot (a_{m,l} \cdot G_m^{b_{m,l}})))) \cdot (k_d \cdot (p_d \cdot (c_d \cdot (a_{m,d} \cdot G_m^{b_{m,d}})))), \quad (41)$$

где $a_{m,h}$, $a_{m,l}$, $a_{m,d}$, $b_{m,h}$, $b_{m,l}$, $b_{m,d}$ – вновь введенные коэффициенты степенной функции, при этом – $a_{m,h} \cdot a_{m,l} \cdot a_{m,d} = 1$.

Коэффициенты аллометрии для (41) можно подобрать так, что будут справедливы следующие выражения:

$$H_{m, aniso} = k_h \cdot (p_h \cdot (c_h \cdot (a_{m,h} \cdot G_m^{b_{m,h}}))), \quad (42)$$

$$L_{m, aniso} = k_l \cdot (p_l \cdot (c_l \cdot (a_{m,l} \cdot G_m^{b_{m,l}}))), \quad (43)$$

$$D_{m, aniso} = k_d \cdot (p_d \cdot (c_d \cdot (a_{m,d} \cdot G_m^{b_{m,d}}))), \quad (44)$$

где $H_{m, aniso}$, $L_{m, aniso}$, $D_{m, aniso}$ – нелинейные функции от G , аппроксимирующие H , L и D наилучшим образом в смысле НМНК-критерия подбора коэффициентов $a_{m,h}$, $a_{m,l}$, $a_{m,d}$, $b_{m,h}$, $b_{m,l}$, $b_{m,d}$ при условии сохранения равенства (41):

$$\sum(\Delta H_{m, aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta L_{m, aniso})^2 = \min; \quad \sum(\Delta D_{m, aniso})^2 = \min. \quad (45)$$

При использовании коэффициента q выражения (41) \div (44) приобретут вид:

$$M = q \cdot (k_h \cdot (q_h \cdot (a_{m,h} \cdot G_m^{b_{m,h}}))) \cdot (k_l \cdot (q_l \cdot (a_{m,l} \cdot G_m^{b_{m,l}}))) \cdot (k_d \cdot (q_d \cdot (a_{m,d} \cdot G_m^{b_{m,d}}))) \quad (41')$$

$$H_{m, \text{aniso}} = k_h \cdot \left(q_h \cdot \left(a_{m, h} \cdot G_m^{b_{m, h}} \right) \right) \quad (42')$$

$$L_{m, \text{aniso}} = k_l \cdot \left(q_l \cdot \left(a_{m, l} \cdot G_m^{b_{v, l}} \right) \right) \quad (43')$$

$$D_{m, \text{aniso}} = k_d \cdot \left(q_d \cdot \left(a_{m, d} \cdot G_m^{b_{m, d}} \right) \right) \quad (44')$$

Таким образом, учитывая результаты ранее полученного линейного преобразования, для выделения анизометрических изменений растущей раковины можно пытаться использовать степенные (аллометрические) функции и дополнительную информацию, содержащуюся в измерениях массы.

МАТЕРИАЛЫ НАБЛЮДЕНИЙ

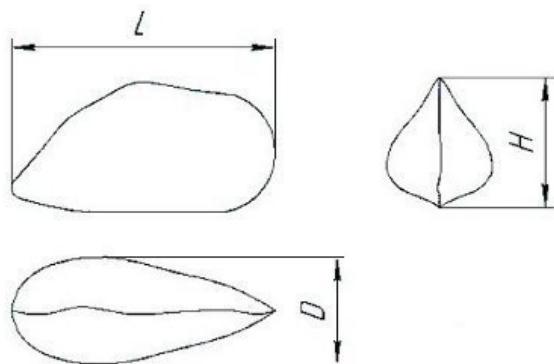


Рис. 1 Схема линейных размеров

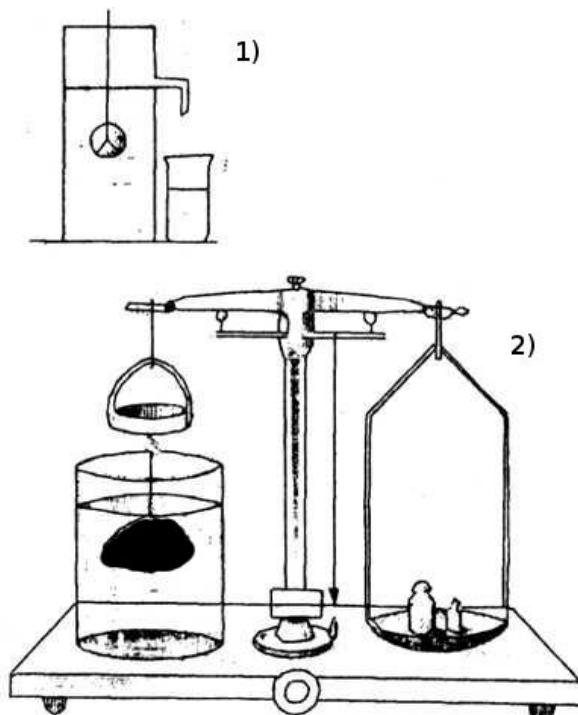


Рис. 2 Два типа объемомеров:

- 1) – для крупных раковин (объем – 10 см³ и более);
- 2) – для мелких раковин (объем – менее 10 см³)

объемомер второго типа с погрешностью, близкой к 0,4 см³. Следует заметить, что точность этих несложных приборов можно существенно повысить в первую очередь за счет использования мерных стаканов с различными сечениями, соответствующими ширине обмеряемых раковин.

Разработка метода велась на примере черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam., Керченский пролив). Исходные данные получены студентами специальности «Водные биоресурсы» КГМТУ для выполнения курсовых работ под руководством и при непосредственном участии авторов настоящей работы. К этим и другим данным по черноморской мидии имеется свободный доступ по адресу: <http://pvn.org.ru>.

Использовались следующие морфометрические характеристики: линейные размеры – высота (H , мм), длина (L , мм), толщина (D , мм), полная масса живого моллюска (M , г), а также объем раковины (V , см³).

Измерения массы экземпляров более 10-15 г получены с помощью электронных весов с погрешностью 0,02 г. Более мелкие экземпляры взвешивались на лабораторных аналитических весах с погрешностью 0,0002 г.

Измерения линейных размеров выполнялись штангенциркулем с погрешностью 0,02 мм. Особенности проведения этих измерений изложены, например, в [4, 5]. Особое внимание обращалось на необходимость измерять стороны описанного прямоугольного параллелепипеда, в который условно должна помещаться раковина. Схема размеров показана на рис. 1.

Объемы определялись косвенным способом объемомерами двух типов, изображенными на рис. 2.

Эксперименты с предметами геометрически правильной формы, объемы которых известны, показали, что погрешность измерений с помощью верхнего устройства составляет 0,6 мл (см³). Это устройство использовалось для объемомеров раковин с объемом около 10 см³ и более. Для промеров более мелких раковин использовался

Сведения об используемых материалах представлены в табл. 1.

Таблица 1
Сведения об используемых материалах наблюдений

№ п/п	Район	Месяц, год	Количество экземпляров	Min/max длина, мм
1	Керченский пролив, Аршинцевская коса	01.2013	22	25,50 66,00
2	Азовское море, у входа в Керченский пролив	04.2013	28	47,16 62,00
3	Керченский пролив, у о. Тузла	09.2013	133	47,16 82,90
4	Керченский пролив, Аршинцевский пляж	10.2013	57	22,50 43,70
5	Керченский пролив, под крепостью «Керчь»	10.2013	18	8,40 14,50
Всего: Керченский пролив		2013	258	8,40 82,90

В табл. 1 приведены сведения о данных после исключения грубых ошибок, таких, когда высота или длина оказывалась меньше толщины или масса – меньше объема.

Анализ исходных данных показал, что нет оснований разделять данные по районам, поэтому исходные данные по всем районам были объединены в одну выборку ($n=258$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все расчеты выполнялись с помощью электронных таблиц Gnumeric, относящихся к так называемому свободному программному обеспечению. Опция глобальной многопараметрической оптимизации этой программы вполне достаточна для быстрого подбора коэффициентов по предложенному методу, а большой набор статистических функций позволяет рассчитывать необходимые статистики.

Следует обратить внимание, что использовался нелинейный итерационный метод наименьших квадратов (МНК, NLPsolver или Nlsolver – в англоязычной литературе) без традиционного спрямления логарифмированием степенных функций. Логарифмирование не использовалось, поскольку, как известно, такая реализация МНК может привнести дополнительную методическую ошибку за счет искажения исходных предположений об аддитивности случайной составляющей регрессии (возвращаясь к исходным зависимостям вместо аддитивных случайных составляющих, мы получаем мультиплекативные). В то же время современные итерационные методы глобальной оптимизации применительно к нашему случаю достаточно быстро работают (сходятся). Более того, учитывая приемлемую точность (до четырех значащих цифр), как показали эксперименты, достаточно приближенного метода нелинейной оптимизации параметров с использованием одного из вариантов так называемых «жадных» алгоритмов [2]. Последний метод, как показано в [2], легко программируется, и в будущем планируется написание программы для осуществления расчетов по описываемому здесь подходу.

Расчеты выполнялись в несколько этапов.

На первом этапе определялись МНК-оценки коэффициентов c , ρ и q . Определялись также оценки c' , ρ' , q' и c'' , ρ'' , q'' , необходимые для последующих расчетов, но пока что они не будут упоминаться в целях сокращения изложения. На рис. 3 показаны различные виды графиков, иллюстрирующих исходные данные объема и массы, и отрезки прямых, наклон которых задают МНК-оценки коэффициентов c , ρ и q .

Можно решить обратную задачу, явно представив ход коэффициентов. На рис. 4 показаны графики с исходными значениями коэффициентов, полученными по известным V_i , G_i^3 и M_i : $c_i = V_i/G_i^3$, $\rho_i = M_i/V_i$, $q_i = M_i/G_i^3$. Линиями обозначены коэффициенты c , ρ и q .

В табл. 2 приведены МНК-оценки коэффициентов c , ρ , q , среднеквадратические отклонения исходных величин и стандартные (стандартные) ошибки коэффициентов.

Приведенных в табл. 2 значений достаточно для продолжения расчетов. Однако представляется, что коэффициенты c , ρ и q могут представить интерес в качестве дополнительных морфометрических характеристик для исследования межвидовых различий. Поэтому далее будут кратко изложены некоторые особенности этих характеристик.

Пробные расчеты показали, что графики на рис. 3 аппроксимируются линейными функциями со свободными членами. Это особенно характерно для зависимости массы от объема, для которой наличие свободного члена подтверждается с высокой вероятностью (95 %, критерий Стьюдента). Это означает, что плотность ρ нельзя аппроксимировать константой. Использование уравнений со свободными членами приводит к чрезмерному усложнению уравнений и вызывает вопросы относительно биологического смысла (проблема известной модели роста Берталанфи: может ли организм иметь объем и массу до своего появления?). Таких затруднений можно избежать, используя степенные функции:

$$V = c_0 \cdot (G^3)^{c_1}, \quad (46)$$

$$M = \rho_0 \cdot V^{p_1}, \quad (47)$$

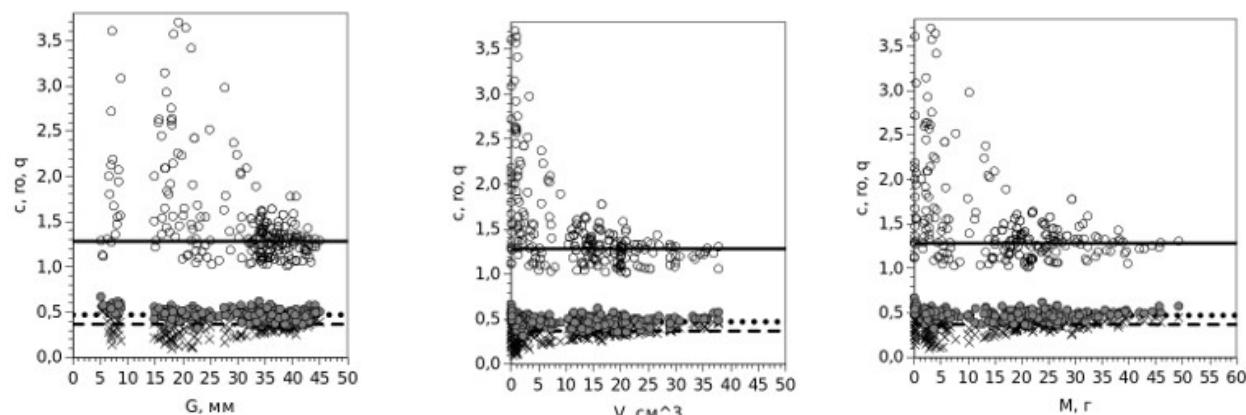
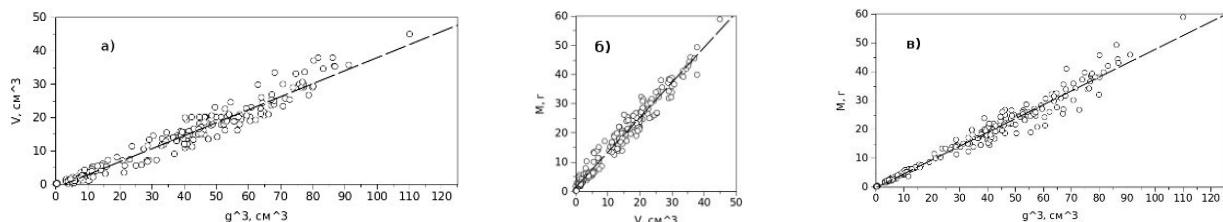


Рис. 4 Ход исходных значений и МНК-оценки c , ρ , q в зависимости от изменений V , M и G .

Исходные значения: $x - c$, $\circ - \rho$, $\bullet - q$. МНК-оценки: $- - - - c$, $- - - \rho$, $----- q$

Таблица 2

МНК-оценки коэффициентов c , ρ , q , среднеквадратические отклонения исходных величин σ_c , σ_ρ , σ_q и стандартные ошибки коэффициентов $\bar{\sigma}_c$, $\bar{\sigma}_\rho$, $\bar{\sigma}_q$

c	σ_c	$\bar{\sigma}_c$	ρ	σ_ρ	$\bar{\sigma}_\rho$	q	σ_q	$\bar{\sigma}_q$
0,3706	2,269	0,0059	1,270	2,586	0,0171	0,4757	2,208	0,0058

$$M = q_0 \cdot (G^3)^{q_1}, \quad (48)$$

где c_0 и c_1 , ρ_0 и ρ_1 , q_0 и q_1 – НМНК-оценки, подбираемые по известным V , G и M .

Выполнив обратные преобразования, можно наглядно представить ход c , ρ , и q в зависимости от V , M и G , как это показано на рис. 5.

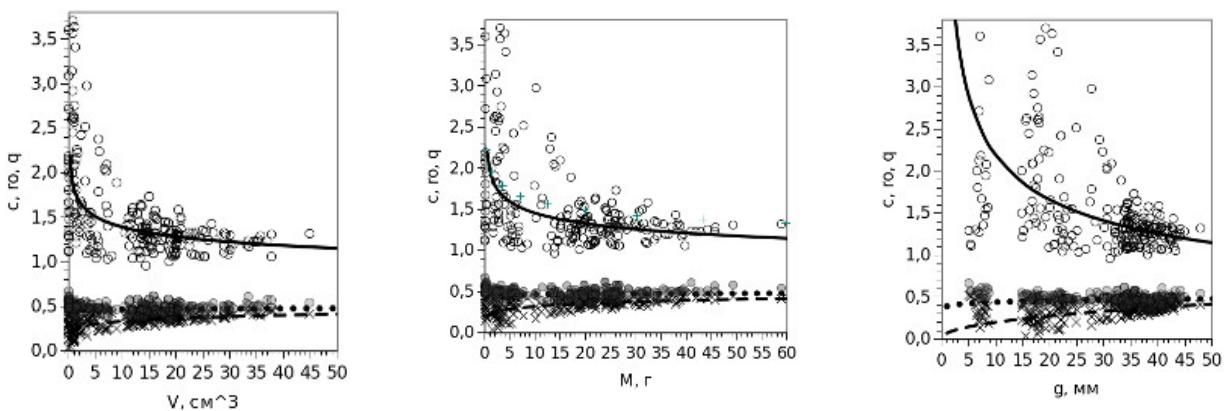


Рис. 5 Ход исходных значений и МНК-оценки c , ρ , и q в зависимости от изменений V , M и G .

Исходные значения: $x - c$, $\circ - \rho$, $\bullet - q$. МНК-оценки: $- - - - c$, $— \rho$, $•••• q$

Значения НМНК-оценок c_0 , c_1 , ρ_0 , ρ_1 , q_0 и q_1 , среднеквадратические отклонения исходных величин и стандартные ошибки коэффициентов приведены в табл. 3.

Таблица 3

НМНК-оценки величин c_0 , c_1 , ρ_0 , ρ_1 , q_0 и q_1 , среднеквадратические отклонения исходных величин σ_c , σ_ρ , σ_q и стандартные ошибки коэффициентов величин $\bar{\sigma}_c$, $\bar{\sigma}_\rho$, $\bar{\sigma}_q$

c_0	c_1	σ_c	$\bar{\sigma}_c$	ρ_0	ρ_1	σ_ρ	$\bar{\sigma}_\rho$	q_0	q_1	σ_q	$\bar{\sigma}_q$
0,201	1,151	0,081	0,0050	0,884	1,818	1,013	0,063	0,397	1,045	0,055	0,0034

Рис. 5 и значения стандартных ошибок табл. 3 подтверждают более точные расчеты: коэффициенты c и q с высокой вероятностью (более 95 % по F-критерию по данным, сгруппированным по различным интервалам V , M и G) можно считать константами, а коэффициент ρ (плотность моллюсков) значительно увеличивается при уменьшении объема, массы и среднего геометрического размера с 10-15 мм, 13-20 г и 35-40 мм, соответственно.

Представление о более высокой плотности мелких моллюсков следует подтвердить дополнительными расчетами с использованием более точной конструкции объемомера, так как несложные расчеты с использованием теории ошибок [3] показывают, что основная доля стандартной ошибки определения ρ объясняется ошибками измерения объема.

Далее приводятся результаты, полученные с использованием постоянных значений c и q (без ρ) по следующим данным (и соответствующим уравнениям):

- размерам (уравнения (16)÷(19) – изометрия и (31)÷(34) – анизометрия);
- размерам и объему (уравнения (21)÷(24) – изометрия и (36)÷(39) – анизометрия);
- размерам и массе (уравнения (26')÷(29') – изометрия и (41')÷(44') – анизометрия).

На рис. 6 показаны результаты определения изометрических и анизометрических составляющих, когда в качестве независимой переменной использовались средние геометрические размеры раковин (7)÷(9).

Графики на рис. 6 показывают, что результаты определения изометрических и анизометрических составляющих для величин G , G_v и G_m визуально неразличимы. В то же время заметны различия

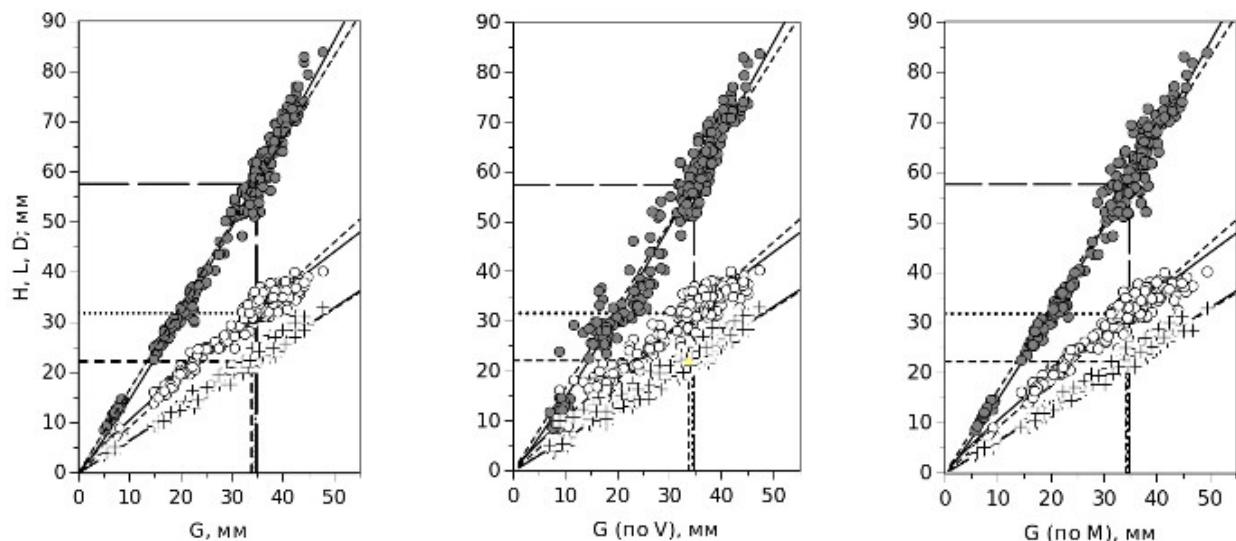


Рис. 6 Ход исходных H (о), L (●), D (х) и НМНК-оценок изометрических (пунктир) и анизометрических (сплошная линия) составляющих линейных размеров раковин в зависимости от G , G_v и G_m

разбросов исходных значений. На графиках нанесены также линии, обозначающие точки, в которых изометрические составляющие равны анизометрическим. Эти точки используются для контроля: несложно показать, что в идеале значения средних геометрических в этих точках для всех линейных размеров должны совпадать. Небольшие расхождения при слабовыраженной анизометрии возможны из-за разброса исходных значений.

Параметры уравнений, позволяющих восстановить изометрические и анизометрические составляющие, изображенные на рис. 6, приведены в табл. 4-6.

Из табл. 5, 6 видно, что коэффициенты $c_h, c_l, c_d, q_h, q_l, q_d$ при надлежащем округлении будут равны единице, поэтому далее их можно не учитывать.

В табл. 7 приведены среднеквадратические отклонения, характеризующие разброс невязок вокруг выделенных составляющих.

В табл. 8 приведены коэффициенты корреляции (Пирсона), характеризующие взаимосвязь невязок при учете анизометрии.

Таблица 4

Параметры уравнений (16) и (31) с независимой переменной (7) по данным о линейных размерах

—	k_h	k_l	k_d	—	—	—	a_h	b_h	a_l	b_l	a_d	b_d
—	0,919	1,661	0,655	—	—	—	1,502	0,885	0,703	1,099	0,947	1,016

Таблица 5

Параметры уравнений (21) и (36) с независимой переменной (8) по данным о линейных размерах и объему

c	c'	c''	k_h	k_l	k_d	c_h	c_l	c_d	$a_{v,h}$	$b_{v,h}$	$a_{v,l}$	$b_{v,l}$	$a_{v,d}$	$b_{v,d}$
0,371	0,378	0,357	0,919	1,661	0,655	0,9996	1,0001	1,0004	1,519	0,882	0,705	1,099	0,934	1,020

Таблица 6

Параметры уравнений (26') и (41') с независимой переменной (9) по данным о линейных размерах и массе

q	q'	q''	k_h	k_l	k_d	q_h	q_l	q_d	$a_{m,h}$	$b_{m,h}$	$a_{m,l}$	$b_{m,l}$	$a_{m,d}$	$b_{m,d}$
0,476	0,482	0,474	0,919	1,661	0,655	0,9997	1,0003	1,0000	1,513	0,883	0,750	1,081	0,881	1,036

Таблица 7

Средние квадратические отклонения невязок

Промеры	Составляющие	$\sigma_{\Delta h}$	$\sigma_{\Delta l}$	$\sigma_{\Delta d}$
H, L, D	Изометрия	1,80	2,83	0,90
	Анизометрия	1,61	2,58	0,89
H, L, D, V	Изометрия	2,62	4,11	1,39
	Анизометрия	2,47	3,95	1,38
H, L, D, M	Изометрия	2,20	3,45	1,10
	Анизометрия	2,04	3,27	1,09

Из табл. 7 следует, что уменьшение разброса при учете анизометрии характерно при использовании каждого из средних геометрических в качестве независимых переменных для случаев использования совместных рядов измерений: $H, L, D; H, L, D, V$ и H, L, D, M . Наименьший разброс характерен для варианта с использованием массы. В то же время из табл. 8 видно, что в первом случае имеется сильная корреляция между невязками, а это, согласно теории корреляции, приводит к сме-

Таблица 8

Коэффициенты корреляции между невязками для анизометрии

Промеры	$r_{\Delta h, \Delta l}$	$r_{\Delta h, \Delta d}$	$r_{\Delta l, \Delta d}$
H, L, D	-0,62	-0,51	-0,35
H, L, D, V	0,11	0,18	0,13
H, L, D, M	0,06	0,08	0,14

щению оценок. При использовании объема и массы корреляция невязок становится незначимой или близкой к этому (с вероятностью 95 % и 99 %, двусторонний критерий Стьюдента). Поэтому далее будет использоваться вариант с использованием массы.

На рис. 7, дополняющем рис. 6, показаны составляющие для варианта с использованием массы, позволяющие более наглядно представить получаемые результаты.

Из табл. 4-6 следует, а на рис. 6 и 7 хорошо видно, что основные анизометрические изменения формы раковины связаны с изменением высоты (H) и длины (L), причем эти изменения имеют

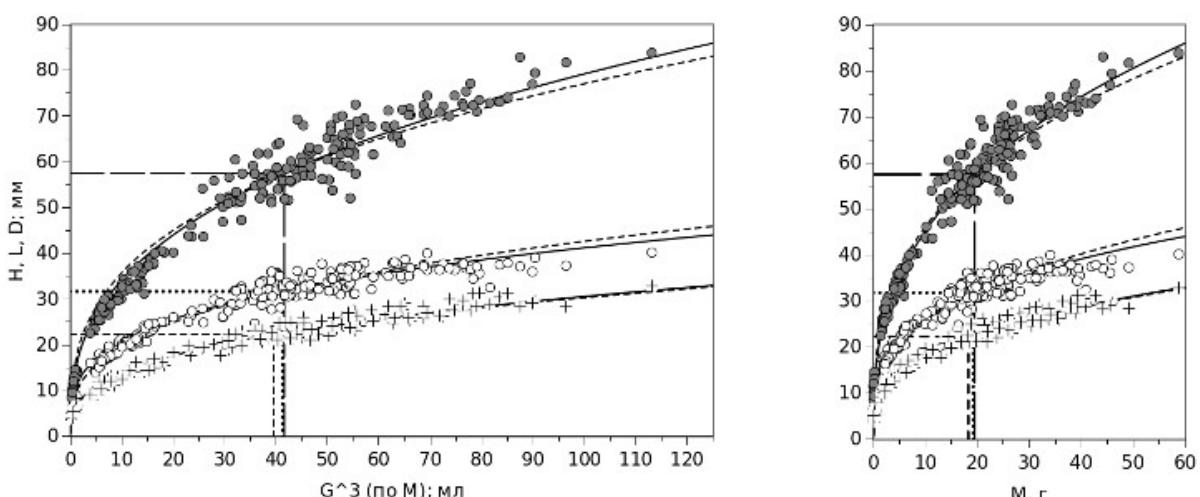


Рис. 7 Ход исходных H (○), L (●), D (х) и HMHK-оценок изометрических (пунктир) и анизометрических (сплошная линия) составляющих линейных размеров раковин в зависимости от $(G_m)^3$ и M

разнонаправленный характер: высота с ростом моллюска уменьшается по сравнению с изометрическим ростом, а длина, наоборот, увеличивается. Можно заметить также слабовыраженные анизометрические изменения толщины (D): толщина, как и длина, с ростом моллюска увеличивается.

Можно сделать вывод, что расчеты по всей выборке приводят к однозначным результатам (устойчивы). Однако таким образом можно получить лишь усредненные результаты, отнесенные ко всему интервалу независимых переменных, или, другими словами, – линейный и нелинейный (степенной, аллометрический) тренд размеров формы моллюска. Далее в табл. 9 приводятся результаты расчетов при группировке данных на более коротких интервалах независимой переменной, характеризующие более детально изометрические и анизометрические изменения, а также сопутствующие характеристики.

Результаты расчетов в табл. 9 подтверждают вывод, сделанный ранее на основании результатов табл. 4-6: анизометрические изменения высоты и длины с толщиной имеют разнонаправленный характер, при этом уменьшению анизометрии по высоте соответствует увеличение для длины и толщины.

И, наконец, выделим изменения формы («отделим форму от размера» – терминология ГМ [6]) простым вычитанием изометрической составляющей из анизометрической. На рис. 8 изображены такие изменения формы по высоте, длине и толщине раковины, обозначенные как H_f , L_f и D_f .

Таблица 9

Параметры уравнений (26') и (41') по данным о линейных размерах и массе при группировке экземпляров различных размеров

№ п/п	Интервалы				n	c	ρ , г/см ³	q , г/см ³	k_h	k_l	k_d	$a_{m,h}$	$b_{m,h}$	$a_{m,l}$	$b_{m,l}$	$a_{m,d}$	$b_{m,d}$
	G^3 , см ³	G , мм	L , мм	M , г													
1	0- 40	0- 34,2	0- 56,3	0- 19,0	127	0,354	1,33	0,484	0,950	1,62	0,652	1,19	0,946	0,880	1,04	0,953	1,01
2	10- 50	21,5- 36,8	33,4- 61,4	4,8- 23,7	128	0,361	1,29	0,476	0,935	1,64	0,652	1,56	0,872	0,770	1,08	0,833	1,05
3	20- 60	27,1- 39,2	44,2- 65,2	10,1- 27,3	135	0,359	1,29	0,467	0,926	1,65	0,653	1,48	0,890	0,799	1,06	0,848	1,05
4	30- 70	31,1- 41,2	50,1- 70,3	14,5- 31,5	142	0,357	1,28	0,463	0,924	1,66	0,651	2,19	0,782	0,496	1,20	0,922	1,02
5	40- 80	34,2- 43,1	56,2- 74,3	18,5- 36,9	124	0,361	1,26	0,462	0,914	1,68	0,653	3,14	0,685	0,478	1,20	0,666	1,11
6	50- 90	36,8- 44,8	60,7- 79,2	21,8- 45,1	72	0,370	1,25	0,468	0,896	1,70	0,657	4,72	0,580	0,268	1,36	0,384	1,26
7	60- 100	39,2- 46,4	66,2- 82,4	26,2- 54,0	42	0,379	1,25	0,475	0,884	1,72	0,658	12,8	0,315	0,350	1,28	0,222	1,40

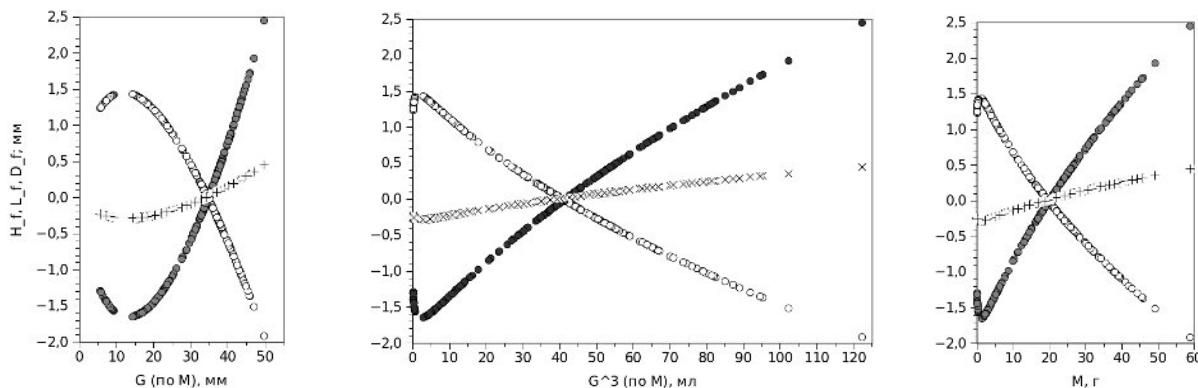


Рис. 8 Ход изменений формы по высоте, длине и толщине раковины: H_f (○), L_f (●), D_f (x)

Значения, изображенные на рис. 8, несложно воспроизвести с использованием оценок параметров из табл. 6 и последующим вычитанием изометрической составляющей из анизометрической. В табл. 10 приведены некоторые результаты таких расчетов.

Таблица 10

Значения H_f , L_f и D_f , рассчитанные с использованием оценок параметров из табл. 6

№ п/п	G , мм	M , г	L , мм	H_f , мм	L_f мм	D_f мм
1	2,5	0,0074	3,4	0,83	-0,80	-0,15
2	5,0	0,059	7,1	1,17	-1,21	-0,22
3	7,5	0,20	11,0	1,35	-1,46	-0,26
4	10,0	0,47	15,0	1,44	-1,59	-0,28
5	12,5	0,92	19,1	1,45	-1,65	-0,29
6	15,0	1,6	23,3	1,42	-1,64	-0,29
7	17,5	2,5	27,5	1,34	-1,57	-0,27
8	20,0	3,8	31,8	1,22	-1,46	-0,25
9	22,5	5,4	36,1	1,07	-1,30	-0,22
10	25,0	7,4	40,4	0,89	-1,10	-0,18
11	27,5	9,8	44,8	0,69	-0,86	-0,14
12	30,0	12,7	49,3	0,47	-0,60	-0,09
13	35,0	20,2	58,2	-0,04	0,03	0,02
14	40,0	30,1	67,2	-0,61	0,75	0,15
15	45,0	42,9	76,3	-1,25	1,57	0,29
16	50,0	58,8	85,6	-1,93	2,47	0,45
17	55,0	78,3	94,8	-2,66	3,44	0,62

ВЫВОДЫ

В результате проделанной работы разработан метод, позволяющий определять количественные характеристики изометрических и анизометрических изменений формы раковин двустворчатых моллюсков, используя в качестве исходных морфометрических данных массовые промеры линейных размеров и массы, дополненных измерениями объема.

Применение предложенного метода к данным о черноморской мидии доказывает возможность получения устойчивых значений изометрических пропорций и анизометрических составляющих изменений линейных размеров раковины по мере увеличения раковины моллюска (табл. 6) и, в конечном итоге, определения взаимосвязанных значений изменения формы по каждому линейному размеру.

На примере черноморской мидии показано, что использование простой геометрической (1)-(3) модели с последующим использованием мультиплекативного выделения изометрической и анизометрической составляющих позволяет уточнить соотношения между массой и линейными размерами. Этот результат, как представляется, необходимо учитывать в расчетах, где используются аллометрические соотношения.

В качестве сопутствующих характеристик при использовании предлагаемого метода определяются: геометрическая константа c , плотность моллюска ρ и плотность моллюска q при отнесении массы к прямоугольному параллелепипеду, описывающему раковину. Предполагается, что оценки этих характеристик для черноморской мидии (табл. 2) могут быть использованы в последующем для определения межвидовых различий. При этом плотность ρ значимо уменьшается с увеличением

размеров моллюска (табл. 9). Особенno существенно увеличение плотности для мелких моллюсков с массой менее 13-20 г. Этот вывод необходимо подтвердить более точными измерениями объема, используя более совершенную конструкцию объемомера.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы благодарны профессору А.П. Золотницкому, заведующему кафедры «Водные биоресурсы» КГМТУ, и сотрудникам этой кафедры за оказание помощи и предоставление измерительных приборов при проведении промеров, использованных в настоящей работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варигин А.Ю. 2005. Возрастная изменчивость морфологии раковины мидии в условиях северо-западной части Черного моря // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу : Зб. наук. пр. Севастополь. Вип. 12. С. 580-585.
2. Полупанов В.Н. 2012. Алгоритм случайного поиска глобального минимума целевой функции // Комбинаторная оптимизация и нечеткие множества (КОНеМ-2012) : Материалы II всеукраинского научного семинара (7-8 сентября 2012 года). Полтава. С. 71-74.
3. Тейлор Дж. 1985. Введение в теорию ошибок / пер. с англ. канд. физ.-мат. наук Л.Г. Деденко // М.: Мир. 270 с.
4. Тюрин В.В., Алпеева И.Г., Решетников С.И., Волчков Ю.А. 2002. Методика морфометрического описания черноморской мидии в популяционно-генетических и эколого-генетических исследованиях: методические материалы. Краснодар: Кубанский государственный университет. 31 с.
5. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. 2010. Выращивание мидий и устриц в Черном море. Под ред. академика В.Н. Еремеева. Севастополь: Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского. 424 с.
6. Miriam Leah Zelditch, Donald L. Swiderski, H. David Sheets and William L. Fink. 2004. Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer. San Diego: Elsevier Academic Press. P. 444.

Поступила 30.04.15 г.

Morphometric method for the bivalve molluscs shells with regard to linear dimension anisometry (using Mediterranean mussel as an example). V. N. Polupanov, M. A. Misar. Identification method for ontogenetic variability of linear dimensions of bivalve molluscs with regard to anisometry is studied on the basis of simple geometrical and physical regularities, which considered interrelations between size, volume and mass. The suggested method is based on two ways of multiplicative decomposition of a growing shell dimensions: the first decomposition allows to define proportions of linear dimensions (isometry), the second one – proportion changes (anisometry). Exponential functions (allometry) are applied for non-linear decomposition. Feasibility of this method is shown on the example of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. from the Kerch Strait with the use of conventional morphometric measurements, supplied with volume measurements data. The new data on morphometric parameters of mussels are obtained. It is suggested that volume estimation can be further used when defining interspecific differences. It is recommended to precise the data with more accurate measurements of volume.

Keywords: bivalve molluscs, *Mytilus galloprovincialis*, morphometric study, isometry, linear decomposition, anisometry, non-linear decomposition, allometry

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЫЧКОВ (GOBIIDAE, PERCIFORMES) В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

А. И. Милованов

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: alex_milovanov@ukr.net*

*Приведены данные о пространственном распределении бычков в Керченском проливе (Черное море). Материалами для работы послужили сборы автора и данные подводных наблюдений за бычками в прибрежной зоне Керченского пролива (бухта Керченская-м. Такиль). Лов и наблюдения проводились на 15 базовых станциях на глубинах от уреза воды до глубин 5-7 м в течение теплого периода года (март-октябрь) в 2010-2013 гг. Данные об уловах бычков из хамсово-тюлечьих ставных неводов в 2008-2011 гг. были получены на двух контрольно-наблюдательных пунктах ЮгНИРО. В пределах исследуемого района по условиям обитания бычков (местоположению, гидрологическому режиму, составу донных отложений и др.) было выделено и охарактеризовано 5 участков, в которых видовой состав бычков, их обилие и частота встречаемости существенно различаются. Дано подробное описание мест обитания доминирующих видов бычков: кругляка *Neogobius melanostomus*, сурмана *N. cephalargoides*, бычков рода *Pomatoschistus*, а также рыжика *N. eurycephalus*. По особенностям пространственного распределения бычки в Керченском проливе делятся на 3 группы. Бычки сурман, ширман, ротан, мартовик распределены в проливе относительно равномерно. Песочник, цуцик и травянник предпочитают центральную и северную части пролива, а кругляк, рыжик и бычки рода *Pomatoschistus* преобладают в его южной части. Показано, что пространственное распределение бычков в целом носит ярко выраженный агрегированный характер, а основными факторами, влияющими на него, являются характер расположения донных биотопов и соленость вод.*

Ключевые слова: Керченский пролив, *Neogobius melanostomus*, *Neogobius fluviatilis*, *Neogobius eurycephalus*, *Neogobius cephalargoides*, пространственное распределение, доминирующие виды

ВВЕДЕНИЕ

Керченский пролив является важным рыбопромысловым участком. Через Керченский пролив из Азовского моря в Черное мигрирует значительное количество промысловых рыб, для которых миграция имеет существенное значение в их жизненном цикле. К ним относятся азовская хамса, сельдь, барабуля, пиленгас, кефали, сельди, осетровые. Кроме того, мелководная зона в восточной части Керченского пролива и прилегающего к ней Таманского залива является нагульными угодьями для пиленгаса и аборигенных кефалей.

Хотя основу ихтиофауны исследуемого района и составляют виды-мигранты, здесь также обитает значительное количество оседлых донных видов рыб, среди которых доминирующее положение занимают бычковые [2]. Следует отметить, что донные рыбы из-за своих биологических особенностей – слабой подвижности и длительной привязанности к определенному району – более уязвимы для негативного воздействия различных внешних факторов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель настоящей работы – характеристика пространственного распределения бычков в прибрежной зоне Керченского пролива.

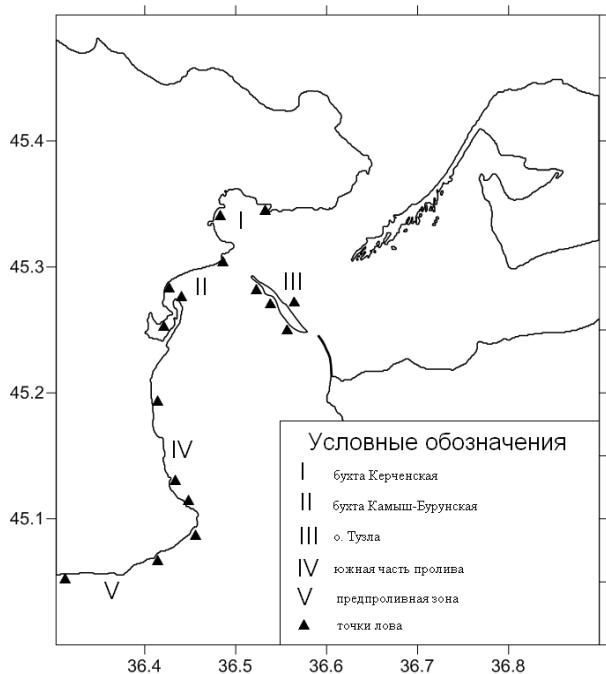


Рис. 1 Карта района исследований

отлова молоди и мелких видов бычков использовались сачки с диаметром входного отверстия 0,3; 0,5; 0,7 м (ячей дели 6,5 мм) и мельничного газа № 2. Данные об уловах бычков из хамсово-тюлечьих ставных неводов в 2008-2011 гг. были получены на двух контрольно-наблюдательных пунктах ЮГНИРО: «Набережное-Заветное» и «Кыз-Аул». Оба ставных невода были установлены на расстоянии 300 м от берега на глубинах 4,5-5,5 м на участках с песчано-илистым дном.

Русские и латинские названия бычков приведены в соответствии с монографией Е.Д. Васильевой [1].

По нашим данным, в Керченском проливе обитает 15 видов семейства бычковых, среди которых преобладают представители рода *Neogobius* (6 видов). Двумя видами представлены бычки родов *Gobius* и *Pomatoschistus*; по одному виду – остальные роды (таблица).

Видовой состав и частота встречаемости (%) различных видов бычков на отдельных участках Керченского пролива и в прилегающих к нему водах Черного моря, апрель-октябрь 2010-2013 гг.

Вид	I	II	III	IV
Бычок-бланкет (<i>Aphia minuta</i> Risso)	0,3	0,3	–	–
<i>Pomatoschistus</i> sp. (2 вида)	12,4	15,8	20,3	15,5
Черный бычок (<i>Gobius niger</i> joso (L.))	–	–	0,3	0,8
Бычок-кругляк (<i>Neogobius melanostomus</i> Pallas)	13,8	22,8	27,8	23,5
Бычок-песочник (<i>N. fluviatilis</i> Pallas)	3,2	10,6	7,9	10
Бычок-рыжик (<i>N. eurycephalus</i> (Kessler))	6,6	15,3	24	15,3
Бычок-сурман (<i>N. cephalargoides</i> Pinchuk)	18,4	11,7	13,6	7,2
Бычок-ширман (<i>N. syrman</i> (Nordmann))	0,7	0,1	0,1	0,1
Бычок-ротан (<i>N. ratan</i> (Nordmann))	2,2	1,2	2,1	0,2
Бычок-мартовник (<i>Mesogobius batrachocephalus</i> Pallas)	1,1	0,7	2	4
Бычок-травянник (<i>Gobius ophioccephalus</i> (Pallas))	1	3,8	0,2	4,4
Бычок-цуцик (<i>Protherorhinus marmoratus</i> Pallas)	40,2	17,7	0,2	19
Пуголовка звездчатая (<i>Benthophilus stellatus</i> (Salvage))	–	–	1,5	–
Бычок Книповича (<i>Knipowitschia longicaudata</i> (Kessler))	0,1	–	–	–
Всего	100	100	100	100
Количество видов	13	12	13	12

Материалами для данной работы послужили сборы автора и данные подводных наблюдений за бычками в прибрежной зоне Керченского пролива (бухта Керченская-м. Такиль) (рис. 1), а также материалы по бычкам Керченского пролива, любезно предоставленные автору сотрудником кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» Керченского государственного морского технологического университета Шагановым В.В. Лов и наблюдения осуществлялись на глубинах от уреза воды до глубин 5-7 м в течение теплого периода года (март-октябрь) в 2010-2013 гг.

Наблюдения проводились на 15 базовых станциях (рис. 1) как без погружения (узкоприбрежное мелководье), так и под водой с помощью легководолазного снаряжения (маска, трубка, ласты) в теплый сезон года (апрель-сентябрь).

Отлов рыб для исследований осуществлялся удочками. Для лова в зарослях макрофитов и

В пределах исследуемого района по условиям обитания бычков (местоположению, гидрологическому режиму, составу донных отложений и др.) было выделено 5 участков (рис. 1), в которых видовой состав бычков, их обилие и частота встречаемости существенно различаются.

Участок I включает бухту Керченскую. Эта бухта защищена от воздействия северо-восточных ветров. Основной грунт – мелко- и среднеалевитовые илы. Выходы твердых пород имеются на мысах в северной и южной частях бухты. Твердый субстрат представлен также искусственными сооружениями в районах двух портов и у городской набережной (сваи пирсов и волноломы). Участок мелководен: глубины в бухте не превышают 5 м, за исключением веток фарватера, ведущих к портам. Сезонные изменения температуры и солености типичны для всей акватории пролива, но в узкоприбрежной зоне имеется несколько источников поступления пресной воды – впадающих в бухту малых рек Приморская и Джарджава. Большая часть дна участка покрыта зарослями зостеры.

Участок II охватывает прибрежную зону бухты Камыш-Бурунскую и Аршинцевской косы. В отличие от первого участка, эта бухта открыта северо-восточным ветрам и, вследствие активной динамики водных масс, заиlena в меньшей степени. Твердые грунты в северной части бухты представлены выходами коренных пород, а в центральной части – дамбой, находящейся на расстоянии 10-15 м от берега и тянущейся вдоль него на 1,2 км. Мягкий грунт данного участка – это в основном ракушечниковый песок средней зернистости; заиленные участки расположены в южной части бухты в районе Канала, который также является источником поступления в бухту вод пониженней солености. Кроме того, на втором участке имеются места с ракушечниковым грунтом. Глубины на основной части акватории участка от уреза воды плавно поникаются до 8 м. В бухте Камыш-Бурунская имеются обширные площади, покрытые зостерой, есть также и участки зарослей цистозиры, преимущественно в северной части бухты и у дамбы.

Участок III представляет собой открытое обрывистое побережье Керченского пролива. Дно здесь покрыто средне- и крупнозернистым ракушечниковым песком и ракушечником (непосредственно в прибойной зоне). Твердые грунты представлены выходами коренных пород на мысах и на некотором отдалении – в 150-250 м от берега, а также россыпями гальки в прибойной зоне. Глубины плавно увеличиваются и на расстоянии 250-300 м от уреза воды составляют 5-7 м. Растительность представлена на мелководье зелеными, бурыми и красными нитчатыми водорослями *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Ulva*, *Enteromorpha*, *Ceramium*, *Ectocarpus*, а на глубинах более 1 м – зарослями *Cystoseira* и *Polysiphonia*. Кроме того, на отдельных участках района имеются редкие заросли *Zostera noltii*.

Участок IV (о. Тузла) – это песчаная коса в центральной части Керченского пролива, которая когда-то была соединена с восточным берегом, но затем узкая песчаная перемычка была размыта сильными течениями. Максимальная протяженность по прямой составляет 6,2 км, а ширина – до 1 км. Коса ориентирована с юго-востока на северо-запад. Берега открыты, береговая линия ровная. Грунт дна представлен как мелкозернистым песком, так и ракушечником, в составе которого преобладают крупные осколки и целые створки раковин моллюсков, характерных для мягких грунтов (*Cerastoderma*, *Chamelia*, *Lentidium*, *Mya* и т.п.). С северо-восточной стороны косы находятся отмели, и метровая изобата располагается на расстоянии около 40 м. Уклон дна с юго-западной стороны Тузлы более крут, и метровая изобата расположена здесь ближе, хотя у южного берега косы также находится отмель. За изобатой в 2 м песчаный биотоп сменяется зарослями *Zostera noltii*.

Рассмотренные выше условия обитания определяют видовой состав и характер пространственного распределения бычков в исследуемом районе (таблица).

Пространственное распределение различных представителей семейства Gobiidae исследуемого района носит в разной мере выраженный агрегированный (мозаичный) характер. Размер и плотность скоплений определяются проявлением экобиологических особенностей отдельных видов (толерантности, пищевых предпочтений и др.) в гетерогенной среде и характером распределения основных их ресурсов. Большинство видов бычков концентрируются возле крупных объектов как природного, так и искусственного происхождения, лежащих на дне. Часть видов, однако, имеет более равномерное распределение, хотя и они предпочитают держаться группами по 4-8 особей. Такое распределение характерно, в частности, для бычков рода *Pomatoschistus*, обитающих на песчаном грунте.

Анализ таблицы позволяет сделать некоторые обобщения о частоте встречаемости и распределении бычков в различных участках исследуемого района.

Так, к доминирующим видам (с частотой встречаемости более 10 %) можно отнести бычка-кругляка, бычка-сурмана и бычков рода *Pomatoschistus*, а также бычка-рыжика, частота встречаемости которого на трех участках превышала 28 %.

В число обычных видов (с частотой встречаемости от 1 до 10 %) на всех участках мы включаем бычков песочника, ротана, мартовика и травяника. К этой же группе, по нашему мнению, относятся бычок-цуцик и бычок-травяник. Первый довольно многочисленен в бухтах северной и центральной частей пролива, а также в прибрежной зоне о. Тузла (центральная часть пролива). Здесь он по встречаемости превосходит, в частности, бычка-рыжика и бычка-сурмана. Бычок-травяник в значительном количестве отмечен в бухте Камыш-Бурунская (ее южная часть) и у о. Тузла: 6,8 % и 4,4 %, соответственно.

К редким видам (с частотой встречаемости менее 1 %) относятся бычок-ширман, звездчатая пуголовка, бычок-бланкет, черный бычок, бычок Книповича.

По характеру пространственного распределения рассматриваемых видов бычков в этих районах можно разделить на 3 группы.

К первой группе относятся бычки, которые более или менее равномерно представлены во всех 4-х участках исследуемого района. В эту группу входят бычок-сурман, ширман, ротан, мартовик (таблица, рис. 2, 3). При этом, если бычок-сурман находит благоприятные условия для обитания в прибрежной зоне всего исследуемого района, то другие виды в исследуемом районе малочисленны и нигде не создают какого-то регистрируемого скопления.

Вторую группу составляют виды, частота встречаемости которых в уловах уменьшается при движении с севера на юг. В нее входят бычки песочника, травяника и цуцика (см. таблицу, рис. 2, 4). Снижение частоты встречаемости бычка-песочника с 10,6 % в бухте Камыш-Бурунская до 1,7 % у Черноморского побережья Керченского полуострова объясняется, на наш взгляд, тем, что данный вид предпочитает распресненные воды. Отсутствие в южной части пролива бычков цуцика и травяника, по нашему мнению, связано с недостаточным количеством в указанном участке района обширных зарослей зостеры – основного биотопа этих видов бычков.

Третью группу составляют массовые виды бычков – кругляк, рыжик (рис. 2) и 2 вида рода *Pomatoschistus*. Их встречаемость в уловах при движении с севера на юг возрастает с 13,8 % в

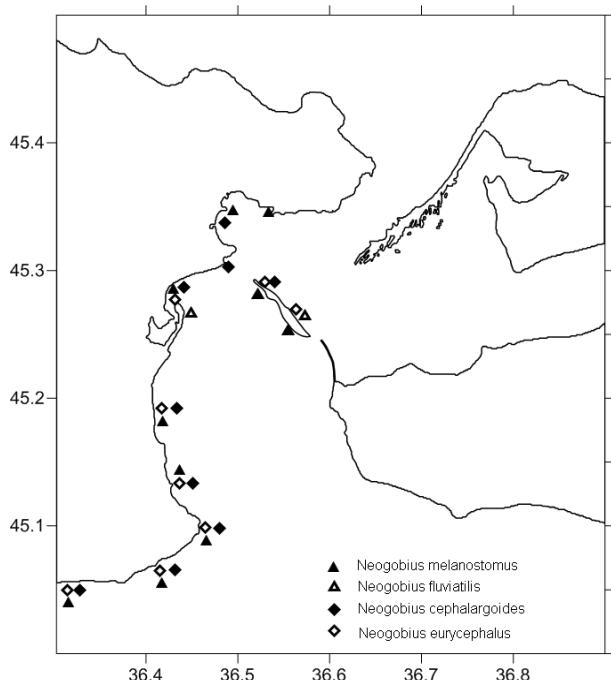


Рис. 2 Распределение бычков рода *Neogobius*

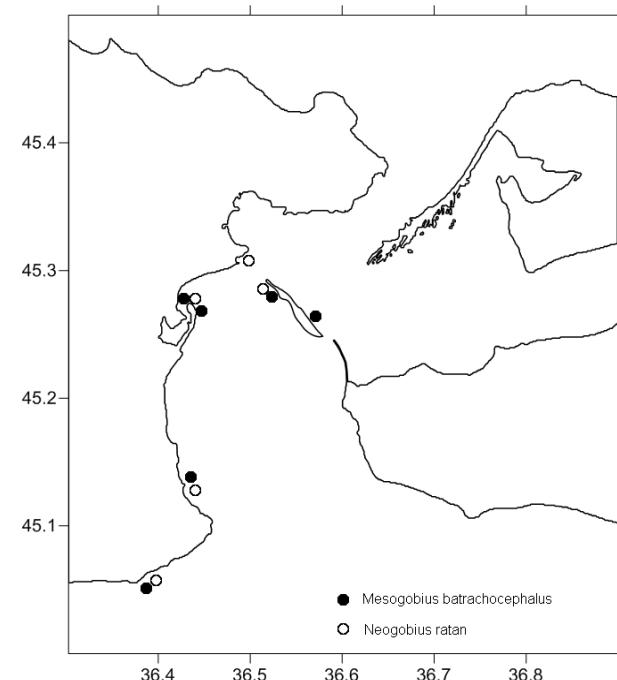


Рис. 3 Распределение бычков мартовика и ротана

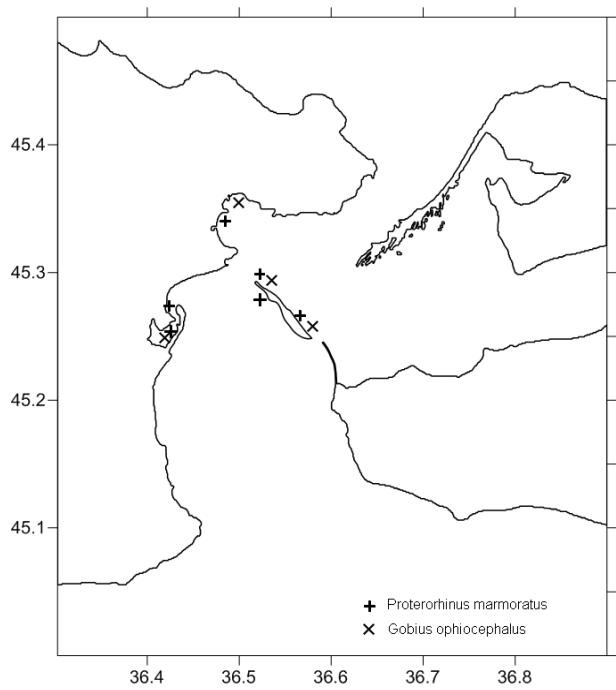


Рис. 4 Распределение бычков цуцика и травяника

дируемого района не является однородным, а изменяется в зависимости от различных факторов, таких как соленость и характер подстилающих грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Е.Д. 2007. Рыбы Черного моря // Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. М.: ВНИРО. 238 с.
2. Шаганов В.В., Милованов А.И. 2011. Видовой состав и биотопическое распределение бычковых рыб (Gobiidae) в Керченском проливе // Соврем. пробл. теор. и практич. ихтиол. : Тезисы IV междунар. конф. Одесса. С. 253-255.

Поступила 09.02.15 г.

Features of spatial distribution of gobies (Gobiidae, Perciformes) in the Kerch Strait. A. I. Milovanov.

*The data on spatial distribution of gobies in the Kerch Strait (Crimea, Black Sea) are given. The observation materials were collected in the coastal zone between the Kerch Bay and Takil Cape at the depth range of 0-7 m during March-October 2010-2013; altogether, 15 stations were carried out. The data on the gobies catches from the Black Sea anchovy and sprat nets during 2008-2011 were processed and analyzed. Habitats of the gobies dominant species (round goby *Neogobius melanostomus*, Pinchuk's goby *N. cephalargooides*, gobies of gen. *Pomatoschistus*, and mushroom goby *N. eurycephalus*) were described. Due to the gobies habitat state (hydrological conditions, bottom sediments composition), 5 zones were identified, where their species composition, abundance and frequency of occurrence differed significantly. According to the features of their spatial distribution, the studied species were divided into 3 groups: northern, central and southern parts of the Kerch Strait. The research results showed which of the gobies were distributed in the strait area comparatively evenly. It was marked that spatial distribution of gobies had an aggregation character. Among the factors, which influence spatial distribution, the main ones are distribution of bottom habitats and water salinity.*

Keywords: Kerch Strait, *Neogobius melanostomus*, *Neogobius fluviatilis*, *Neogobius eurycephalus*, *Neogobius cephalargooides*, spatial distribution, dominant species, bottom sediments, species composition, habitat, abundance

северной части пролива до 30,7 % в его южном участке для кругляка и с 6,6 % до 25,3 %, соответственно, для рыжика, что свидетельствует о том, что эти два вида в отсутствие других конкурентов могут осваивать не свойственные им местообитания. В частности, бычок-рыжик в южной части Керченского пролива вместе с бычком-сурманом являются основными представителями сем. Gobiidae в зарослях произрастающей здесь морской травы-зостеры, заменяя очень редкого здесь бычка-цуцика.

Частота встречаемости бычков рода *Pomatoschistus* закономерно возрастает при движении в южном направлении с 12,4 до 20,7 %, так как в южной части пролива основной донный биотоп – открытое песчаное дно, в то время как дно прибрежной зоны севера Керченского пролива в значительной степени покрыто зарослями зостеры или других макрофитов.

Таким образом, можно заключить, что видовой состав бычков вдоль береговой линии исследуемого района не является однородным, а изменяется в зависимости от различных факторов, таких как соленость и характер подстилающих грунтов.

АНАЛИЗ РОСТА И ВЫЖИВАЕМОСТИ ПИЛЕНГАСА В ТЕЧЕНИЕ ТРЕХЛЕТНЕГО ЦИКЛА ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ БАССЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА ФГБНУ «ЮГНИРО»

**В. Н. Туркулова, Н. В. Новоселова, Л. И. Булли, А. С. Бобова,
Ф. А. Булли, Е. А. Заиченко**

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: vnt201055@mail.ru*

Исследована динамика роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства НИБ ЮгНИРО «Заветное». Показано, что абсолютный прирост ремонтной группы за трехлетний цикл выращивания составил по массе – 205,8 г, по длине – 24,13 см. Интенсивный рост пиленгаса происходит в вегетационный период. Зимой пиленгас практически не питается, что вызывает у двухлеток и трехлеток потерю массы тела до 11-12 %. Установлено, что сеголетки лучше переносят зимовку при сходном температурном и солевом режимах содержания. Выживаемость ремонтных групп пиленгаса от начального количества мальков составила: сеголеток – 91 %, двухлеток – 81 %, трехлеток – 58 %. Показано, что при выращивании пиленгаса от молоди, полученной искусственным путем, в бассейнах с комбинированной системой водоснабжения темп роста в основном зависит от двух факторов – температуры воды и вида используемого комбикорма. Наиболее высокие значения абсолютных и среднесуточных приростов были отмечены при температуре воды 20-24 °C, кормлении стартовыми и продукционными форелевыми комбикормами фирмы «Aller Aqua» с высоким содержанием сырого протеина (от 37 до 64 %) и жира (от 9 до 28 %) и невысоким содержанием клетчатки (0,2-0,5 %). Установлено, что при потреблении форелевого комбикорма значения кормовых коэффициентов у пиленгаса практически аналогичны таковым у радужной форели.

Ключевые слова: пиленгас, динамика роста, ремонтная группа, сеголетки, двухлетки, трехлетки, темп роста, выживаемость, кормовой коэффициент

ВВЕДЕНИЕ

Представитель семейства кефалевых, вид-акклиматизант, пиленгас достиг наибольшего прогресса в ихтиофауне Азовского бассейна за последние десятилетия. После приобретения пиленгасом статуса промыслового объекта Азовского моря первый максимум его вылова Украиной пришелся на 1996 г. – 1031 т, в 1997 г. – 2600 т. Увеличение промыслового вылова пиленгаса в Азовском море отмечали вплоть до 2000 г. Второй максимум был отмечен в 2006 г. [6]. В течение последующих трех лет отмечали снижение промысловых запасов пиленгаса почти в два раза. В период с 2011 по 2013 г. была отмечена четкая тенденция снижения промыслового вылова пиленгаса в Азовском море как Украиной, так и Россией. В сравнении с 2006 г., к 2013 г. произошло снижение уловов в России в 8 раз, в Украине – в 6 раз (табл. 1).

В 2014 г. вылов пиленгаса Россией в Азовском море составил 215455 кг. Такое снижение обусловлено не только существующей естественной закономерностью флюктуации численности популяции, но и антропогенными факторами. В частности, были нарушены условия воспроизводства в основных нерестилищах Азовского моря – Молочном лимане и Восточном Сиваше. В значительной степени повлияла и возросшая с 2000 г. промысловая нагрузка на данный объект, особенно в зимний период.

Таблица 1

Вылов пиленгаса Россией и Украиной в АЧБ (данные ФГБНУ «ЮгНИРО», ФГБНУ «АзНИИРХ»), т

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
901*	1800	2802,3	2974,7	2992	1591,1	2178,8	1018,6	973,4	434,5	372,8
2463,9	4963,2	6845,5	7589,8	7132,9	5361,4	7186,7	3825,6	3530,9	1385,6	1258,4

* В числителе – данные по вылову в России, в знаменателе – в Украине, в т.ч. лиманы и озера

Одним из наиболее эффективных способов восстановления численности промысловой популяции пиленгаса является его искусственное воспроизводство и выпуск молоди в море. В ЮгНИРО разработана биотехнология искусственного воспроизводства пиленгаса, которая прошла промышленную апробацию в разных регионах России и Украины [3, 16, 24]. В соответствии с технологией сотрудниками института за период с 2006 по 2013 г. было получено и выпущено в Керченский пролив 10933600 экз. молоди пиленгаса средней массой 0,4-1,8 г.

Помимо того, что пиленгас является ценным объектом промысла, этот вид кефалей представляет огромный интерес для пастбищной и прудовой аквакультуры. Вместе с тем работы по искусственно му воспроизводству до сих пор базируются только на «диких» производителях пиленгаса, отловленных из нерестовых косяков. Данный факт обуславливает прямую зависимость результата работ от наличия достаточного количества рыб необходимой степени зрелости и качества половых продуктов, что, с учетом современных реалий, является весьма проблематичным. В сложившейся ситуации создание собственных ремонтно-маточных стад пиленгаса является одной из наиболее актуальных проблем морского рыбоводства и рыболовства. После акклиматизации пиленгаса в АЧБ многими исследователями проводились эксперименты по выращиванию пиленгаса в лиманах, прудах, садках и, в меньшей степени, в бассейнах [2, 9-11, 14, 15, 19, 21, 22]. В основном работы носили экспериментальный характер и были отрывочными. В 2012 г. ЮгНИРО начал планомерные исследования по формированию и выращиванию ремонтных групп пиленгаса методом от «икры» до «половозрелости».

В настоящей работе приведены результаты исследований роста и выживаемости ремонтной группы пиленгаса, выращиваемого от стадии малька до трехлетнего возраста комбинированным способом, подразумевающим поочередное использование бассейнов с проточной системой водоснабжения и установок замкнутого водообеспечения (УЗВ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе представлены материалы, полученные на НИБ ЮгНИРО «Заветное» за период с июля 2012 по ноябрь 2014 г. В рамках выполнения Государственной программы в 2012 г. было получено и выпущено в Керченский пролив 2336000 экз. молоди. Из них оставлено на выращивание ремонтной группы 320 экз. мальков средней массой 1,2 г.

Для выращивания ремонтной группы использовали: в летний период – бассейны объемом 6 м³, глубиной 1,2 м, с проточной системой водоснабжения, в зимний период – бассейны объемом 16 м³, глубиной 1,2 м, подключенные к замкнутой рециркуляционной системе с фильтром биологической очистки воды. Один-два раза в неделю в этих бассейнах осуществляли замену 1/3-2/3 объема воды на свежую. Для принудительной аэрации воды в бассейнах использовали аквариумные микрокомпрессоры с диффузорами. В летний период пиленгаса выращивали в бассейнах, расположенных под навесом при естественном ходе изменения температуры. В зимний период содержали в бассейнах, расположенных в утепленном цехе «коранжерейного» типа. Воду в бассейнах с пиленгасом зимой подогревали с помощью тэнов из нержавеющей стали.

В летний и осенний периоды выращивания плотность посадки в бассейне объемом 6 м³ составляла: для мальков – 53 экз./м³, сеголеток – 48 экз./м³, годовиков – 48 экз./м³, двухлеток – 43 экз./м³, двухгодовиков – 31 экз./м³, трехлеток – 31 экз./м³. В зимний и весенний периоды для бассейна объемом 16 м³ плотность посадки составляла: для сеголеток – 18 экз./м³, годовиков – 18 экз./м³, двухлеток – 16 экз./м³, двухгодовиков – 16 экз./м³, трехлеток – 12 экз./м³.

В течение трехлетнего цикла выращивания температура воды в летний период варьировала от 20 до 26,3 °C, осенью – от 8 до 22 °C, соленость воды – от 12 до 19 %. В зимний период температура изменялась от 4 до 14 °C, соленость – в пределах 14-18 % (рис. 1).

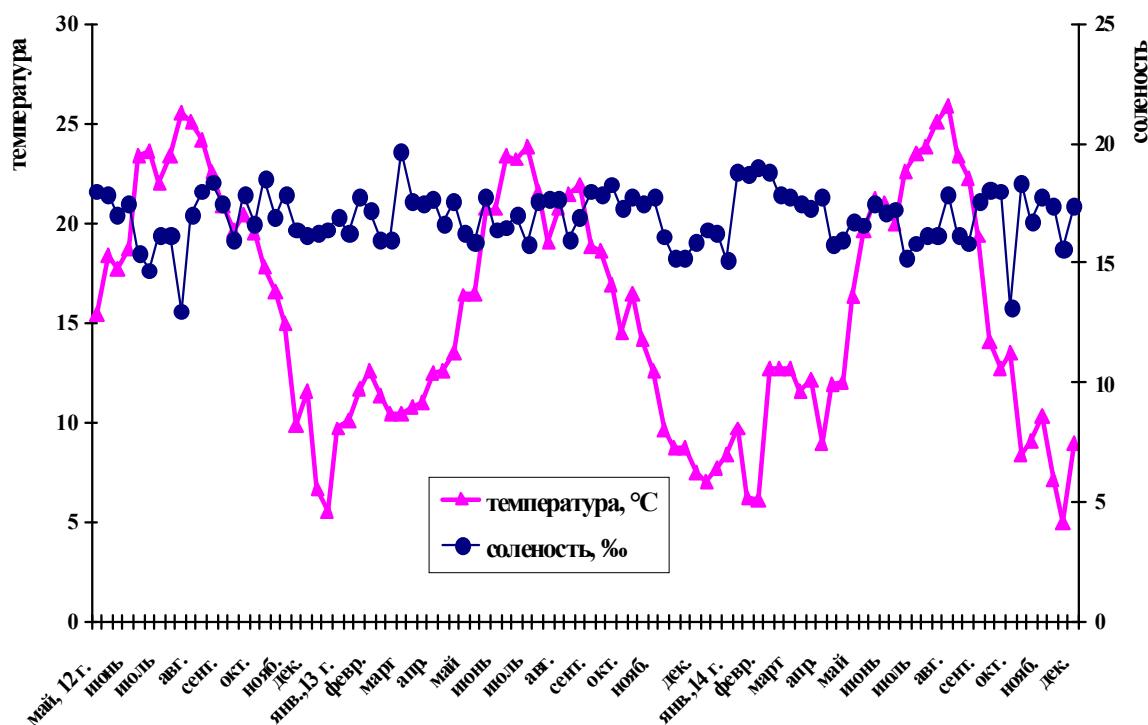


Рис. 1 Изменение температуры и солености воды в выростных бассейнах (проточных и УЗВ) при выращивании ремонтной группы пиленгаса за период 2012-2014 гг.

В период с июля 2012 г. по июнь 2014 г. использовали форелевые стартовые и производственные комбикорма производства Дании – Aller Aqua и BioMar, с июля по ноябрь 2014 г. – карповый комби-корм украинского производителя. Суточный рацион и режим кормления корректировали в зависимости от температуры воды. Кормовой коэффициент вычисляли путем деления фактических затрат комбикорма на прирост пиленгаса между контрольными обловами. За весь период выращивания трехлеток было проведено 10 контрольных обловов с целью определения линейно-весовых показателей, физиологического и ихтиопатологического состояния. Контрольная выборка варьировалась от 20 до 102 экз.

Для контроля за выживаемостью перед зимовкой и по ее окончании подсчитывали общее количество ремонтной группы. В процессе проведения бонитировок осуществляли лечебно-профилактические и санитарные мероприятия по стандартным методикам, используемым в практике рыбоводства в бассейнах.

Линейно-весовые показатели определяли по стандартной методике [12]. Абсолютный прирост массы рассчитывали по разности между начальной и конечной массой рыб [5]. Среднесуточные приrostы рассчитывали по Винбергу Г.Г., 1956 [5]. Для расчета использовали формулу $C_{ср.} \% = \left[10^{-\frac{1}{n}(\lg W_0 - \lg W_n)} - 1 \right] \cdot 100$, где W_0 – вес в начале рассматриваемого периода, W_n – вес в конце рассматриваемого периода, n – продолжительность периода в сутках, $C_{ср.} \%$ – средний суточный прирост в %.

Для обработки материала использовали методы общепринятой вариационной статистики [7, 13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 и 3 приведены данные, характеризующие изменение линейно-весовых показателей пиленгаса в процессе его выращивания от стадии малька до трехлетки. Из представленных материалов видно, что наибольшая вариабельность по массе и длине тела отмечается у молоди, наименьшая – у трехлеток. Это свидетельствует о том, что исходно мальки были получены от разных самок и выращивали их при неодинаковой плотности посадки, т.к. основной целью проводимых работ являлось их массовое получение, подрашивание до средней стандартной навески 1-2 г и выпуск в море. Молодь, отобранный для формирования ремонтной группы, выращивали в одном бассейне в условиях «элитных» условиях по всем критериям: разреженная плотность посадки, комбинированное кормление живыми и искусственными стартовыми кормами с добавлением комплекса витаминов, высокий уровень содержания растворенного в воде кислорода, интенсивный водообмен, поддержание оптимального температурного и солевого режимов, осуществление комплекса лечебно-профилактических мероприятий и т.п. Данный факт позволил в значительной степени уменьшить вариабельность молоди по длине и массе тела. Если у мальков в июле коэффициент вариабельности составлял по массе 72,47 %, длине – 25,10 %, то у сеголеток к началу ноября он уменьшился по массе в 1,6 раза, по длине – в 2,5 раза. По мере роста пиленгаса вариабельность рыб по массе и длине планомерно снижалась и достигла у трехлеток 14,79 и 5,88 %, соответственно.

Абсолютный прирост ремонтной группы за трехлетний цикл выращивания составил по массе – 205,8 г, по длине – 24,13 см. Интенсивный рост пиленгаса происходил в вегетационный период. Зимой пиленгас практически не питался, что вызвало у двухлеток потерю в весе. При этом необходимо отметить, что сеголетки лучше перенесли зимовку при сходном температурном и солевом режимах содержания, что отразилось на положительном приросте по массе и длине тела в среднем на 5 г и 2,37 см, соответственно.

На рис. 2 приведены кривые, характеризующие весовой и линейный рост пиленгаса в течение 29 месяцев выращивания в бассейнах НИБ «Заветное» на фоне сезонного изменения температуры и солености воды, определяемой характером течений в Керченском проливе.

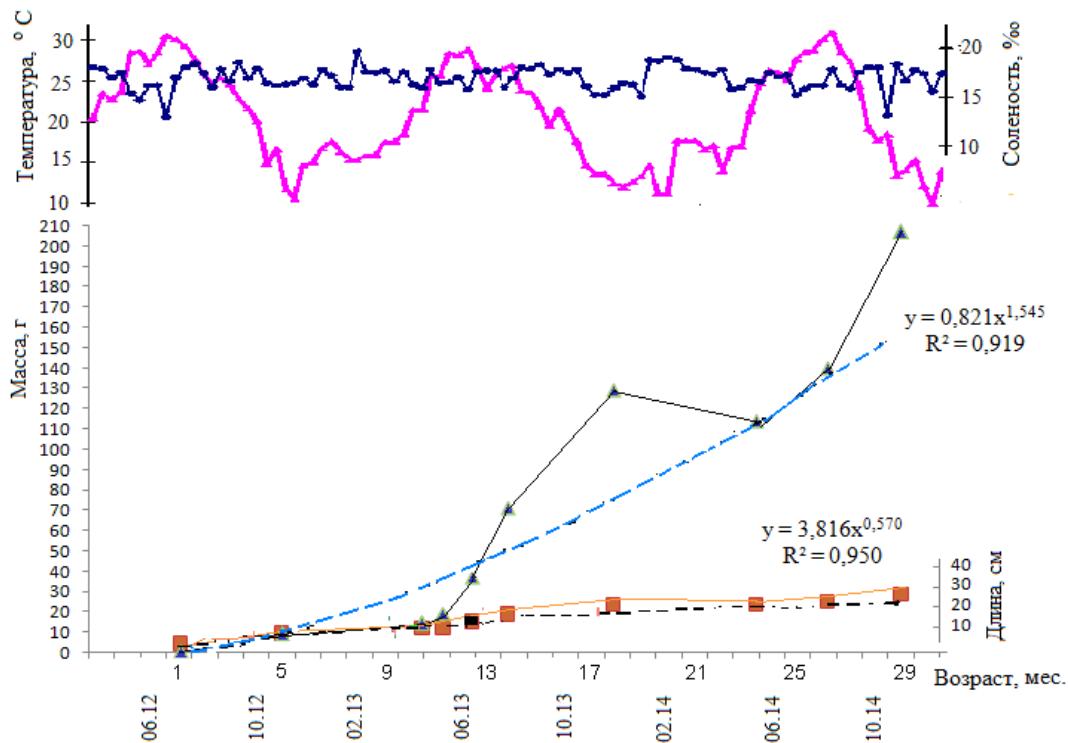


Рис. 2 Динамика линейно-весового роста ремонтной группы пиленгаса за период 2012-2014 гг.

Таблица 2

Характеристика линейно-весовых показателей ремонтного стада пиленгаса (2012-2013 гг.)

Показатели	Дата облова					
	n	17.07.12	n	17.11.12	n	26.04.13
Масса тела, г	37	1,2±0,13 0,04-4,23	102	9,37±0,41 5,0-30,0	72	14,37±0,60 5,0-30,0
Min-max		0,81	4,13		5,10	10,0-35,0
σ		72,47	44,03		35,48	7,02
CV						36,58
Длина тела, см	37	4,27±0,18 1,5-7,2	102	9,24±0,10 7,2-13,3	72	11,61±0,14 9,3-15,7
Min-max		1,07	0,97		1,21	1,27
σ		25,10	10,47		10,40	1,92
CV						10,62
Упитанность по Фультону, Ky(Φ)	37	1,21±0,03 0,75-1,67	102	1,15±0,03 0,47-2,38	72	0,90±0,03 0,49-1,88
Min-max		0,19	0,28		0,22	0,13
σ		15,42	24,47		24,58	0,15
CV						11,68
Абсолютный прирост по массе, г		8,17	5,0		4,83	14,75
Абсолютный прирост по длине, см		4,97	2,37		0,36	17,8
Среднесуточный прирост по массе, г/сут.		0,07	0,03		0,21	3,11
Среднесуточный прирост по длине, см/сут.		0,04	0,01		0,02	0,54
						0,09

Таблица 3

Характеристика линейно-весовых показателей ремонтного стада пиленгаса (2013-2014 гг.)

Показатели	Дата облова					
	n	02.08.13	n	03.12.13	n	18.05.14
Масса тела, г	52	71,1±2,86	89	129,4±3,59	20	114,0±9,04
Min-max	35-130		55-230		40-200	90-220
σ	20,25		33,86		40,44	35,30
CV	28,50		26,17		35,48	25,29
Длина тела, г	52	18,85±0,26	89	23,5±0,21	20	23,6±0,51
Min-max	16-25,0		18,0-28,0		18,0-28,0	22,0-27,5
σ	1,88		1,99		2,30	1,56
CV	9,99		8,46		9,73	6,26
Упитанность по Фульвону, Ky(Φ)	52	1,04±0,01	89	1,0±0,01	20	0,83±0,02
Min-max	0,57-1,26		0,58-1,30		0,66-1,02	0,66-1,03
σ	0,10		0,10		0,11	0,12
CV	9,44		10,29		13,37	13,28
Абсолютный прирост по массе, г	34,06	58,34	—	—	26,0	67,0
Абсолютный прирост по длине, см	3,77	4,65	0,10	1,40	—	3,40
Среднесуточный прирост по массе, г/сут.	0,83	0,48	—	0,31	—	0,78
Среднесуточный прирост по длине, см/сут.	0,09	0,04	0,001	0,02	0,04	0,04

Изменение длины и массы тела пиленгаса с возрастом характеризуется хорошо выраженной аллометрией и удовлетворительно аппроксимируется степенной функцией. Зависимость массы и длины тела рыб от возраста описывается уравнениями:

$$y = 0,821 \cdot x^{1,545} (r = 0,960)$$

и

$$y = 3,816 \cdot x^{0,570} (r = 0,975), \text{ соответственно.}$$

Оба уравнения характеризуются высокими коэффициентами детерминации ($R_1=0,919$ и $R_2=0,950$). Из представленных данных видно, что темп роста пиленгаса, как и у всех видов рыб, определяется температурным режимом. Поскольку это теплолюбивый вид, значимое увеличение прироста по массе и длине тела отмечается на фоне повышения температуры до 20-26 °C.

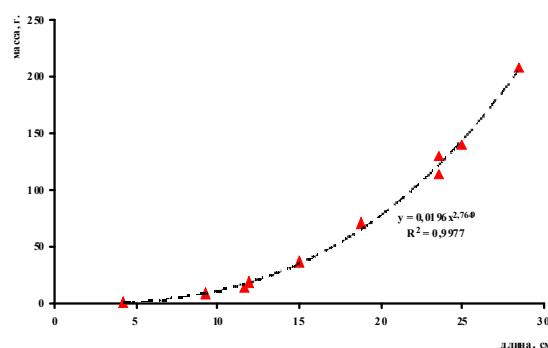


Рис. 3 Изменение соотношения массы и длины тела у пиленгаса при выращивании в бассейнах НИБ «Заветное» в период с 2012 по 2014 г.

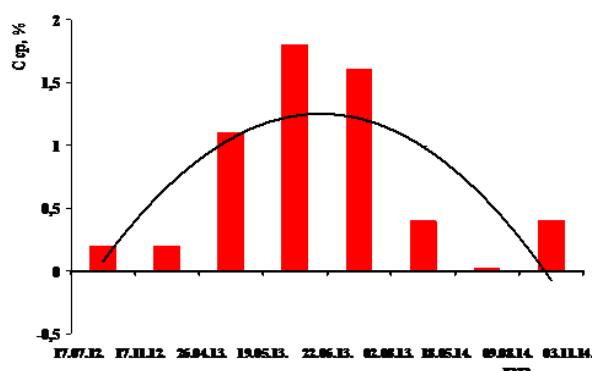


Рис.4 Среднесуточная скорость роста пиленгаса в период выращивания от малька до трехлетки

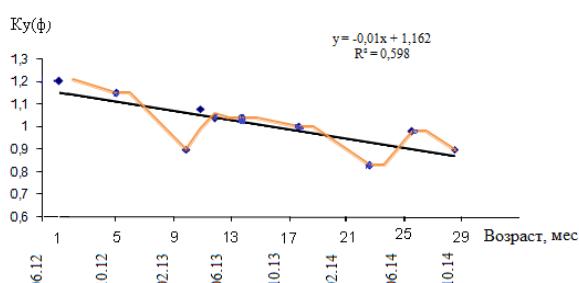


Рис. 5 Изменение коэффициента упитанности ремонтной группы пиленгаса за период 2012-2013 гг.

На рис. 3 приведены данные, иллюстрирующие изменение соотношения средних показателей массы и общей длины тела пиленгаса в процессе его роста. Зависимость массы тела от его длины описывается степенным уравнением $y = 0,0196 \cdot x^{2,769}$ ($r = 0,999$) с высоким коэффициентом детерминации $R_2=0,9977$. Обращает на себя внимание, что степенной коэффициент уравнения близок к 3, что свидетельствует об изометрическом росте, характерном для большинства рыб.

На рис. 4 приведены данные по динамике среднесуточных приростов массы пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания. Максимальные приrostы отмечены при выращивании двухлеток в вегетационный период 2013 г. В 2014 г. скорость весового роста значительно снизилась, что было обусловлено несколькими факторами – длительной болезнью после зимовки, вынужденным переходом на кормление карповым кормом вместо высококачественного форелевого комбикорма. Максимальные значения среднесуточных приростов (1,5-1,8 %) отмечены на фоне подъема температуры воды в бассейнах от 18 до 24 °C. В зимний период выращивания трехлеток пиленгаса в 2014 г. произошла потеря массы тела.

На рис. 5 приведены данные по изменению коэффициента упитанности (по Фультону) пиленгаса в течение всего периода выращивания (от малька до трехлетнего возраста). Зависимость коэффициента упитанности от возраста рыб хорошо аппроксимируется линейной функцией ($r=-0,77$).

Такая зависимость характерна для большинства рыб, т.к. у молоди, в связи с увеличением массы тела почти в 100 раз (от личинки до сеголетки) за относительно короткий временной промежуток, коэффициент упитанности выше, чем у рыб старших возрастных групп с преоблада-

нием линейного роста над весовым. Величина коэффициента детерминации ($R^2=0,598$) свидетельствует о влиянии на величину коэффициента упитанности и других факторов, в частности температуры. На рисунке хорошо видно, что в период зимовки коэффициент упитанности снижается.

В табл. 4 приведены данные, характеризующие фактические затраты гранулированных комбикормов, кормовой коэффициент и выживаемость за весь период выращивания ремонтной группы пиленгаса от малька до трехлетнего возраста.

Таблица 4

Фактические затраты гранулированных комбикормов, кормовой коэффициент и выживаемость при выращивании ремонтной группы пиленгаса за период 2012-2014 гг.

Показатели	Годы		
	2012	2013	2014
Возрастная категория	мальки, сеголетки	годовики, двухлетки	двуухгодовики, трехлетки
Начальное количество рыбы,			
экз.	320	285	229
кг	0,384	4,104	26,106
Конечное количество рыбы,			
экз.	290	258	184
кг	2,726	33,385	38,088
Начальная средняя масса, кг	0,0012	0,0144	0,1140
Конечная средняя масса, кг	0,0094	0,1294	0,2070
Общий прирост, кг	2,342	29,281	11,982
Характеристика комбикорма	Фирма Aller Aqua (Дания) форелевый стартовые, Aller Futura, группа «0», «00», крупка размером 0,1-0,6 мм	Фирма Aller Aqua (Дания) форелевый продукционные Aller Silver, группа XS (3 мм) Aller Bronze группа M (6 мм)	Фирма BioMar (Дания) продукционные: форелевые, сиговые Efiko Alpha 790, размер гранул 3,0 мм Изюмский комбикормовый завод (Украина) карповый К-III/3 гранулы 8,0 мм
Фактические затраты комбикорма, кг	6,0	60,820	65,070
Кормовой коэффициент, ед.	2,56	2,08	5,43
Выживаемость по этапам выращивания, %	91	91	80
Выживаемость от мальков, %	91	81	58

Выращивание сеголеток. Из представленных данных видно, что выход сеголеток от мальков был высоким и составил 91 %. За 4 месяца выращивания общий прирост массы молоди достиг 2342 г, фактические затраты стартового форелевого комбикорма – 6,0 кг и, соответственно, кормовой коэффициент – 2,56 ед. В этот период использовали стартовый корм «Aller Futura» – корм экстра-класса для лососевых и осетровых рыб, содержание протеина в котором составляет 64 %, жира – 9-12 %. В его состав входит иммуностимулятор MacroVital, обеспечивающий рыбам высокую выживаемость и жизнестойкость. Состав MacroVital: бета-глюкан+дополнительные витамины. Глюкан – это вещество из класса гликозидов, получаемое из клеточных стенок пивных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Корм «Aller Futura» обладает чрезвычайно высокой эффективностью. Кроме того, корм с глюканом позволяет повысить выживаемость рыб, обеспечивает хорошую устойчивость рыб к болезням и стресс-факторам.

При выращивании молоди форели от массы 0,5 г до 10 г и использовании корма «Aller Futura» в диапазоне температуры 16-24 °С кормовой коэффициент варьирует от 1,2 до 4,4 ед., составляя в среднем 2,45 ед.

Таким образом, полученные нами фактические данные по величине кормового коэффициента для молоди пиленгаса согласуются с таковым для радужной форели, выращиваемой в пресной воде.

Выращивание двухлеток. Из представленных данных видно, что выход годовиков после зимовки был высоким – 98 %. Выживаемость двухлеток за летний период была также высокой и составила 91 %, от мальков – 81 %. За 4 месяца выращивания общий прирост массы двухлеток достиг 29,281 кг, фактические затраты производственного форелевого комбикорма составили 60,280 кг и, соответственно, кормовой коэффициент – 2,08 ед. Используемый комбикорм «Aller Silver» – высококачественный плавающий корм для карпа, форели, сома и осетровых рыб. Это средненергетический производственный корм, который эффективно работает в различных условиях выращивания. Применяется для выращивания в садках, бассейнах и прудах в стандартных условиях. В корме присутствуют зерна пшеницы и другие злаковые, поэтому он легко усваивается и переваривается рыбами. Богатый комплекс витаминов, минералов, микроэлементов и других высококачественных ингредиентов в корме обеспечивает повышенную сопротивляемость к болезням. В состав входят такие компоненты, как рыбная мука, соя, кровяная мука, пшеница, рыбий жир, а также минералы, витамины и микроэлементы. Содержание сырого протеина достигает 37 %, сырого жира – 12 %, углеводов – 31 %, золы – 7 %, клетчатки – 4 %. Общая энергия корма достигает 4660/19,5 Ккал/МДж, перевариваемая энергия – 3655/15,3 Ккал/МДж. Комбикорм «Aller Bronze» 45/15 также является экструдированным производственным кормом для осетровых и радужной форели. Содержание сырого протеина достигает 45 %, сырого жира – 15 %, углеводов – 21 %, золы – 8 %, клетчатки – 0,2-0,5 %. Общая энергия корма достигает 4915/20,5 Ккал/МДж, перевариваемая энергия – 3887/16,2 Ккал/МДж. При выращивании двухлеток радужной форели в пресной воде в диапазоне температуры от 14 до 24 °С кормовой коэффициент варьирует от 1,7 до 2,4 ед., составляя в среднем 2,15 ед.

Полученные фактические данные по выращиванию годовиков и двухлеток пиленгаса в морской воде в условиях НИБ «Заветное» с использованием производственных форелевых комбикормов «Aller Silver» и «Aller Bronze» аналогичны таковым при бассейновом выращивании в пресной воде радужной форели. Вместе с тем экспериментальными исследованиями ЮгНИРО показано, что при выращивании сеголеток и двухлеток радужной форели в садках в морской воде (оз. Донузлав) при использовании производственных форелевых комбикормов «Aller Safir» с гранулами 3 мм XS и 4 мм S датской фирмы «Aller Aqua» кормовой коэффициент составил 0,98 ед., а двухлеток и трехлеток пиленгаса – 1,0 ед. [20, 21]. Расчетный кормовой коэффициент корма «Aller Safir» для выращивания радужной форели в садках в пресной воде также составил 1,0 ед.

Таким образом, можно сделать предварительный вывод о том, что более низкий кормовой коэффициент обусловлен либо большей эффективностью корма «Aller Safir», чем «Aller Silver» и «Aller Bronze», либо преимуществом садкового метода выращивания в сравнении с бассейновым.

Выращивание трехлеток. Выход двухгодовиков пиленгаса после зимовки составил 89 %. Несмотря на высокий выход после зимовки, практически все особи пиленгаса были ослаблены, отмечалась потеря в массе до 11,9 % от таковой в ноябре 2013 г. Пиленгас довольно длительный период не переходил на активное питание. На фоне резкого подъема температуры воды (в отдельные дни достигавшей 26-29 °С) произошла гибель 20 % рыб. Таким образом, выход трехлеток от двухгодовиков составил 80 %, а выход от мальков – 58 %. За 6 месяцев выращивания общий прирост массы трехлеток достиг 11,982 кг, фактические затраты производственного форелевого комбикорма – 65,070 кг и, соответственно, кормовой коэффициент – 5,43 ед. В течение мая-июня 2014 г. использовали производственный комбикорм «Efiko Alpha 790», с июля были вынуждены перейти на карповый комбикорм К-III/3.

«Efiko Alpha 790» – экструдированный высокоэнергетический корм, рекомендуемый для лососевых, осетровых, сиговых видов рыб практически в любых условиях выращивания. Высокие темпы роста рыбы, хорошая поедаемость и отличные физические качества гранул корма являются наиболее его важными ключевыми характеристиками. При разработке «Efiko Alpha 790» особое внимание

было уделено получению структуры фекалий, что облегчает удаление их из воды. В связи с этим данный вид комбикорма также хорошо подходит для современных хозяйств с замкнутым циклом водоснабжения, для которых эффективная фильтрация и поддержание чистоты водной среды имеют особо важное значение. В корме «Efiko Alpha 790» содержание протеина составляет 42 %, содержание жира – 28 %. Карповый комбикорм К-III/3 применяется для кормления двухлеток и трехлеток прудовых рыб и карпа. Применение этой разновидности комбикорма значительно ускоряет процесс выращивания рыб до товарного веса, способствует повышению сопротивляемости организма рыб болезням и укреплению иммунитета. При употреблении комбикорма К-111 у карповых рыб не наблюдаются заболевания пищеварительной системы и других внутренних органов. В состав комбикорма для прудовых рыб и карпа К-111 входят такие компоненты, как зерновая группа – 55 % (трикале, ячмень, пшеница, мука пшеничная), белковая группа – 44 % (шрот подсолнечный, мука мясокостная, провит, шрот соевый), минерально-витаминная группа – 1 % (поваренная соль, монокальцийфосфат, фосфат дефторированный, премикс с ферментом). Содержание К-111: сырого протеина – 23,0 %, сырого жира – 2,642 %, сырой клетчатки – 7,408 %, обменной энергии – 12,63 Мдж. По содержанию протеина и жира карповый комбикорм уступает любому виду производственных кормов, используемых для выращивания лососевых, осетровых и сиговых видов рыб. Содержание сырого протеина в карповом комбикорме в 1,8-2 раза ниже, а клетчатки почти в 15 раз выше, чем в форелевых комбикормах.

Очевидно, что при выращивании в условиях НИБ «Заветное» снижение темпа роста трехлеток пиленгаса в первую очередь было обусловлено переходом на низкобелковый карповый комбикорм. Аналогичные результаты были получены и при выращивании ремонтно-маточного стада пиленгаса в бассейнах и садках экспериментального кефалевого завода (ЭКЗ) объединения ЧПОРП «Антарктика» на Шаболатском лимане Одесской области и сотрудниками Бердянского отделения ЮГНИРО на Молочном лимане [2, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ представленных данных показал, что при выращивании пиленгаса от молоди, полученной искусственным путем, в бассейнах с комбинированной системой водоснабжения темп роста в основном зависит от двух факторов – температуры воды и вида используемого комбикорма. Наиболее высокие значения абсолютных и среднесуточных приростов были отмечены при температуре воды 20-24 °С, кормлении стартовыми и производственными форелевыми комбикормами фирмы «Aller Aqua» с высоким содержанием сырого протеина (от 37 до 64 %) и жира (от 9 до 28 %) и невысоким содержанием клетчатки (0,2-0,5 %). Вероятно, это связано с экологией питания пиленгаса в естественных условиях. Известно, что ранняя молодь всех видов кефалевых питается зоопланктоном. К осени сеголетки переходят на питание детритом. У молоди, сеголеток и двухлеток в кишечниках содержится 72,7 % детрита, 9,2 % грунта и до 10 % фитопланктона к массе рыбы. Взрослые особи пиленгаса – типичные детритофаги: 95 % и более пищевого комка по массе составляет ил, обогащенный биогенной органикой (около 80 %) и 20 % грунта. Иногда пищей являются живые организмы, живущие в грунте, они могут составлять до 6 % к массе [8]. Являясь детритофагами, все кефали в экосистеме выполняют роль консументов, как и хищные рыбы, питающиеся «живой» органикой. Это обуславливает высокую потребность пиленгаса в белке органического происхождения. Пиленгас, утилизируя детритные массы, способен как объект пастбищного культивирования не только существенно повысить промысловую продуктивность, но и значительно улучшить экологическую обстановку в эвтрофированных водоемах, что позволяет рекомендовать его как биомелиоратора не только для заливов, лиманов, но и других солоноватоводных водоемов южных регионов России, в первую очередь в Крыму [1, 4, 17, 18, 23].

Подводя итог, необходимо отметить, что успешное освоение пресноводных и солоноватоводных водоемов России пиленгасом в значительной степени зависит от решения вопроса его воспроизведения в условиях рыбоводных предприятий, производства достаточного количества рыбопосадочного материала и от более широкой популяризации этого нового объекта аквакультуры. Поскольку в

последние четыре года промысловые уловы пиленгаса в бассейне Азовского моря резко снизились, а его основное нерестилище (Молочный лиман) практически исчезло, возникает острая необходимость строительства рыбопитомника в Крыму с собственным ремонтно-маточным поголовьем. Разработкой специальной рецептуры гранулированных комбикормов для кефалевых видов рыб до настоящего времени никто не занимался. При промышленном получении молоди и использовании пиленгаса в качестве объекта индустриальной, пастбищной и прудовой аквакультуры эта проблема станет насущной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев Ю.И. 1991. Современное состояние и перспективы интенсивного рыбохозяйственного использования Кизилташских лиманов // Актуальные вопросы экологии и охраны экосистемы Черноморского побережья. Краснодар. С. 241-242.
2. Баденко Л.В. 1987. Физиолого-биохимическая характеристика кефали пиленгаса при формировании и рыбоводном освоении маточного стада в условиях Молочного лимана (Северное Приазовье) // Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря : Тез. докл. Ч.П. Аквакультура. Всес. конф. / Баденко Л. В. Ростов-на-Дону. С. 8.
3. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. 1996. Составители: Куликова Н.И., Шекк П.В. и др. Керчь: ЮГНИРО. 24 с.
4. Бушуев С.Г. 2004. Проблемы развития товарных рыбоводных хозяйств на соленых лиманах Одесской области // Проблемы естественного и искусственного воспроизводства рыб в морских и пресноводных водоемах : Тез. междунар. конф. 9-10 июня 2004 г. Ростов-на-Дону. Ростов-на-Дону. С. 24-26.
5. Винберг Г.Г. 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Белорус. ун-т. 253 с.
6. Довбыш О.Э., Губанов Е.П., Шляхов В.А. 2010. Ресурсы рыболовства в Черном и Азовском морях: проблемы изучения и использования. Рыбное хозяйство Украины. № 5. С. 6-15.
7. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.
8. Мизюркина А.В. 1981. Рост пиленгаса в Амурском заливе / Мизюркина А.В., Марковцев В.Г. М. Т. 21. Вып. 4. С. 745-748.
9. Поляруш В.П., Овечко В.Ю., Шевцова Г.Н., Иванова В.П. 1996. Основы технологии выращивания товарной кефали пиленгаса в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами в пресноводных прудах // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : Тез. докл. Междунар. симпоз. Краснодар. С. 54-55.
10. Поляруш В.П., Овечко В.Ю., Шевцова Г.Н., Иванова В.П. 1999. Использование водохранилищ для получения товарного пиленгаса и посадочного материала // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : Тез. докл. 2-го Междунар. симпоз. Краснодар. 161 с.
11. Поляруш В.П., Шевцова Г.Н., Овечко В.Ю., Иванова В.П. 2001. Роль пиленгаса в прудовой поликультуре // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : Материалы докл. научно-практич. конф., сентябрь, 24-27, 2001 г., Адлер, Россия. Краснодар. 226 с.
12. Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая пром-ть. 374 с.
13. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. 1967. Минск: Высшая школа. 328 с.
14. Семененко Л.И. 1989. Результаты разведения дальневосточного пиленгаса в Азовском и Черном морях // Тез. докл. междунар. симпоз. по современным проблемам марикультуры в социалистических странах / Семененко Л.И., Булли А.Ф., Фитингов Е.М. С. 120-123.
15. Семененко Л.И. 1988. Опыт кормления дальневосточной кефали пиленгаса при искусственном выращивании в Азовском море // Корма и методы кормления объектов марикультуры. М.: ВНИРО. С. 60-69.
16. Способ разведения кефали піленгасу: Пат. 28426 Україна, МПКБАОІК 61/00. Кулікова Н.Й., Шекк П.В., Туркулова В.М., Буллі Л.І. № 97020525 / Заявл. 07.02.97. Опубл. 16.10.2000. Бюл. № 5.26.
17. Старушенко Л.И. 1998. Пиленгас может решить проблемы лиманного рыбоводства ВНИЭРХ // Сер. Аквакультура. М. Вып. 6. С. 2-20.
18. Туркулова В.Н. 2007. Современное состояние и перспективы развития товарного кефалеводства в морских водоемах Украины // Нагальні проблеми розвитку господарства України : Матеріали семінарів, проведених 13 та 14 червня 2007 року під час виставки «FishExpo-2007». С. 48-58.

19. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Гетта С.А., Борткевич Л.В. 2004. Перспективы выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы в солоноватоводных водоемах НИБ «Сиваш» ЮгНИРО // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Рибне господарство. Київ. Вип. 63. С. 234-236.
20. Туркулова В.Н. 2010. Предварительные данные по биотехнике выращивания радужной форели в морских садках в условиях Крымского побережья Украины // Водні біоресурси і аквакультура. ІРГ. К.: ДІА. С. 167-171.
21. Туркулова В.Н., Имамова О.А. 2012. Опыт садкового выращивания пиленгаса *Liza haematocheilus* (TemmincketSchlegel, 1845) = *Mugil so-iuy* (Basilewsky) в озере Донузлав // Сборник научных работ по итогам научной конференции студентов КГМТУ (апрель 2012). С. 35-41.
22. Шекк П.В., Куликова Н.И. 2005. Марикультура рыб и перспективы ее в Черноморском бассейне // Монография. К.:КНТ. 308 с.
23. Шекк П.В., Ровнин А.А. 1991. Перспективы повышения рыбопродуктивности соленых лиманов северо-западного Причерноморья // Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне : Сб. научных трудов. М.: ВНИРО. С. 4-20.
24. Шекк П.В., Куликова Н.И., Федулена В.Н., Яровенко Л.В., Макухина Л.И., Були А.Ф., Воля Е.Г. 1993. Методические указания по разведению кефали-пиленгаса в водоемах юга Украины. К.: Укррыбхоз. 19 с.

Поступила 16.03.15 г.

Analysis of so-iuy mullet growth and survivability rate during the 3-year rearing cycle in conditions of the indoor fish farm of the Federal State Budgetary Scientific Institution «YugNIRO».
V. N. Turkulova, N. V. Novoselova, L. I. Bulli, A. S. Bobova, F. A. Bulli, Y. A. Zaichenko. The dynamics of so-iuy mullet growth and survivability rate is studied for the 3-year rearing cycle in conditions of the indoor fish farm «Zavetnoe» (Kerch, Crimea, Black Sea). The data were collected from June 2012 to November 2014. It is shown that the absolute growth rate of the replacement stock during the 3-year rearing cycle was 205.8 g by mass and 24.13 cm by length. Rapid growth of the so-iuy mullet occurred during the vegetative period. The species almost did not feed in winter, thus causing two- and three-year-olds to lose body weight up to 11-12 %. It is found out that fingerlings handled overwintering better under the similar temperature and salinity conditions. The survivability rate from the initial juveniles number of the so-iuy mullet replacement stock was: 91 % for fingerlings, 81 % for two-year-olds, and 58 % for three-year-olds. It is shown that in case of so-iuy mullet rearing from the juveniles obtained artificially, in the basins with a complex water supply system, the growth rate depended mainly on two factors: water temperature and the compound feed type used. The highest values of absolute and daily average growth rates were observed under the water temperature 20-24 °C and feeding with «Aller Aqua» hatchery and broodstock trout compound feeds with high crude protein (from 37 to 64 %) and fat (from 9 to 28 %) content and with low content of fibre (0.2-0.5 %). It is indicated that the values of so-iuy mullet nutritive ratios are almost entirely similar to those of rainbow trout, when feeding on trout compound feed.

Keywords: so-iuy mullet, replacement stock, fingerlings, two-year-olds, three-year-olds, growth rate, survivability rate, nutritive ratio, artificial feeds, water temperature

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ИХТИОФАУНЫ, ПРИЛАВЛИВАЕМОЙ В ВЕНТЕРИ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ЛОВЕ ТРАВЯНОЙ КРЕВЕТКИ (*PALAEMON ADSPERSUS*) В МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Е. А. Замятин, А. М. Сёник

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: evgeniya_zamyatina@mail.ru*

*Изучен видовой состав прилова рыб в вентери при изучении миграции травяной креветки (*Palaemon adspersus Rathke, 1837*) в прибрежной части Крымского полуострова (Черное море). В течение 2012-2014 гг. в Керченском проливе, оз. Донузлав и Каркинитском заливе в ночные времена устанавливали вентери на глубинах от 0,5 до 2,0 м с экспозицией не более 24 часов. Улов из каждого вентеря анализировали по видам, всего проанализировано 578 уловов. За период наблюдений в составе прилова из вентерей выявлено 27 видов из 21 рода, 19 семейств, 10 отрядов. На основании полученных данных проводится сравнительный анализ видового состава прилова гидробионтов в вентери из изученных прибрежных районов Крымского полуострова. Наиболее видовое разнообразие в приловах отмечено в Керченском проливе – 19 видов, наименьшее – в Каркинитском заливе (у Бакальской косы) – всего 6 видов. В приловах оз. Донузлав выявлено 16 видов. Наиболее представительным был отряд окунеобразных – 10 видов (37 %) и отряд колюшкообразных – 6 видов (22,2 %). Существенное значение в приловах вентерей имели представители семейств атериновых и бычковых, их максимальные значения в приловах отмечены в Керченском проливе – 48 % в 2013 г.*

Ключевые слова: вентерь, прилов, ихтиофауна, *Palaemon adspersus*, Керченский пролив, оз. Донузлав, Каркинитский залив

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время широкое распространение в Российской Федерации при добывче водных биоресурсов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне получило использование стационарных ловушек вентерного типа [3, 4].

ЮГНИРО в течение ряда лет изучал пути миграции и состояние запасов травяной креветки (*Palaemon adspersus Rathke, 1837*) и возможностей ее промыслового использования. При этом использовались стационарные ловушки типа «вентерь», с сетным полотном ячей не менее 6,5 мм [5]. Кроме травяной креветки, в вентери попадали различные виды рыб в качестве прилова. В связи с этим было проведено исследование видового состава прилова в вентерные ловушки из различных районов Крымского побережья и на различных глубинах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение миграций ракообразных (травяной креветки) вдоль берегов проводили в течение 2012-2014 гг. в Керченском проливе, оз. Донузлав, имеющем постоянную связь с Черным морем, и Каркинитском заливе. Вентери (от 10 до 15 единиц) устанавливали в ночные времена на глубинах от 0,5 до

2,0 м на каждой станции с экспозицией не более 24 часов. Улов из каждого вентеря анализировали по видам. Определяли количество и общую массу каждого вида в улове. Всего проанализировано 578 уловов, каждый из которых анализировали по видам. Для определения видовой принадлежности представителей ихтиофауны использовали определитель Е.Д. Васильевой [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За период наблюдений в составе прилова из вентерей выявлено 27 видов из 21 рода, 19 семейств, 10 отрядов (таблица).

Наиболее представительным оказался отряд окунеобразных – 10 видов (37 %) и колюшкообразных – 6 видов (22,2 %) (рис. 1). Доля остальных представителей отрядов была незначительной.

Наибольшее видовое разнообразие в прилове отмечено в Керченском проливе – 19 видов. В оз. Донузлав в прилове выявлено 16 видов. Наименьшее количество видов в прилове оказалось в Каркинитском заливе (у Бакальской косы) – всего 6 видов.

Следует отметить, что Керченский пролив – один из наиболее продуктивных районов Азово-Черноморского бассейна, богатая кормовая база которого используется как бентофагами, так и планктоноядными рыбами в период миграции, нереста и нагула молоди. Вследствие этого в приловах этого водного объекта зафиксировано больше всего видов ихтиофауны.

Отдельное положение занимает оз. Донузлав. Научные данные, полученные сотрудниками ЮГНИРО и ИнБЮМ, свидетельствуют о высокой трофиности оз. Донузлав, превосходящей по этим критериям известные продуктивные, богатые жизнью прибрежные районы Черного моря. В оз. Донузлав обитает 53 вида рыб [1]. Наиболее массовыми видами являются атерина, травянник, бычок-поматосхистус, бычок-кругляк, бычок-песочник, морские иглы, зеленушка, молодь султанки. В озере нагуливаются разновозрастные группы азовско-черноморских кефалей, а в последние годы в массовом количестве и дальневосточная кефаль – пиленгас.

Распределение по биотопам происходит следующим образом. В центральном районе с песчаным грунтом и биоценозом песка с харой встречаются: бычок-кругляк, султанка, зеленушка-рябчик, атерина, сингиль, поматосхистус, собачки – морская и сфинкс. У западного берега на илисто-песчаных грунтах в биоценозе абры с рдестами и харой уловы представлены травяником, глазчатым губаном, крупным лобаном, молодью камбалы-глоссы, пиленгаса. В наиболее глубоких местах озера и вдоль канала ловятся ставрида, смарида, сарган, мерланг. В мелководьях с илистым дном в течение всего летнего сезона нагуливаются сеголетки камбалы-глоссы, черноморского калкана, сингиля, пиленгаса, лобана, атерины, султанки, луфаря, поматосхистуса.

Высокая эвригалинность кефалей, в большей степени пиленгаса, делает доступными для нагула как осолоненные, так и опресненные участки озера. Кефали покидают озеро в нерестовый период и на зимовку. Пиленгас, в отличие от черноморских кефалей, способен зимовать в замкнутых водоемах, при этом он тяготеет к распресненным участкам водоема.

Состав ихтиофауны оз. Донузлав в течение сезона претерпевает значительные изменения, которые в первую очередь связаны с температурным режимом. Осеню 59 % видов рыб мигрирует на зимовку в Черное море и в озере остаются только оседлые виды (21 вид). Наименьшие плотности скопления отмечаются в апреле ($T 8-9^{\circ}\text{C}$). В это время миграции рыб из моря не наблюдаются. В мае при температуре воды $15-16^{\circ}\text{C}$ начинается миграция годовиков сингиля, лобана, пиленгаса, а также султанки, морского карася, мальков мерланга. В июле в уловах отмечаются взрослые особи кефалей (сингиль, лобан, пиленгас), саргана, скатов. В июле и августе видовой состав не меняется, за исключением сеголетков луфаря, которые появляются в августе. В летний период имеют место нерестовые миграции в Черное море лобана, пиленгаса, а в августе-сентябре – сингиля.

Особенности состава ихтиофауны оз. Донузлав и послужили предпосылкой высокого биоразнообразия прилова из вентерей, в которых было отмечено 39 % обитающей в водоеме ихтиофауны.

Что касается прилегающей к прибрежной части Крыма акватории Каркинитского залива, то низкое видовое разнообразие ихтиофауны в приловах, по нашему мнению, определяется в большей степени недостатком кормовой базы.

Конспект ихтиофауны из вентерей за период 2012-2014 гг.

Вид	Экологическая группа	Районы лова		
		Керченский пролив	Оз. Донузлав	Каркинитский залив
<i>Alosa immaculata</i> – черноморская сельдь	Сем. Clupeidae	II М П ПФ	+	
<i>Engraulis encrasiculus</i> – европейский анчоус, хамса	Сем. Engraulidae	I М П ПФ	+	
<i>Ophidion rochei</i> – ошибень	Сем. Ophidiidae	I О Д ПФ		+
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> – средиземноморский морской налим	Сем. Phycidae	I О Д ПФ		+
<i>Liza aurata</i> – сингиль	Сем. Mugilidae	I М П ПФ	+	+
<i>Atherina hepsetus</i> – атлантическая атерина	Сем. Atherinidae	I О П ФФ	+	+
<i>A. boyeri</i> – атерина, черноморский снеток		I О П ФФ	+	+
<i>Belone belone euxini</i> – обыкновенный сарган	Сем. Belonidae	I М П ФФ	+	
<i>Gasterosteus aculeatus</i> – трехиглая колюшка	Сем. Gasterosteidae	I О ПД ГН	+	+
<i>Syngnathus typhle</i> – длиннорылая игла-рыба	Сем. Syngnathidae	I О ПД ВН	+	
<i>S. abaster</i> – черноморская пухлощекая игла-рыба		I О ПД ВН	+	
<i>S. variegatus</i> – толсторылая игла-рыба, полосатая игла-рыба		I О ПД ВН	+	
<i>S. tenuirostris</i> – тонкорылая игла-рыба		I О ПД ВН	+	
<i>Hippocampus hippocampus</i> – морской конек		I О ПД ВН	+	
<i>Scorpaena porcus</i> – морской ерш	Сем. Scorpaenidae	I О Д ПФ	+	
<i>Sander marinus</i> – морской судак	Сем. Percidae		+	
<i>Pomatomus saltatrix</i> – луфарь	Сем. Pomatomidae	I М П ПФ		+
<i>Trachurus mediterraneus</i> – средиземноморская (черноморская) ставрида	Сем. Carangidae	I М П ПФ	+	+
<i>Mullus barbatus</i> – султанка	Сем. Mullidae	I О Д ПФ	+	+
<i>Uranoscopus scaber</i> – звездочет, морская корова	Сем. Uranoscopidae	I О Д ПФ		+
<i>Parablennius sanguinolentus</i> – обыкновенная морская собачка	Сем. Blenniidae	I О Д ГН	+	
<i>Gobius ophioccephalus</i> – травяник, травяной бычок, зеленчак	Сем. Gobiidae	I О Д ГН	+	+
<i>Neogobius fluviatilis</i> – бычок-песочник, бабка		I О Д ГН	+	+
<i>N. melanostomus</i> – бычок-кругляк		I О Д ГН	+	+
<i>Proterorhinus marmoratus</i> – бычок-щукник		I О Д ГН	+	
<i>Scophthalmus maeoticus</i> – черноморская камбала-калкан	Сем. Scophthalmidae	I О Д ПФ		+
<i>Solea nasuta</i> – (песчаный) морской язык, носатая солея	Сем. Soleidae	I О Д ПФ		+

Условные обозначения эколого-фаунистических групп рыб:

I – морские, II – проходные, М – мигранты, О – оседлые, Д – донные, ПД – придонные, П – пелагические, ПФ – пелагофил, ФФ – фитофил, ГН – строящие гнезда, ВН – вынашивающие икру и личинок.

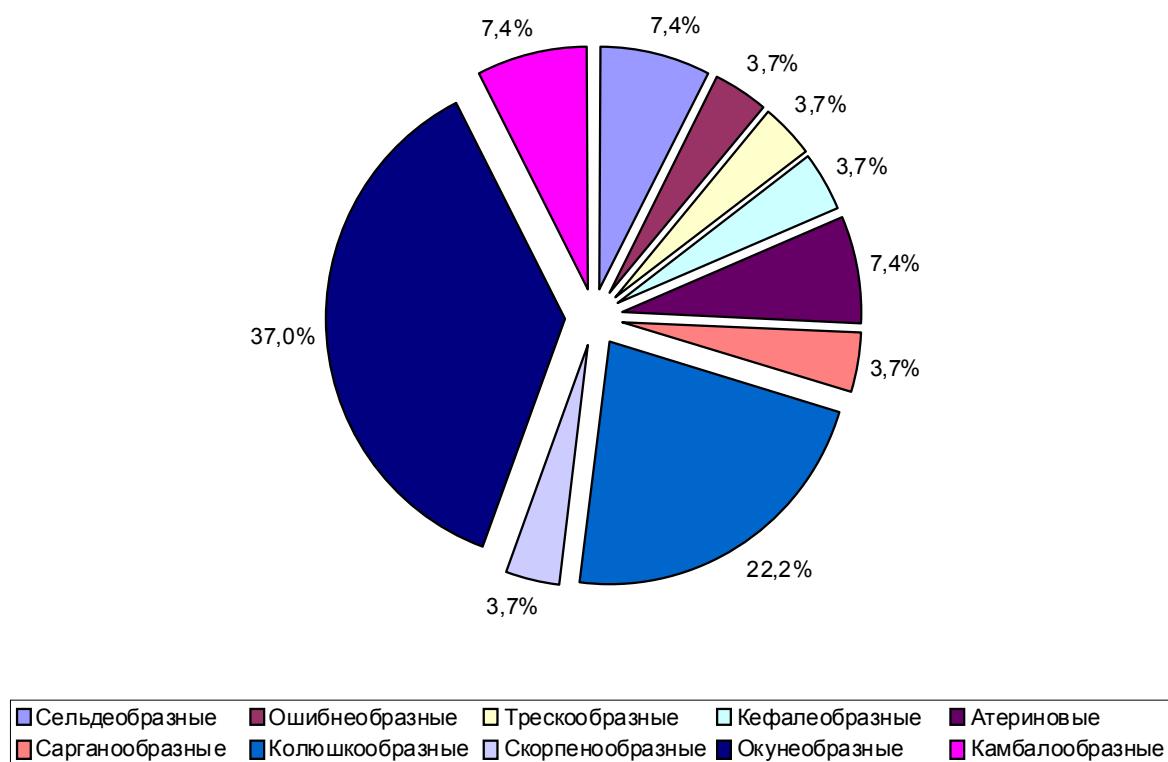


Рис. 1 Видовое разнообразие прилова в вентерные ловушки в прибрежных районах Крымского побережья в 2012-2014 гг.

Особый интерес представляли количественные (весовые) показатели прилова в вентери (рис. 2-4). В оз. Донузлав существенное значение в приловах вентерей имели представители сем. атериновых и бычковых, совместная доля которых варьировала от 46,4-45,3 % в 2012 и 2013 гг. до 26,4 % – в 2014 г. В числе прочих видов следует отметить встреченные в 2014 г. пять экземпляров ошибния (размеры от 110 до 170 мм, вес от 5,4 до 25,15 г), одну особь средиземноморского морского налима (размер 260 мм, вес 151,38 г), две особи луфаря (размер 88 и 98 мм, вес – 7,38 и 9,41 г), одну особь звездочета (150 мм, 41,02 г), морского языка (145 мм, 31,56 г) и молодь черноморского калкана (55 мм, 2,12 г).

В Керченском проливе в 2013 г. доля прилова представителей сем. атериновых и бычковых достигала 48,1 %, в 2014 г. этот показатель был незначительным. Данного факта можно объяснить поздними сроками начала исследований: в 2013 г. они были начаты в апреле, а в 2014 г. – в июле, когда основной ход атерины закончился, а бычковые отошли на глубину из-за повышения температуры воды в прибрежной акватории.

В качестве прилова в 2014 г. в вентерях встречались и другие представители ихтиофауны.

Хамса. Молодь и взрослые особи хамсы прилавливались в вентери в течение всего периода работ, но в незначительных количествах. Максимальный вылов составил 45 кг.

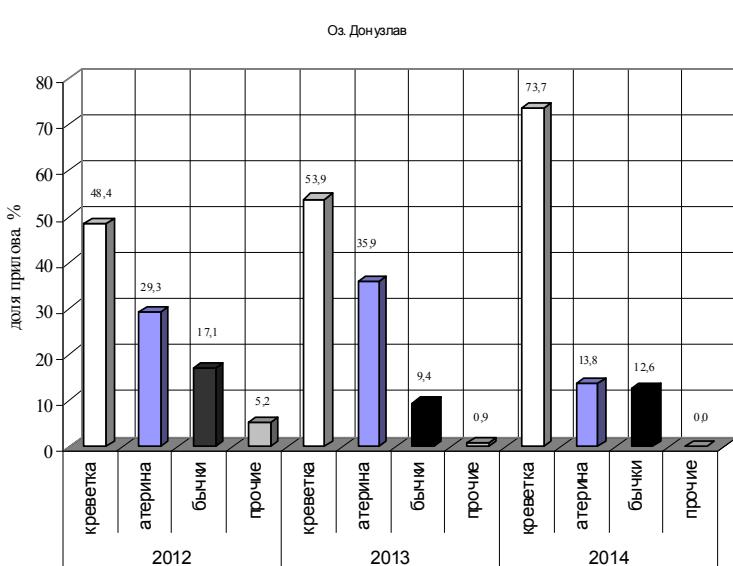


Рис. 2 Соотношение прилова ихтиофауны (% от общего веса улова) из вентерей к улову травяной креветки в оз. Донузлав

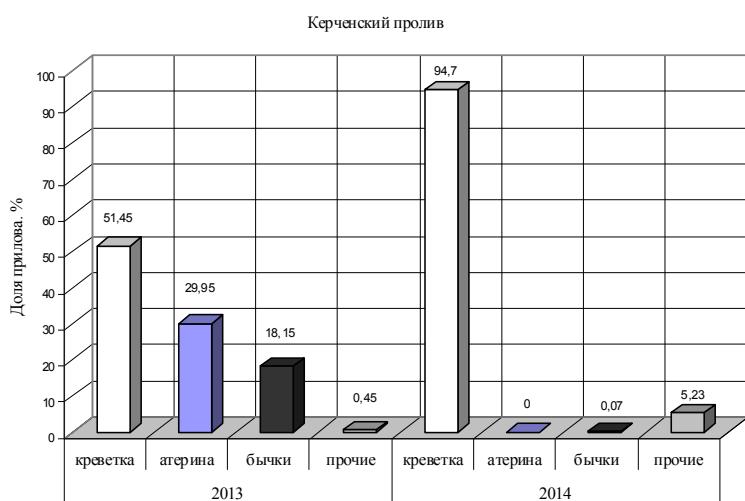


Рис. 3 Соотношение прилова ихтиофауны (% от общего веса улова) из вентерей к улову травяной креветки в Керченском проливе

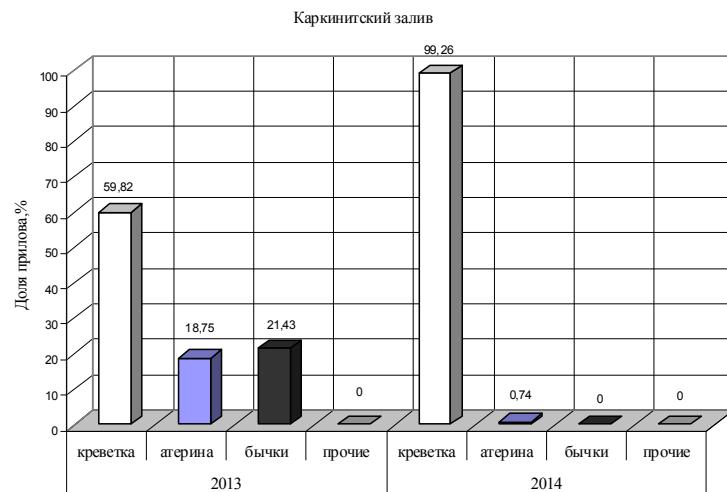


Рис. 4 Соотношение прилова ихтиофауны (% от общего веса улова) из вентерей к улову травяной креветки в Каркинитском заливе

В Каркинитском заливе в 2013 г. доля прилова представителей сем. атериновых и бычковых достигала 40,18 %, в 2014 г. этот показатель был незначительным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- При использовании пассивных орудий лова (вентерей) в период с 2012 по 2014 г. в различных районах прибрежной части Крымского полуострова в прилове встречено 27 видов рыб из 21 рода, 19 семейств и 10 отрядов. Наиболее представительным был отряд окунеобразных – 10 видов (37 %) и отряд колюшкообразных – 6 видов (22,2 %).
- Существенное значение в приловах вентерей имели представители сем. атериновых и бычковых, их доля варьировала в зависимости от района и времени исследований. Максимальные значения в прилове атериновых и бычковых отмечены в Керченском проливе – 48 % в 2013 г.

Средняя длина рыб в уловах равнялась 9,7 см, а масса – 9,0 г. Соотношение полов в уловах было 1:1.

Ставрида. Ставрида встречалась в уловах в период с июля по октябрь. Максимальный вылов равнялся 6 кг. Средняя длина рыб составляла 12,8 см, а масса – 27,0 г. Соотношение самок и самцов в уловах было 1:1,15.

Султанка. Султанка также ловилась с июля по октябрь. Средние уловы султанки равнялись 2-3 кг за сутки. Средние размеры рыб в уловах были 9,4 см и 16,1 г.

Черноморско-азовская проходная сельдь. Ловилась в ноябре-декабре. Максимальный улов равнялся 150 кг. Средняя длина сельди была 26,7 см, а масса – 194 г.

Бычки. Бычки в уловах вентерей на КНП представлены в основном бычком-кругляком и бычком-песочником. Другие виды ловились в незначительном количестве. Максимальный улов – 50 кг – отмечен в конце сентября. Средние же уловы равнялись 2-6 кг. Средние размеры бычка-кругляка в Керченском проливе: длина – 10,8 см, масса – 33,0 г; бычка-песочника – 11,1 см и 24,7 г, соответственно. Соотношение полов в уловах бычков в целом приближалось к равному, с некоторым преобладанием самцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Е.Д. 2007. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. М.: ВНИРО. 238 с.
2. Прямухина Н.В. 2012. Развитие и совершенствование стационарных орудий лова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. № 1. С. 85-91.
3. Перекрестов А.П., Прямухина Н.В. 2009. Стратегия механизации лова рыбы в прибрежных зонах Северного Каспия // Вести. Астрахан. гос. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. № 1. С. 40-43.
4. Семик А.М., Замятиной Е.А., Шляхов Б.А. 2011. Современное состояние популяции травяной креветки в Джарылгачском и Каркинитском заливах // Труды ЮгНИРО. Керчь: ЮгНИРО. Т. 49. С. 79-83.

Поступила 16.03.15 г.

Studies of ichthyofauna composition as by-catch in the fyke nets during the research catch of the grass shrimp (*Palaemon adspersus*) in the coastal areas off the Crimean Peninsula. E. A. Zamyatina, A. M. Semik. *Species composition of fish by-catch in fyke nets, when investigating grass shrimp (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837) migrations in the coastal areas of the Crimean Peninsula (Kerch Strait, Donuzlav Lake, Karkinit Bay, Black Sea) was studied during the period of 2012-2014. Fyke nets were put out at night at the depth range of 0.5-2 m and exposure period of 24 hours. Altogether, 578 catches were analyzed. During the observation period, 27 fish species from 21 genera, 19 families and 10 orders were identified. Number and total mass of each species in the by-catch were assessed for all three investigation areas. Comparative analysis of the fish by-catch was carried out based on the obtained data. It is shown that the greatest fish species diversity in the by-catch was marked for the Kerch Strait, the least – in the Karkinit Bay (Bakalskaya Spit): 19 and 6 species, correspondingly. 16 fish species were identified for the by-catch in Donuzlav Lake. The most representative orders were Perciformes and Gasterosteiformes: 10 species, 37 %, and 6 species, 22.2 %, correspondingly. Representatives of Atherinidae and Gobiidae families were most abundant, in 2013 their maximal values reached 48 % in the Kerch Strait.*

Keywords: fyke net, by-catch, ichthyofauna, *Palaemon adspersus*, Kerch Strait, Donuzlav Lake, Karkinit Bay

ОБОСНОВАНИЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ ИЗ ПРАВИЛ РЫБОЛОВСТВА «КАРАВКИ» КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОРУДИЯ ЛОВА ДЛЯ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

А. М. Страфикопуло, А. С. Вайннерман

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: stafik68@mail.ru*

Представлен анализ правомочности включения в Правила рыболовства наряду со ставными неводами еще одного подобного орудия лова – каравки. Охарактеризованы конструктивные особенности ставных неводов и каравок и их регламентация, проанализированы их общие и отличительные черты. Отмечены пункты, требующие изменений и доработок. Указано, что для правильного составления и толкования Правил рыболовства необходимо иметь четкие и однозначные принципы формирования положений, касающихся применения орудий лова. Рассмотрев устройство, принцип действия и технику лова ставных неводов и каравок, а также изучив данные им определения в Правилах рыболовства, приведены выводы о том, что каравка является ставным неводом, ограниченным в некоторых характеристиках (размерах, конструкции, условиях использования), поэтому рекомендуется не использовать термин «каравка» в Правилах рыболовства, а ввести отдельные ограничения для ставных неводов, исходя из условий их применения (объект промысла, район промысла и природоохранные ограничения). В случае сохранения термина «каравка» в Правилах рыболовства считается необходимым пересмотреть требования, предъявляемые для ее конструкции, а также внести другие изменения в связи с новыми условиями использования.

Ключевые слова: Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн, Азовское море, ставной невод, каравка, Правила рыболовства, промысел, конструкция, принцип действия

ВВЕДЕНИЕ

Для правильного составления, трактовки и применения Правил рыболовства необходимо точное формулирование и понимание терминов и определений, которые в них используются, а также мотивов и оснований для внесения в Правила рыболовства тех или иных положений и статей. В большей мере это относится и к орудиям лова.

Все орудия лова отличаются или по принципу действия (способу лова), или по конструкции, или по технике лова. Для добычи рыбы в промышленном и прибрежном рыболовстве в бассейне Азовского моря, в соответствии с Правилами рыболовства для Азово-Черноморского рыболовственного бассейна (далее Правилами), применяются следующие орудия и способы лова: тралы, кошельковые невода, кольцевые невода, закидные невода, волокушки, ставные невода, каравки, подъемные кефалевые заводы, вентеры, подъемные ловушки, ручные, полумеханизированные и механизированные драги для лова бычков, конусные сети и рыбонасосы с применением света, ставные и обкидные одностенные сети, «на рогожку» – кефалей [12]. Из этого перечня такие орудия лова, как каравка и ставной невод не отличаются между собой ни принципом действия, ни по конструкции, ни по технике лова. Какие все-таки есть основания, чтобы в Правилах эти орудия лова считались отдельными?

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Чтобы сказать, правомерно ли такое орудие лова, как каравка, считать его отдельным орудием лова и включать в Правила рыболовства, нужно проанализировать общие и отличительные черты ставного невода и каравки, а также найти мотивы и основания для такого шага.

Ставной невод как орудие лова в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне стал широко применяться еще с первой половины XX века.

Принцип действия. Принцип действия ставными неводами состоит в следующем: ставной невод неподвижно устанавливается в водоеме на пути миграции рыбы, которая направляется в камеру (садок, котел) с помощью системы дополнительных направляющих устройств и заграждений (направляющее крыло, открылки); рыба, зашедшая в камеру (садок, котел), остается (удерживается) в ней в силу затруднительного выхода из-за особой конструкции входного (выходного) устройства камеры [6].

Конструкция ставного невода. Ставной невод состоит из одного или нескольких крыльев из сетного полотна и одной или нескольких ловушек. Ловушка состоит из одной или нескольких открытых сверху сетных камер – дворов и котлов (садков) с постоянно закрепленными стенками из сетного полотна. Дворы бывают внешними (рис. 1 б) и внутренними (рис. 1 в). Внешний двор представляет собой сетную ограду, куда попадает рыба, проходящая вдоль крыла. Из внешнего двора рыба попадает во внутренние дворы, называемые еще «мертвыми» котлами, количество которых соответствует числу котлов. Котел ставного невода представляет собой сетной ящик прямоугольной или фигурной формы с днищем. Иногда двор совмещают с котлом. По количеству котлов ставные невода различают однокотловые (рис. 1 а), двухкотловые (рис. 1 б, в) и невода, у которых садок совмещен с двором (рис. 1 г) [1, 3, 4]. Входы во внешний двор, внутренний двор и котел могут быть образованы

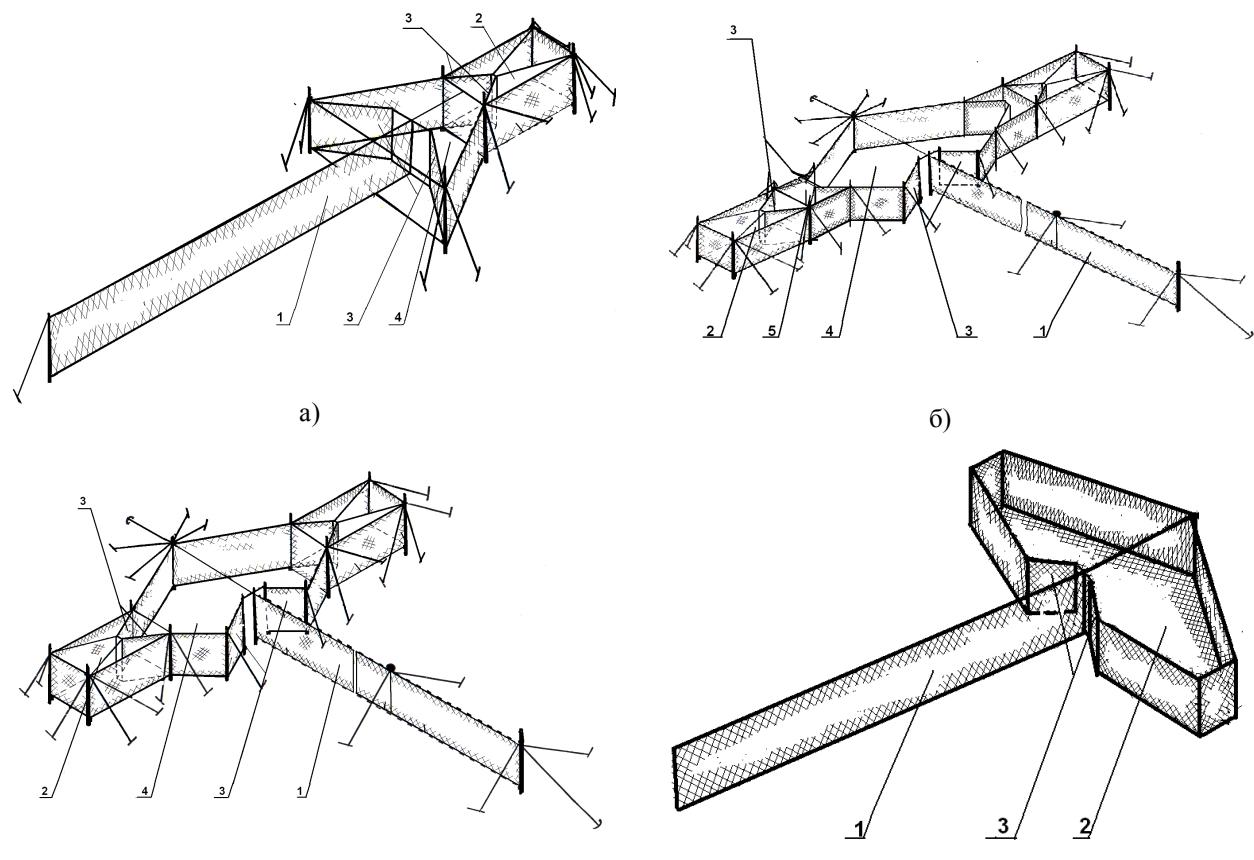


Рис. 1 Ставные невода: а – однокотловый; б – двухкотловый «полугигант»; в – двухкотловый «гигант»; г – без двора; 1 – направляющее крыло; 2 – котел; 3 – открылки, или усыники; 4 – внешний двор; 5 – внутренний двор

сетными стенками, называющимися открылками, или усынками, образующими вертикальную щель в виде наклонного сетного лотка (лейка, или подъемная дорога).

Чаще всего в бассейне Азовского моря применяют однокотловые ставные невода упрощенного типа под названием «мышеловка» [2, 8] или однокотловые ставные невода с одним внешним и одним внутренним двором, двухкотловые ставные невода без внутренних дворов типа «полугигант» и двухкотловые ставные невода с внутренними дворами типа «гигант».

Техника лова. В зависимости от глубины воды, района установки, гидрометеоусловий ставные невода устанавливают тремя основными способами: на жестком каркасе с помощью свай (гундер) и оттяжек на кольях (чипчиках) или якорях; на мягком каркасе с помощью наплавов, грузов и оттяжек на якорях; комбинированно, когда часть невода, например, ловушку устанавливают на жестком, а крыло – на мягким каркасе.

Ставные невода устанавливают как в прибрежной зоне, так и вдали от берега. При прибрежной установке крыло невода может начинаться как от самого берега, так и на расстоянии от него. Если один конец крыла примыкает к берегу, то ловушку ставят на противоположном конце крыла; если ставник находится вдали от берега, ловушку может устанавливаться с обоих концов крыла. Ставные невода могут быть выставлены в одиночку (рис. 2 а) и в системе из нескольких неводов. Ставные невода могут устанавливаться таким образом, чтобы конец крыла одного невода соприкасался с ловушкой другого. Такой ряд неводов называется лава (рис. 2 б). Также ставные невода могут устанавливаться в шахматном порядке (рис. 2 в).

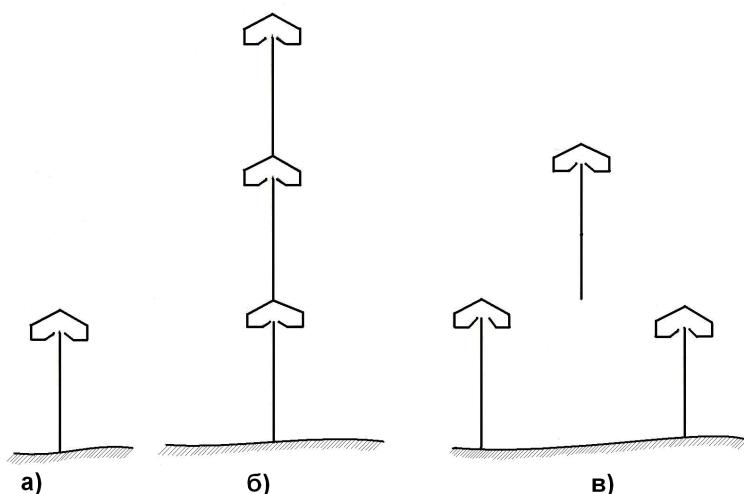


Рис. 2 Установка неводов: а – простая; б – в лаву;
в – в шахматном порядке

После установки ставного невода через определенные промежутки времени производят его переборку (подрезку). Для переборки ослабляют оттяжки, расправляющие низы котла, и, подняв на борт лодки кромку днища котла, перебираются по ней, сгоняя рыбу к тыловой стенке, откуда ее затем выбирают.

Каравки как отдельный вид орудия лова были впервые разрешены и включены в Правила промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря, которые разрабатывались совместно Российской Федерацией и Украиной, но были утверждены Комитетом РФ по рыболовству приказом № 139 от 01.07.1996 г. и использовались только РФ.

Целью включения в Азовские правила каравки (рис. 3) как самостоятельного орудия лова было расширение возможностей применения этих орудий лова для промысла пиленгаса по сравнению с применявшимися в данном регионе ранее ставными неводами, так как их применение в Азовском море имело существенные ограничения, обусловленные требованиями сохранения осетровых рыб [5]. Предполагалось, что прилов осетровых рыб в прибрежных каравках будет меньше, чем в классических ставных неводах.

Каравки являлись местным названием небольших ставных однокотловых неводов [9], поэтому для характеристики каравки было дано такое определение: каравка – стационарное орудие лова, состоящее из открытой сверху сетной ловушки с постоянно закрепленными стенками и одного направляющего крыла, примыкающего к берегу, длиной не более 180 м. Ловушка состоит из котла с системой входных отверстий различной формы и имеет парапет (поднятую над поверхностью воды сетную стенку). Максимальный габарит ловушки 30 м [14].

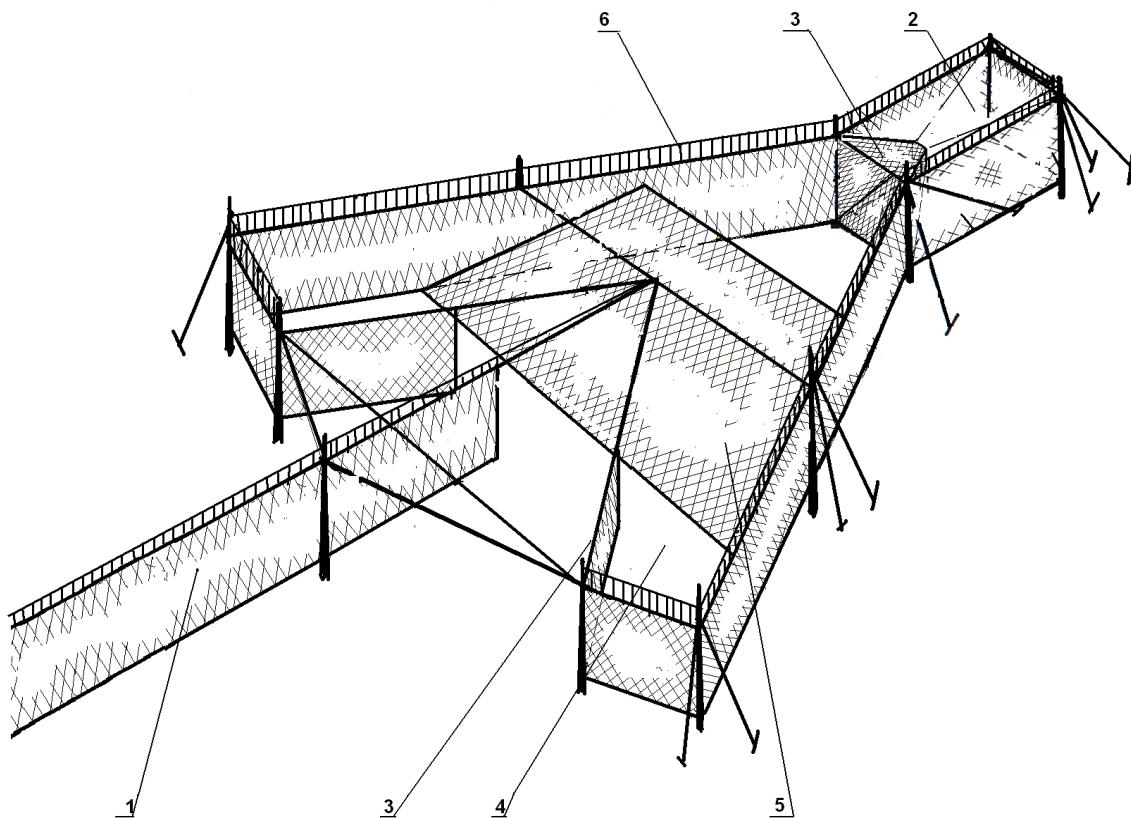


Рис. 3 Каравка пиленгасовая: 1 – направляющее крыло; 2 – котел; 3 – открылки, или усынки; 4 – двор; 5 – подъемная дорога; 6 – парапет

Для характеристики ставного невода было дано такое определение: ставной невод – стационарное орудие лова, состоящее из открытой сверху сетной ловушки с постоянно закрепленными стенками и одного или нескольких направляющих сетных крыльев. Ловушка состоит из двора и одного или нескольких котлов с системой входных отверстий [14].

Как видно из определения каравки, все положения не противоречат конструкции ставного невода, а только ограничивают некоторые габаритные размеры (длину крыла и максимальный габарит ловушки), количество элементов конструкции (одно направляющее крыло и один котел) и установку (крыло должно примыкать к берегу).

В данном случае указание в определении каравки, что ловушка имеет парапет (поднятую над поверхностью воды сетную стенку), объясняется тем, что каравки в основном используются на мелководье и поэтому устанавливаются на жестком каркасе на гундерах с приподнятием верхних частей стенок над водой (стандартное положение стенок ставных неводов на гундерах). Специальный же парапет (увеличенную высоту сетной надводной части) применяют для того, чтобы такие виды рыб, как пиленгас и осетровые не могли выходить из ловушки через верх стенок. Для пиленгаса, например, такой парапет делают до 1 м в высоту [7].

Минимально допустимый шаг ячей для добываемых видов и в каравке, и в ставном неводе установлен одинаковый.

В этих Правилах рыболовства никаких ограничений по конструкции и габаритным размерам ставных неводов в Азовском бассейне нет. Есть ограничения по установке ставных неводов или лавы из ставных неводов, а именно:

условия применения орудий лова:

- длина лавы ставных неводов должна быть не более 900 м, а расстояние между лавами и разрыв между ставками должны быть не менее 600 м; установка ставных неводов в море допускается не ближе 300 м от границ промысловых участков; 500 м от Донского запретного пространства и 100 м от других запретных пространств;

запрещается установка:

- ставных неводов в Керченском проливе ближе 700 м от границ тоневых участков;
- установка в интервалах между ставными неводами каких-либо других орудий лова;
- ставных неводов в шахматном порядке, за исключением Керченского пролива в период осенне-зимнего хода хамсы;
- при подледном лове ставных неводов с интервалами между ставками менее 300 м [10].

По применению каравок на промысле в этих Правилах рыболовства есть такое же ограничение (кроме тех, что в определении каравки), как и для ставных неводов: запрещается установка при подледном лове каравок с интервалами между ставками менее 300 м [10].

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками по видам рыб, согласно Правил рыболовства, представлен в табл. 1.

Как видно из табл. 1, каравками разрешено вести промысел судака, осетровых, рыб, входящих в группу частиковых, и пиленгаса. Причем судака и осетровых разрешено ловить в одних и тех же районах и каравками, и ставными неводами. А пиленгаса и частиковых рыб в некоторых районах можно ловить и каравками, и ставными неводами, а в некоторых районах только каравками или только ставными неводами. Следует отметить, что частиковых рыб в Бейсугском и Ахтарском лиманах, а также в остальных Кубанских лиманах разрешено ловить ставными неводами, габаритные размеры которых не ограничиваются, и не разрешено – каравками с ограниченными размерами, то есть с меньшей промысловой мощностью. Это же можно отметить и при лове пиленгаса в проливе Тонком.

Таблица 1

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками в бассейне Азовского моря

Виды рыб	Орудия лова	Район промысла
Судак	ставные невода, каравки	в Азовском море, за исключением запретного района западнее линии с. Новооградное-маяк Бирючий остров
Осетровые и частиковые рыбы	ставные невода, каравки	в Таганрогском заливе и Азовском море, за исключением запретного района западнее линии с. Новооградное-маяк Бирючий остров;
Пиленгас	ставные невода, каравки каравки	в Керченском проливе и Утлюкском лимане в Сиваше, в Молочном лимане, вдоль побережья в южной и западной частях моря от ст. Голубицкой до косы Обиточной
Тарань	ставные невода ставные невода	в проливе Тонком вдоль Кубанского побережья от косы Долгой до устья р. Протока
Бычки Тюлька	ставные невода ставные невода	в Сиваше, в Утлюкском и Молочном лиманах по северному побережью Азовского моря от маяка косы Бирючий остров до Белосарайской косы
Хамса	ставные невода	в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря от села Новооградное до м. Хрони и от м. Ахиллеон до Синей балки, в Керченском проливе
Мелкие массовые морские рыбы	ставные невода	в пятикилометровой прибрежной зоне от п. Темрюк до с. Новооградное (за исключением участка перед Пересыпским гирлом по 2 км в обе стороны) и в Керченском проливе
Камбала-глосса	ставные невода	в Сиваше
Азово-черноморские кефали	ставные невода	в Керченском проливе, включая большой кут Таманского залива
Сельдь	ставные невода	в Керченском проливе
Барабуля и ставрида	ставные невода	в Керченском проливе и Азовском море вдоль южного побережья от Темрюкских Кучугур до с. Новооградное
Частиковые рыбы	ставные невода	в Бейсугском и Ахтарском лиманах и в остальных Кубанских лиманах

Каравки как отдельный вид орудия лова для промысла в бассейне Азовского моря Украиной были впервые разрешены и включены во Временные Правила промыслового рыболовства в бассейне Азовского моря, утвержденные приказом Государственного комитета рыбного хозяйства Украины от 31 декабря 1999 года № 172 с изменениями и дополнениями, внесенными приказом Министерства аграрной политики Украины от 15 июня 2004 года № 225.

В приложении к этим Правилам рыболовства в части конструктивных особенностей и способов применения орудий лова дается определение каравки: каравка – стационарное орудие лова, состоящее из поднятой над поверхностью воды сетной ловушки высотой не более чем 3 м с постоянно закрепленными стенками и одного направляющего крыла, которое прилегает к берегу или перекату, не устанавливается в лаву [6].

В этих же Правилах рыболовства дано определение ставного невода: ставной невод – стационарное орудие лова, состоящее из открытой сверху сетной ловушки с постоянно закрепленными стенками и одного или нескольких направляющих сетных крыльев. Ловушка состоит из двора и одного или нескольких котлов с системой входных отверстий. Невод можно устанавливать как от берега, так и на расстоянии от него, в одиночку или в лаву из нескольких единиц [6].

Как мы видим, в данной редакции Правил рыболовства, которые используются в Украине, определение каравки сильно отличается от предыдущего определения. В данном случае нет ограничений по габаритным размерам длины крыла и максимального габарита ловушки. Также не указывается, что может быть только один котел, то есть допускается наличие нескольких котлов. Нет утверждения, что ловушка сверху должна быть открытая. Появляется возможность устанавливать каравку не только от берега, но и от переката. В определении также следует прямой запрет установки нескольких каравок в одну лаву. Из утверждения в определении, что «каравка – стационарное орудие лова, состоящее из поднятой над поверхностью воды сетной ловушки высотой не более чем 3 м» следует, что высоту ловушки каравки ограничили до 3 м и она несколько приподнимается над поверхностью воды.

Минимально допустимый шаг ячей для добываемых видов в каравке и в ставном неводе в этих Правилах рыболовства также установлен одинаковый.

В этих Правилах рыболовства ограничения по конструкции и габаритным размерам ставных неводов в Азовском бассейне также отсутствуют. Есть такие же, как и в предыдущих рассматриваемых Правилах рыболовства, ограничения по установке ставных неводов или лавы из ставных неводов [6].

По применению каравок на промысле в этих Правилах рыболовства есть одно ограничение (кроме тех, что в определении каравки), такое же, как и для ставных неводов: запрещается установка при подледном лове каравок с интервалами между ставками менее 300 м [6].

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками по видам рыб, согласно этих Правил рыболовства, представлен в табл. 2.

Как видно из табл. 2, каравками разрешено вести промысел судака, рыб, входящих в группу частиковых, и пиленгаса. Причем судака и частиковых рыб разрешено в одних и тех же районах ловить и каравками, и ставными неводами. А пиленгаса в некоторых районах можно ловить и каравками, и ставными неводами, а в некоторых районах только каравками или только ставными неводами. Следует также отметить, что пиленгаса в проливе Тонком разрешено ловить ставными неводами, габаритные размеры которых не ограничиваются, и не разрешено – каравками с ограниченными размерами, то есть с меньшей промысловой мощностью.

В действующих Правилах рыболовства Российской Федерации по Азовскому бассейну (как и во всех предыдущих) для ставных неводов действуют только те же, что и ранее, ограничения по установке ставных неводов или лавы из ставных неводов [12].

По применению каравок на промысле в этих Правилах рыболовства действуют следующие ограничения:

- запрещается установка при подледном лове каравок с интервалами между ставками менее 300 м (это ограничение действовало во всех рассмотренных выше Правилах рыболовства);
- не допускается применение каравок, если длина крыла превышает 100 м, а расстояние между каравками должно быть не менее 200 м (это ограничение было ранее принято в Правилах рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна от 20 июня 2007 г. № 328) [12, 13].

Таблица 2

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками в бассейне Азовского моря

Виды рыб	Орудия лова	Район промысла
Судак	ставные невода, каравки	вдоль украинского побережья Азовского моря, за исключением запретного района к западу от линии с. Новоотрадное-маяк косы Бирючий остров
Частиковые рыбы	ставные невода, каравки	вдоль украинского побережья в Таганрогском заливе и Азовском море, за исключением запретного района к западу от линии с. Новоотрадное-маяк косы Бирючий остров;
Пиленгас	ставные невода, каравки каравки	в Керченском проливе и Утлюкском лимане в Сиваше, вдоль украинского побережья Азовского моря от мыса Хрони до косы Обиточной
Бычки	ставные невода	в проливе Тонком
Тюлька	ставные невода	в Сиваше, в Утлюкском лимане
	ставные невода	вдоль северного побережья Азовского моря от маяка косы Бирючий остров до Белосарайской косы, вдоль украинского побережья в Таганрогском заливе
Хамса	ставные невода	в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря от с. Новоотрадное до м. Хрони, в Керченском проливе
Мелкие массовые морские рыбы	ставные невода	в пятикилометровой прибрежной зоне от м. Хрони до с. Новоотрадное и в Керченском проливе
Азово-черноморские кефали	ставные невода	в Керченском проливе
Барабуля и ставрида	ставные невода	в Керченском проливе и Азовском море от м. Хрони до с. Новоотрадное

Данная норма ограничения длины крыла ставного орудия лова до 100 м и минимально допустимого расстояния между орудиями лова в 200 м применялась ранее для разрешения применения в исключительных случаях на участке Азовского моря от Ясенского гирла до Пересыпи в период хода тарани и судака на мелководье ставных неводов 1 категории [11]. Применили данную норму ограничений, по всей видимости, потому что условия использования (район установки) каравок и ставных неводов 1 категории сходны. Ставными неводами 1 категории в Азовском море являются невода с установкой ловушки на глубинах до 4,5 м [16].

Однако это ограничение целесообразно было применять в исключительных случаях, и не совсем понятно, зачем его использовать повсеместно при применении каравок. Ведь орудие лова должно быть максимально эффективным при соблюдении всех норм и принципов рационального природопользования. Назначение крыла ставного невода – направлять рыбу в ловушку. Чтобы крыло успешно выполняло свое назначение, необходимо правильно выбрать его основные элементы, в частности его длину. Практика рыболовства показывает, что чем меньше длина крыла, тем меньше количества рыбы при прочих равных условиях будет направлено им в ловушку [15]. Вместе с тем чрезмерное увеличение длины крыла является бесполезным. На выбор длины крыла влияют много факторов: вид облавливаемой рыбы, прозрачность воды, глубина лова, время лова, выбор сетематериалов и др. Существует предположение, что чем крупнее рыба, тем длиннее должно быть крыло [15]. При лове частиковой рыбы в Азовском море считают (Аверкиев), что длина крыла не должна превышать 250-260 м в прозрачной воде и 120-160 м в мутной, когда рыба хуже движется вдоль крыла [2]. Для Азовского моря оптимальной считается длина направляющего крыла 200 м [15]. Очевидно, что, например, для такой быстрой и крупной рыбы, как пиленгас оптимальная длина крыла может быть больше, чем для донных видов рыб, таких как бычки и камбала-глосса.

Также не совсем понятен принцип определения минимально допустимого расстояния между каравками и ставными неводами. Почему между лавами ставных неводов длиной по 900 м минимально возможное расстояние допускается 600 м, то есть 2/3 длины лавы, а между каравками с длиной крыла 100 м – минимально допустимое расстояние 200 м, то есть почти в 2 раза больше. При установке же подо льдом ограничение в минимально допустимом расстоянии и между каравками, и

между ставными неводами одинаковое. То есть, вероятно, следует выработать принципы, по которым следует определять допустимые параметры установок и габаритных размеров ставных орудий лова.

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками по видам рыб, согласно этих Правил рыболовства, представлен в табл. 3.

Как видно из табл. 3, в действующих Правилах рыболовства прибавились виды рыб, промысел которых разрешен каравками. Это бычки и камбала-глосса, то есть объекты, которые по своим биологическим свойствам рациональнее облавливать именно небольшими ставными неводами, в данном случае – каравками. При этом промысел камбалы-глоссы и бычков ставными неводами тоже разрешен. Промысел пиленгаса, судака и других рыб, входящих в группу частиковых, разрешен в одних и тех же районах и каравками, и ставными неводами.

Следует отметить, что из оставшихся видов рыб, промысел которых разрешен ставными неводами и не разрешен каравками, только в основном тюльку и хамсу рационально облавливать большими ставными неводами типа «гигант» и «полугигант». Для других видов рыб целесообразней использовать специализированные ставные невода, чаще всего небольших размеров.

Таблица 3

Разрешенный промысел ставными неводами и каравками в бассейне Азовского моря

Виды рыб	Орудия лова	Район промысла
Судак, лещ, тарань и др. виды рыб, входящие в группу частиковых	ставные невода, каравки	у побережья Азовского моря от восточной административной границы с. Новоотрадное до северной оконечности косы Долгой; в Таганрогском заливе; в Ейском лимане, Бейсугском и Ахтарском лиманах; в Азовских лиманах Краснодарского края;
Пиленгас	ставные невода, каравки	в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы; в заливе Сиваш; в Таганрогском заливе; в Азовском море от мыса Ахиллеон до северной оконечности косы Долгой, и в Азовских лиманах Краснодарского края, за исключением Бейсугского, Ахтарского и Ейского;
Бычки	ставные невода, каравки каравки	в Керченском проливе, вдоль побережья Азовского моря в пятикилометровой прибрежной зоне от точки с координатами 45°45'49.83" с. ш. и 34°58'26.09" в. д. до оконечности косы Долгой и в Таганрогском заливе; в Сиваше
Камбала-глосса	ставные невода, каравки	в Керченском проливе, вдоль побережья Азовского моря в пятикилометровой прибрежной зоне от точки с координатами 45°45'49.83" с. ш. и 34°58'26.09" в. д. до оконечности косы Долгой и в Таганрогском заливе;
Хамса	ставные невода	в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря от восточной административной границы с. Новоотрадное до мыса Хрони, от мыса Ахиллеон до входа в Глухой канал порта Темрюк и в Керченском проливе;
Тюльки, атерины, перкарины и бычков	ставные невода	в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы, и в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря от восточной административной границы с. Новоотрадное до мыса Хрони и от мыса Ахиллеон до входа в Глухой канал порта Темрюк;
Кефали (сингиль, лобан)	ставные невода	в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы
Сельдь Барабуля и ставрида	ставные невода ставные невода	в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы; в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы, и Азовском море вдоль южного побережья в пятикилометровой прибрежной зоне от восточной административной границы с. Новоотрадное до Темрюкских Кучугур;
Тюлька	ставные невода	от устья реки Протока до оконечности косы Долгой и в Таганрогском заливе;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрев устройство конструкций, принцип действия, технику лова ставных неводов и каравок, а также проанализировав данные им определения в Правилах рыболовства и режим использования, можно прийти к следующим выводам:

- целью для включения в Азовские правила рыболовства каравок было применение при промысле определенных видов рыб (пиленгас и др.) и в определенных районах небольших прибрежных орудий лова типа ставного невода, только с меньшей промысловой мощностью для снижения прилова ценных видов рыб, в частности осетровых;
- принцип действия у ставных неводов и каравок одинаковый: орудие лова неподвижно устанавливается в водоеме на пути миграции рыбы, которая направляется в камеру (котел) с помощью направляющих устройств и заграждений и остается в ней до выборки из-за особых конструкций входных устройств;
- конструкции каравок ничем не противоречат конструкциям ставных неводов; и если как по теории техники промышленного рыболовства, так и по определению в Правилах рыболовства ставные невода не имеют ограничений ни по габаритным размерам, ни по количеству элементов конструкции (направляющих крыльев, котлов), то каравки ограничивались и по габаритным размерам, и по конструкции;
- техника лова каравками и ставными неводами в целом идентична; те различные ограничения по установке этих орудий лова введены, исходя из требований к ним, режима использования и предназначения;
- исходя из вышеперечисленного, следует, что каравка является ставным неводом, ограниченным в некоторых характеристиках (размерах, конструкции, условиях использования), поэтому термин «каравка» в Правилах рыболовства можно не использовать, а ввести отдельные ограничения для ставных неводов, исходя из условий их применения (объект промысла, район промысла, природоохранные ограничения и т.д.);
- в случае сохранения термина «каравка» в Правилах рыболовства необходимо пересмотреть требования, предъявляемые для ее конструкции, так как расширился видовой состав рыб, облавливаемых каравками (например, зачем в каравке парапет для облова бычков и камбалы-глоссы), расширились районы использования и, соответственно, глубины установки; определить принцип расчета оптимально допустимой длины направляющих крыльев и расстояний между орудиями лова, а также других изменений в конструкции в связи с новыми условиями использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбом разрешенных орудий промышленного рыболовства для промысловых районов Азово-Черноморского бассейна. 2007. Керчь: КГМТУ. С. 37.
2. Баранов Ф.И. 1960. Техника промышленного рыболовства. М.: Пищепромиздат. С. 384-446.
3. Войниканис-Мирский В.Н. 1983. Техника промышленного рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность. С. 342-352.
4. Мельников В.Н., Лукашов В.Н. 1981. Техника промышленного рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность. С. 107-110.
5. Михайлюк А.Н. 2007. Кольцевой невод и каравка как правовые понятия // Рыбное хозяйство Украины. № 1-2. С. 84-87.
6. Михайлюк А.Н. 2006. Правила промыслового рыболовства. Комментарии // Временные Правила промыслового рыболовства в бассейне Азовского моря, утвержденные приказом Государственного комитета рыбного хозяйства Украины от 31 декабря 1999 года № 172 с изменениями и дополнениями, внесенными приказом Министерства аграрной политики Украины от 15 июня 2004 года № 225. Симферополь: Таврия. С. 217-274.
7. Наставление по промыслу пиленгаса в заливах, лиманах, гирлах и прибрежной части Азовского моря. 1998. Севастополь: ОАО «ЮГРЫБТЕХЦЕНТР».

8. *Орудия рыболовства Азово-Черноморского бассейна.* 1952. М.: Пищепромиздат. С. 35.
9. *Орудия промышленного рыболовства Азово-Черноморского бассейна, применяемые Крымским СНХ.* 1962. Керчь: Управление рыбной промышленности. С. 47.
10. *Правила промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря.* Утверждены Приказом Комитета РФ по рыболовству № 139 от 01.07.1996 г.
11. *Правила рыболовства в бассейне Азовского моря.* Утверждены Приказом Министерства рыбного хозяйства СССР № 166 от 15.03.1976 г.
12. *Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.* Утверждены приказом Минсельхоза России № 273 от 14.07.2014 г.
13. *Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.* Утверждены приказом Минсельхоза России № 328 от 20 июня 2007 г.
14. *Протокол заседания экспертной рабочей группы от 04.07.95 г. по Правилам промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря в соответствии с приказом Минрыбхоза Украины № 57 от 12.05.95 г.*
15. *Фридман А.Л.* 1969. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М.: Пищевая промышленность. С. 445.
16. *Шапунов Е.Е.* 1951. Анализ конструкции и обоснование размеров хамсово-тюлечных ставных неводов типа «полугигант» для Азовского побережья Крыма // Сборник работ по Азовскому морю. Симферополь: Крымиздат. С. 93-137.

Поступила 04.03.15 г.

Justification for exclusion of the uncovered stationary traps with closing entrances («karavkas») from Fishery Regulations for the Azov and Black Seas Fishery Basin. A. M. Staphikopulo, A. S. Vainerman. *Analysis of validity for including «karavkas» (Russian term for «uncovered stationary traps with closing entrances») along with similar types of such fishing gear into the Fishery Regulations is presented. Design and other characteristic features of pound nets and «karavkas» as well as their regulations are defined. Points demanding changes and amendments are specified. It is shown that clear and unambiguous principles for shaping particular provisions on fishing gear application are necessary for their proper drafting and interpretation in the Fishery Regulations. Taking into account mechanisms, operation principles and fishing techniques of pound nets and «karavkas», it is concluded that «karavkas» are pound nets, restricted in some technical characteristics (size, design, and application conditions). Thus, it is recommended not to use the term «karavka» in the Fishery Regulations. Instead, it is suggested to introduce certain limits for pound nets regarding their application conditions (fishery object, fishing zone, and conservation measures). In case the term remains in the Fishery Regulations, it is necessary to reconsider the requirements for its design and make some amendments as for new application conditions.*

Keywords: Azov and Black Seas Fishery Basin, Azov Sea, pound net, uncovered stationary traps with closing entrances, Fishery Regulations, fisheries, design, operation principle

НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКЕ (СЗА, ЗОНА НАФО) И ВОЗМОЖНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ИХ РЕСУРСОВ

В. В. Парамонов

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
vparamonov@list.ru*

*Представлены данные о неквотируемых промысловых объектах в пределах Северо-Западной Атлантики (СЗА). Указано, что в данном регионе квотируется 11 основных объектов промысла на 20 участках, причем на 10 из них промысел запрещен. Основой для анализа имеющихся данных послужили работы наблюдателей ЮгНИРО (Россия) и материалы, предоставленные НАФО. Проведенное исследование позволило выделить не квотируемые на данный момент промысловые объекты, имеющие определенное промысловое значение. Показано, что в эту группу входят макрурысы (*Macrourus berglax* и *Coryphaenoides rupestris*), акулы (*Lamna nasus*, *Somniosus microcephalus* и *Apristurus profundorum*), зубатки (*Anarhichas minor*, *Anarhichas lupus* и *Anarhichas denticulatus*), атлантический большеголов *Hoplostethus atlanticus*, морской черт *Lophius americanus*, антимора *Antimora rostrata* и атлантическая длинная камбала *Glyptocephalus cynoglossus*. Приведены основные сведения (пространственное распределение, районы вылова, биомасса, особенности морфологии и нереста) по каждому из наиболее перспективных видов. Указано, что, как правило, эти объекты облавливаются в качестве прилова.*

Ключевые слова: СЗА, НАФО, макрурысы, акулы, *Hoplostethus atlanticus*, зубатки, *Lophius americanus*, *Antimora rostrata*, *Glyptocephalus cynoglossus*

ВВЕДЕНИЕ

Северо-Западная Атлантика – один из наиболее продуктивных районов Мирового океана.

Он начал осваиваться промысловыми судами одним из первых. Постепенно возникла необходимость координирования усилий по сохранению рыбных ресурсов данного района. В 1950 г. была создана международная организация ИКНАФ (Международная комиссия по рыболовству в Северо-Западной части Атлантического океана), с 1979 г. именуемая НАФО (Международная организация по рыболовству в Северо-Западной части Атлантического океана).

Развитие океанического промысла привело к снижению квот и ужесточению правил рыболовства. Так, на 2015 г. квотируется 11 основных объектов промысла на 20 участках, причем на 10 из них промысел запрещен [10].

В то же время есть и неквотируемые промысловые объекты. Большинство этих видов в настоящее время являются объектами прилова и лишь изредка выступают в качестве главного объекта промысла. Однако они могут стать таковыми в определенных условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Основой для выявления неквотируемых промысловых объектов послужили работы наблюдателей ЮгНИРО и других организаций. Широко использовались материалы, предоставленные НАФО (www.nafo.int), в том числе работы из журнала *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, а также научно-исследовательские и итоговые документы.

© В. В. Парамонов, 2015

ISSN 1026-5643 (print). ISSN 2412-8864 (online). Труды ЮгНИРО, Т. 53, 2015

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже приведены основные сведения о наиболее перспективных, с точки зрения автора, видах, которые на данный момент не квотируются в Северо-Западной Атлантике.

Макруусы

В СЗА облавливаются 2 вида макруусов: *макруус (Macrourus berglax)* и *тупорылый макруус (Coryphaenoides rupestris)*. В уловах абсолютно преобладает первый вид.

Макруус обычно облавливается как прилов при промысле черного палтуса.

Макруус обитает в весьма широком диапазоне глубин – 100-2740 м. Наиболее плотные скопления обычно встречаются на глубинах 900-1600 м. Так, в 1996 г. максимальные уловы отмечались в диапазоне глубин 900-1100 м, в 1997-98 гг. – 1100-1300 м, а в 1999-2000 гг. – 1300-1400 м, то есть промысел смешался и продолжает смещаться на все большие глубины.

Общая длина макрууса колеблется от 18 до 99 см, модальная группа – 36-42 см. Средняя длина самцов, по испанским данным, составляет 34-42 см, самок – 44-47 см; по российским, она составляет 50-55 см (без разделения по полам) [11]. Учитывая особенности строения тела макрууса (длинный и узкий вытянутый хвост), для измерений чаще используется преданальная длина (от кончика рыла до начала первого анального плавника). Преданальная длина самцов составляет 4-24 см, самок – 4-39 см. Модальная группа составляет около 16 см, средняя длина колеблется от 17 до 18,5 см. Средняя масса, по различным данным, колеблется от 0,1 до 5 кг. Самцы живут до 16 лет, у самок более длинный жизненный цикл, они доживают до 28 лет. В уловах преобладают особи 6-11 лет. С увеличением глубины возрастают средние размеры и возраст рыб.

Географически макруус облавливается в подрайонах 2GHJ+3KLMNO, но наибольшее его количество облавливается в 3LMN (таблица). После определенного максимума в начале 2000-х годов наблюдалось снижение уловов этого вида.

Уловы макрууса в 2000-2013 гг. в различных подрайонах НАФО [12]

Год	2G	2H	2J	3K	3L	3M	3N	3O	Прочие	Всего
2000				139	1382	2109	888	38	211	4767
2001				97	1465	753	754	48		3117
2002				147	1905	869	700	36		3657
2003	1	4	16	91	1342	886	1201	443		3984
2004	4	8	19	58	1310	844	897	42		3182
2005		1	15	93	642	457	235	13		1456
2006			21	54	696	488	111	6	44	1420
2007			10	22	294	191	146	1		664
2008			1	3	347	355	132	9		847
2009				6	379	136	102	6		629
2010			7	24	649	153	94	14		941
2011			1	61	426	294	224	1		1007
2012			3	13	652	511	119	5		1303
2013			1	1	202	146	48			398
Всего	5	13	94	809	11691	8192	5651	662	255	27372

Очевидно, что биомассу такого вида, обитающего в широком диапазоне глубин и весьма близко к грунту, невозможно объективно оценить традиционными акустическими и траловыми методами оценки. Тем более что до сих пор не установлено, едина ли популяция макрууса в Северо-Западной Атлантике или нет. Можно лишь оценить биомассу на различных отдельных участках промысла.

Во время испанских траловых съемок [3], выполненных в 1997-2013 гг. (глубины тралений до 1666 м), производилась оценка биомассы основных промысловых видов рыб, в том числе и макрууса, на Большой Ньюфаундлендской Банке (БНБ) в подрайоне 3NO. Индекс биомассы макрууса колебался от 3,3 до 11,4 тыс. т, причем максимальная биомасса (более 10 тыс. т) отмечалась в 2004-2006 гг. Распределение макрууса во время съемки 2013 г. представлено на рис. 1.

На основании испанских весенних донных траловых съемок, проводимых с 2003 по 2013 г. (глубины тралений до 1000-1478 м), возможно оценить индекс биомассы макрууса в подрайоне 3L [4].

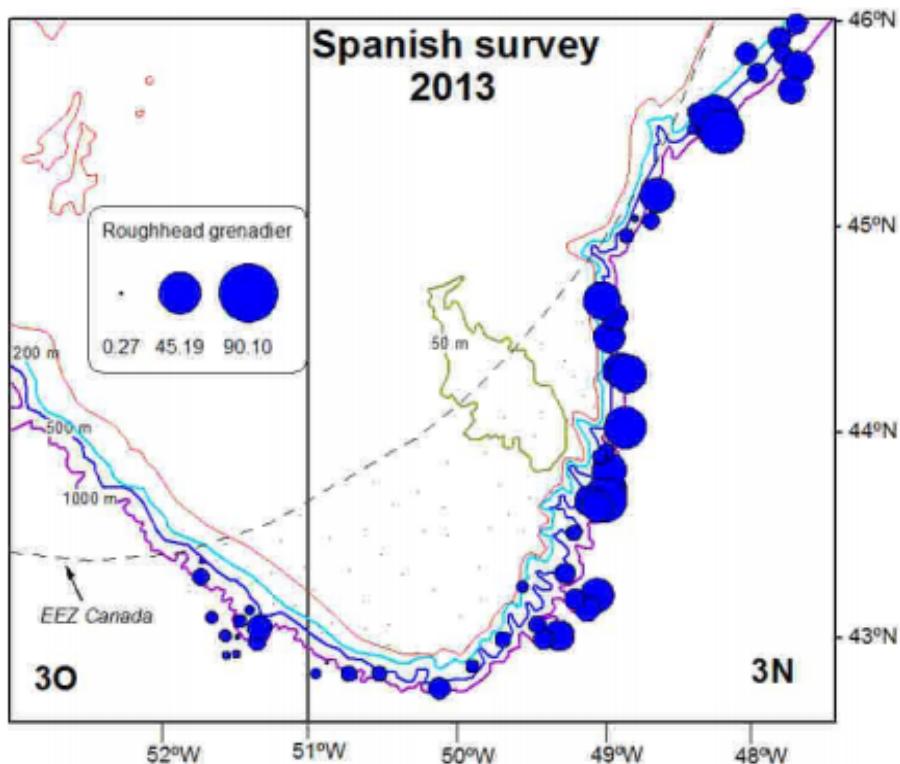


Рис. 1 Распределение макруруса на юге Большой Ньюфаундлендской банки во время съемки 2013 г.

Он колебался от 8,5 до 20,1 тыс. т, причем наибольшая биомасса приходилась на 2004-2009 гг. На рис. 2 представлено распределение макруруса во время последней съемки.

На обоих участках Большой Ньюфаундлендской Банки (и 3NO, и 3L) отмечалась сильная когорта пополнения в 1988 г., которая, очевидно, и обеспечивала промысел в середине 2000-х. Далее пополнения были умеренные, новые сильные когорты отмечены только в 2012-2013 гг., что должно сказать на увеличении биомассы макруруса в дальнейшем.

Испанцы проводили также траловые съемки на банке Флемиш-Кап (подрайон 3M), начиная с 1988 г. [6]. Индекс биомассы изменялся от 5,5 до 17,2 тыс. т. При этом до 2003 г. включительно траления производились до глубины 730 м, а с 2004 г. – до глубины 1460 м. Стоит отметить, что биомасса макруруса во втором случае была примерно в 4,5 раза больше. Но и 1460 м отнюдь не предел обитания макруруса, следовательно, его реальная биомасса при съемках недооценена. Результаты последней съемки представлены на рис. 3.

Невозможность корректно оценить биомассу макруруса не позволяет в настоящее время Научному комитету НАФО установить обоснованный общий допустимый улов (ОДУ) на промысел этого вида. Промысел макруруса в Северо-Западной Атлантике в настоящее время не квотируется, в отличие, например, от Северо-Восточной Атлантики (СВА), где ОДУ на макруруса уже установлен.

Как уже упоминалось выше, макрурус обычно облавливается как прилов. Однако в отдельные периоды португальские и испанские суда вели и целенаправленный промысел этого вида.

Макрурус облавливается донными тралами и ярусами. Лучшие уловы обычно отмечались на восточном склоне Большой Ньюфаундлендской Банки (БНБ) в подрайоне 3L, южном склоне БНБ в подрайоне 3N, западном склоне банки Флемиш-Кап в подрайоне 3M и проливе Флемиш-Пасс. Промысел возможен в течение всего года, однако лучшие уловы (до 1 т/час) наблюдались в подрайонах 3L и 3N с июня по сентябрь. Обычно же уловы на усилие составляют 0,2-0,25 т/час, слабо изменяясь по подрайонам.

Наибольшие уловы ярусами также отмечены в подрайонах 3L и 3N.

При целенаправленном промысле макруруса ожидается значительный прилов (до 50-80 %) отдельных видов, прежде всего черного палтуса, атлантической длинной камбалы, звездчатого ската и морского окуня. В связи с этим, согласно правилам НАФО, судно будет вынуждено делать переходы

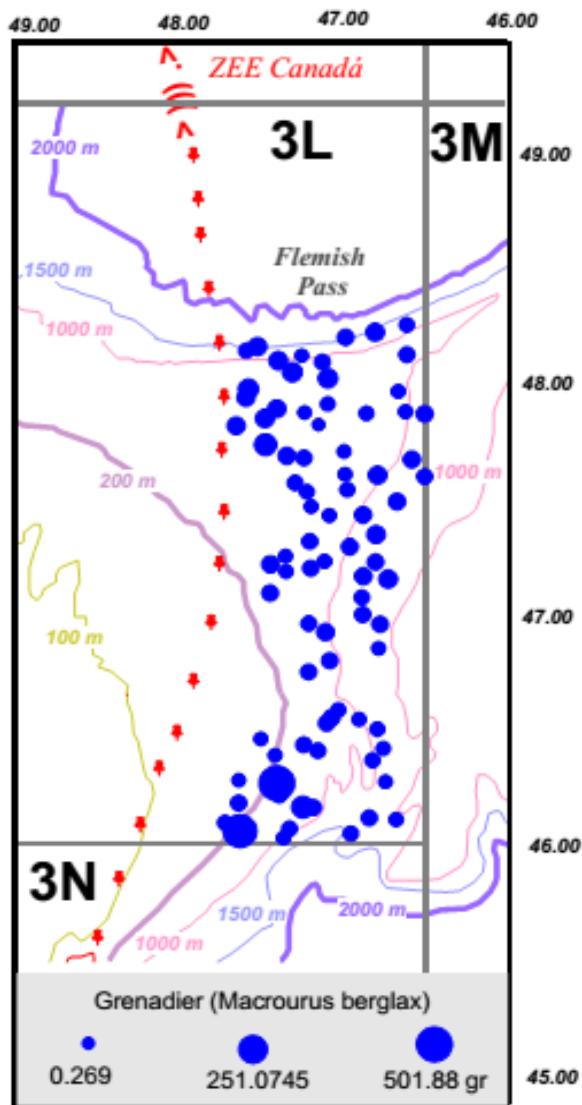


Рис. 2 Распределение макрууса на севере Большой Ньюфаундлендской Банки во время съемки 2013 г.

части Дэвисова пролива на севере до Углового поднятия на юге. Этот вид обитает на БНБ и банке Флемиш-Кап.

Окунь обитает на глубинах 225-1700 м, чаще на 900-1330 м при температуре придонной воды 2,4-8,7 °С, причем оптимальной температурой являлось 3-4 °С [9].

Общая длина окуния составляет 37-63 см (для сравнения в СВА – 15-75 см), средняя длина около 55 см. Масса составляет 1,1-4,6 кг, в среднем 2,8 кг. Все самки длиннее 38,5 см являются половозрелыми. Нерестовый сезон ожидается с января до начала марта.

Основное количество в виде прилова облавливается донными тралами, небольшая часть – креветочными тралами и жаберными сетями, попаданий на ярус не отмечено. Однако по аналогии с другими районами здесь потенциально возможен и прямой промысел. Для специализированного промысла нужны особым образом вооруженные тралы, приспособленные для работы на дне в условиях неровного грунта. Оптимальные глубины лова составляют 900-1300 м. Большеголов может облавливаться круглый год, но 95 % улова берется с июля по ноябрь. Перспективными участками является север БНБ и Угловое поднятие. Места облова большеголова представлены на рис. 4.

В настоящее время невозможно оценить состояние запасов хоплостета в СЗА. Неизвестна и связь его с СВА, откуда, предположительно, этот вид проник в СЗА.

В СЗА обитают сходные виды – *Hoplostethus mediterraneus* и *Hoplostethus occidentalis*.

на другие участки, чтобы уменьшить прилов до приемлемых величин. Будут и участки с почти чистым макруусом.

Тупорылый макруус в предыдущие годы обычно не превышал 5 % от общего вылова макруусов. Однако в последние годы, по данным российских и испанских наблюдателей, количество двух выловленных видов макрууса почти сравнялось, а иногда тупорылый макруус даже преобладал в уловах.

Этот вид обитает до глубин 2500-3000 м, максимум отмечен на 1300-1400 м, хотя неплохие уловы отмечались и на 700-800 м в подрайонах 3L и 3M. Общая длина тупорылого макрууса составляет 13-84 см, модальная группа – 30-36 см. Преданальная длина этого вида составляет в уловах 7-35 см (масса 0,03-3,1 кг), модальная группа составляла 17-24 см (масса 0,4-1,1 кг).

Участки, периоды и глубины промысла в основном те же, что и для макрууса.

Атлантический большеголов (окунь-хоплостет)

Атлантический большеголов (*Hoplostethus atlanticus*) стал объектом промысла относительно недавно. Начавшись в районе Азорских островов, промысел быстро развивался: промысловым флотом постепенно осваивались скопления этого вида в Южной части Тихого океана, водах Австралии и Новой Зеландии, Южной части Индийского океана, водах Намибии и Чили и вновь возвращались в СВА.

Распространен этот вид и в СЗА, хотя здесь его ресурсы изучены и освоены слабее. Большеголов встречается между 35 и 65° с.ш. от южной

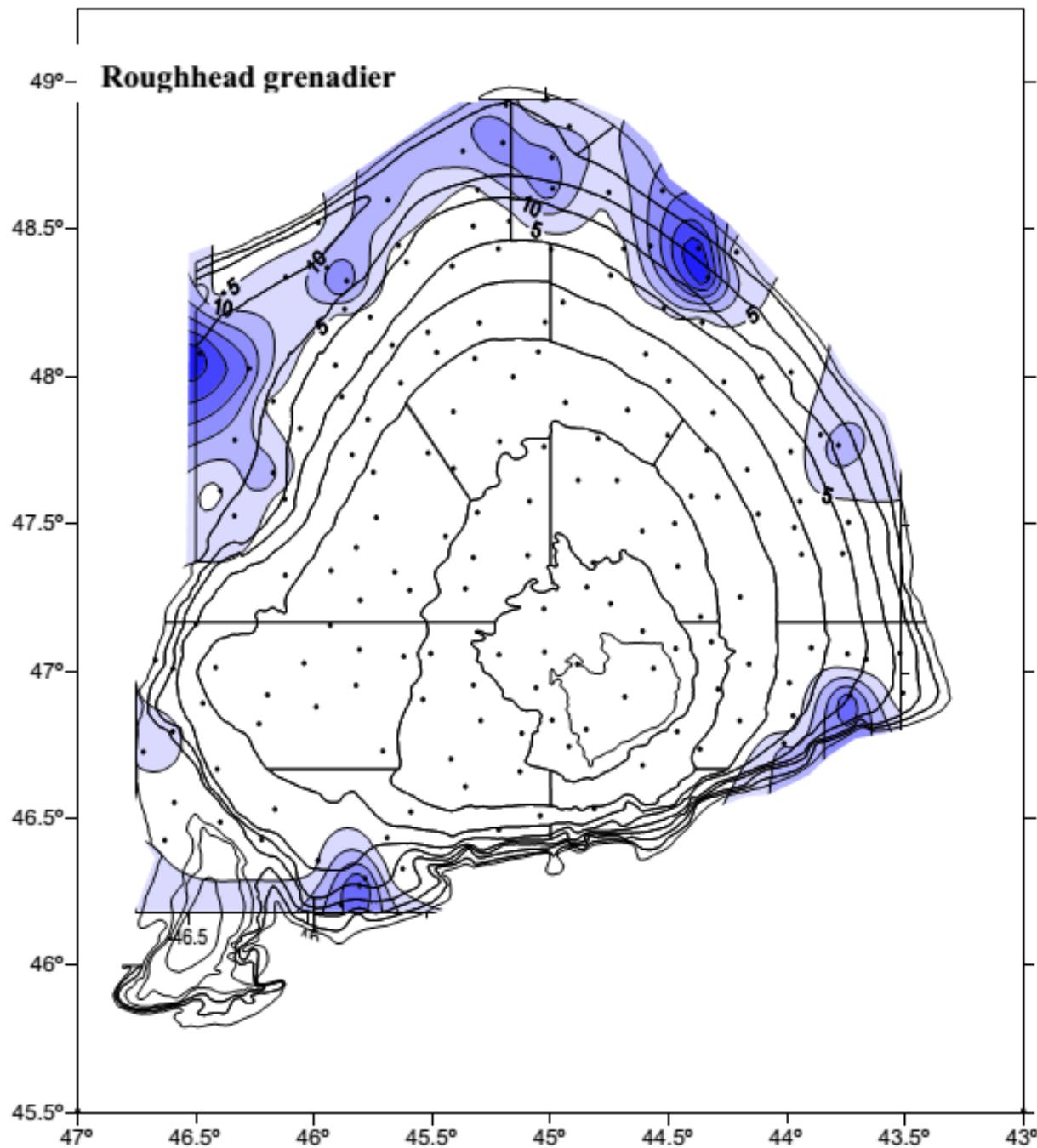


Рис. 3 Распределение макрууса на банке Флемиш-Кап во время съемки 2012 г.

Акулы

Добываемых в СЗА акул можно условно разделить на крупных и мелких.

К крупным относятся **атлантическая сельдевая акула (*Lamna nasus*)** и **гренландская полярная акула (*Somniosus microcephalus*)**. Атлантическая сельдевая акула может облавливаться в подрайонах 3 и 4 НАФО между 38 и 48°, в частности на БНБ, при температуре 2-14 °С на глубинах от 0 до 1360 м. Ее длина достигает 3,5 м (чаще не превышает 2,5 м), масса – 135 кг. Предполагается, что акула живет от 25 до 46 лет. Акула редко попадает в тралы, чаще облавливаясь донными и разноглубинными ярусами и жаберными сетями. Мясо и особенно печень этой акулы высоко ценятся. Интенсивный промысел этого вида привел к подрыву его запасов. В частности, в СВА промысел этой акулы запрещен. В СЗА подсчитано, что максимальный годовой вылов сельдевой акулы не должен

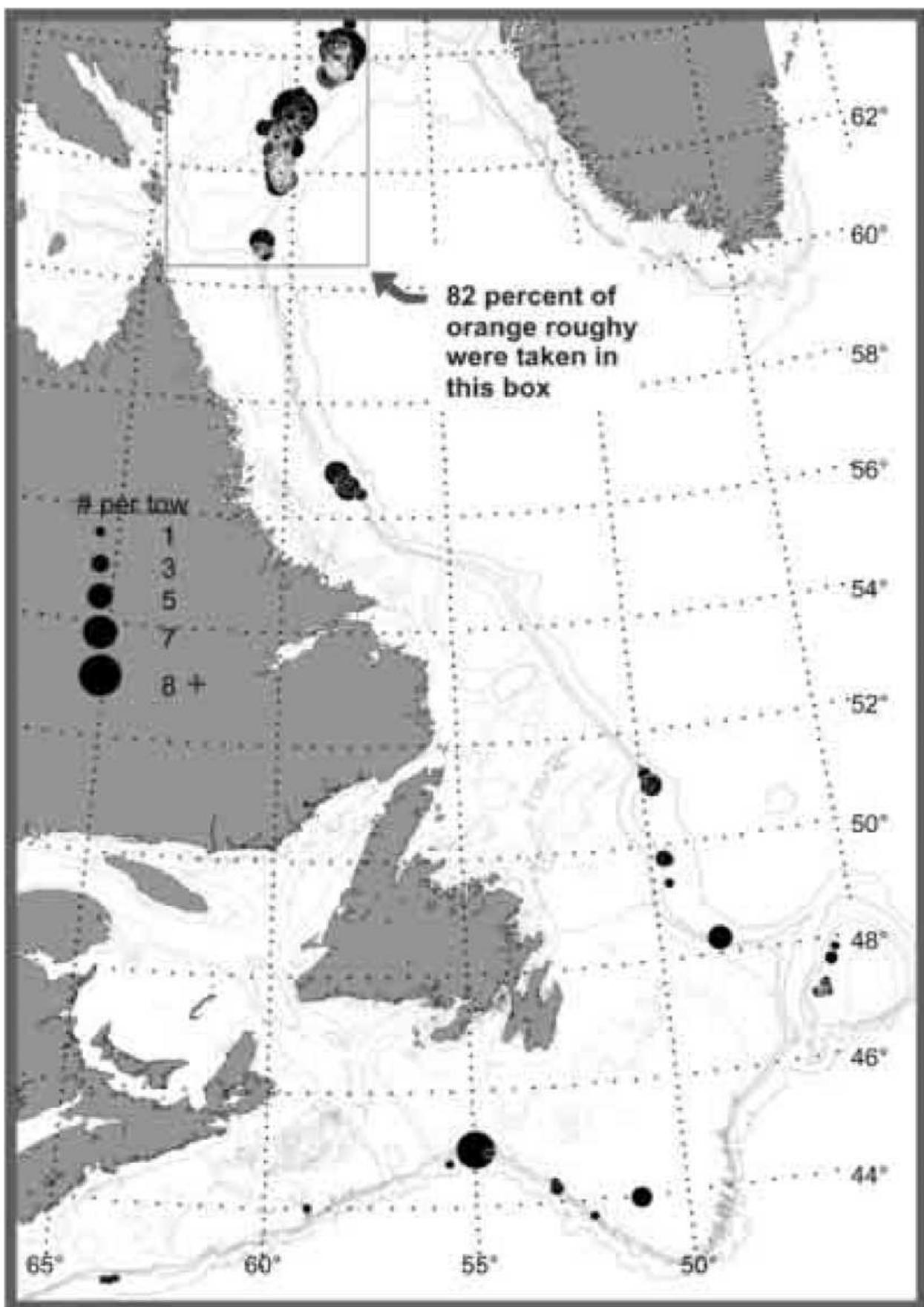


Рис. 4 Места облова большеголова в Северо-Западной Атлантике

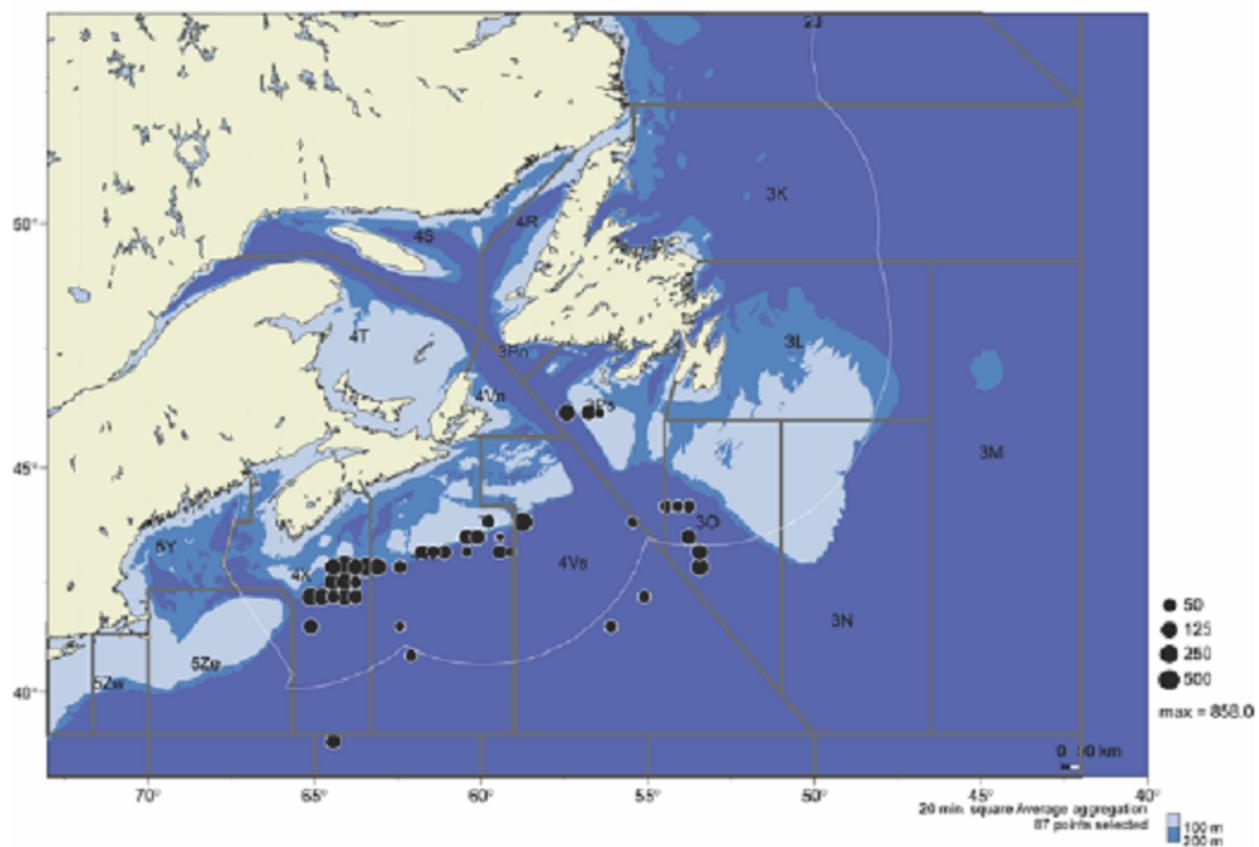


Рис. 5 Места поимок атлантической сельдевой акулы по данным канадских наблюдателей в 1996-2000 гг.

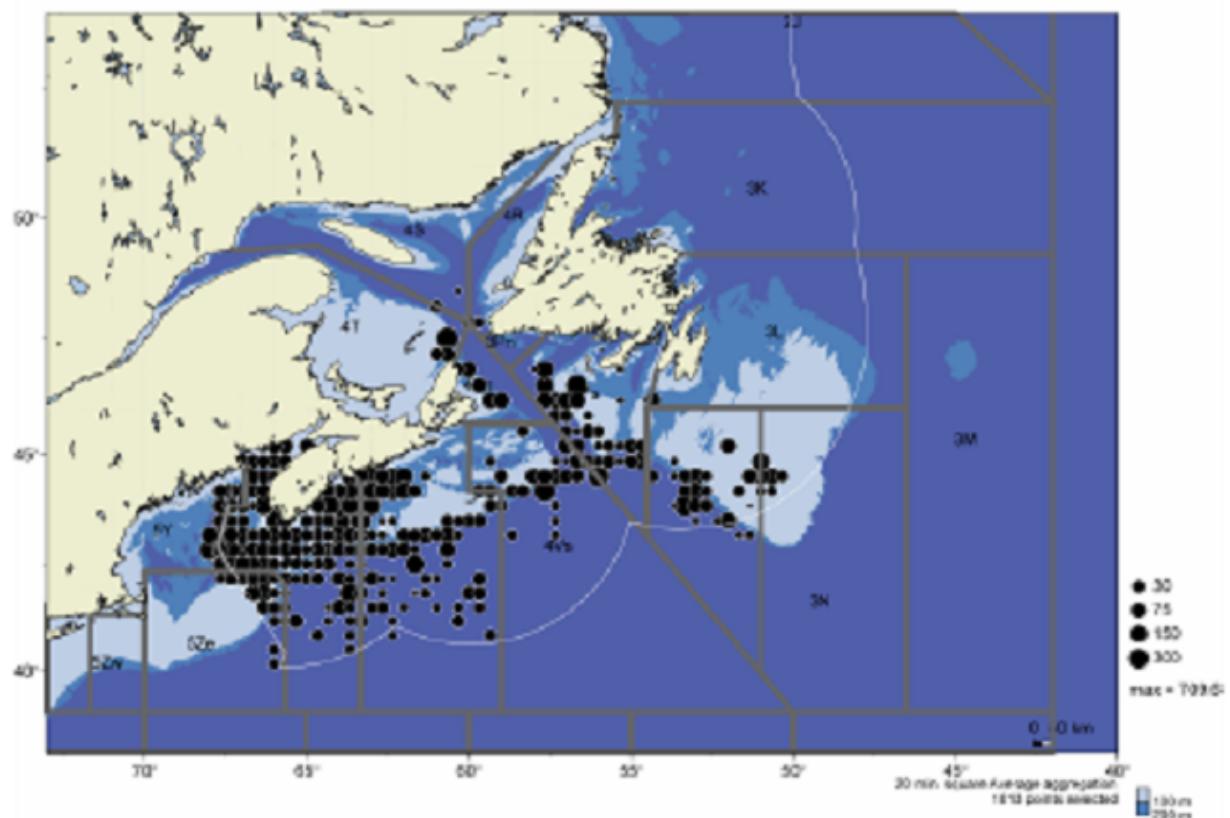


Рис. 6 Места поимок атлантической сельдевой акулы по рапортам о выгрузке в 2004-2007 гг.

превышать 250 т в год [2], но в нормативных мерах это не отражено. На рис. 5 и 6 приведены участки вылова этой акулы по данным наблюдателей и по рапортам о выгрузке.

Еще крупнее гренландская полярная акула: в среднем длина 244-480 см, масса – до 400 кг, хотя отдельные экземпляры достигали 7,3 м длины и 1,5 т веса. Это самая северная и холодолюбивая из всех акул, обитающая от мыса Код до Гудзонова пролива и Западной Гренландии, над банками и в открытых водах. Акула облавливается на глубинах 180-2200 м при температуре 0,6-12 °С. По непроверенным данным, акула живет до 100-200 лет. Акула может облавливаться тралами и ярусами. Ценится ее печень, мясо же в основном используется для корма животных.

Из мелких акул в вылове преобладает черная *собачья акула* (*Centroscyllium fabricii*). Она обычно облавливается в подрайонах 3NO, на глубинах 350-1400 м, чаще, по разным данным, на глубинах 350-500 м и глубже 900 м при температуре воды более 3,8 °С. Размеры акул колеблются от 30 до 84 см с модой 60-75 см, масса 1,6-3,8 кг. Наилучшие уловы отмечаются осенью, наименьшие – весной. Облавливается обычно ярусами и донными тралами как прилов к черному палтусу и макрурусу. Пищевая ценность невелика, используется в основном для изготовления рыбной муки. Годовой вылов составляет в среднем 86 т. Состояние запасов не вызывает опасения.

Распределение вылова этой акулы представлено на рис. 7.

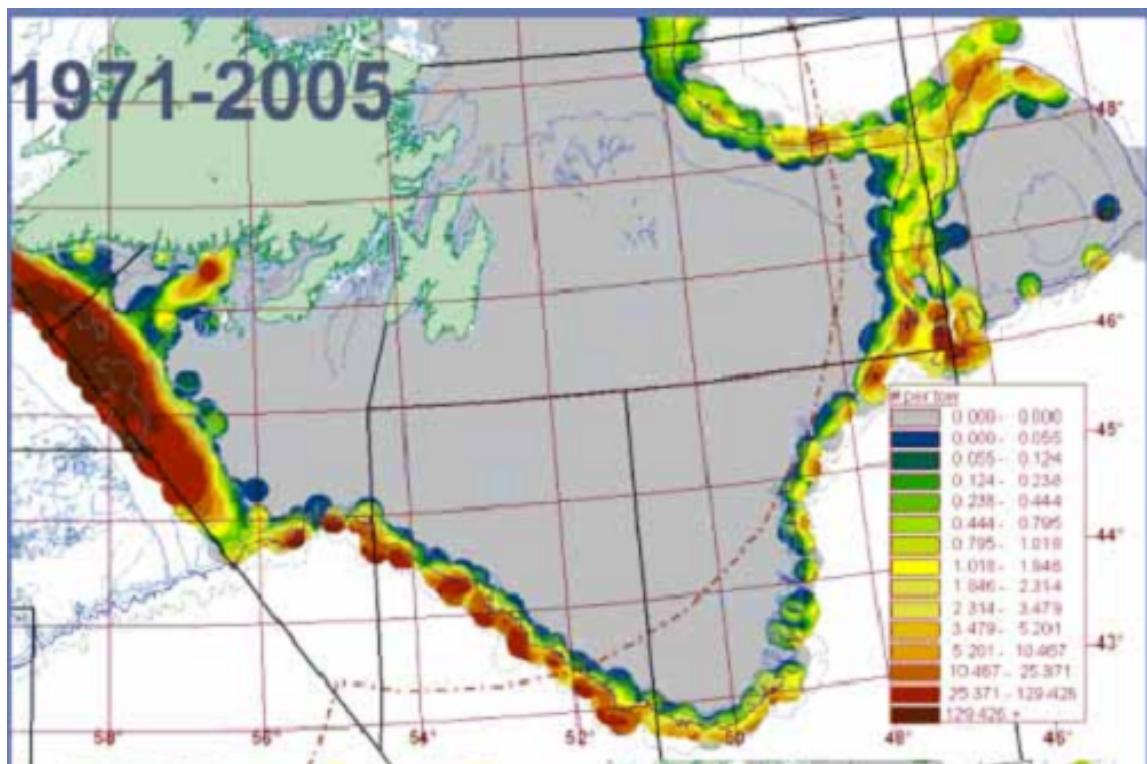


Рис. 7 Распределение вылова черной собачьей акулы на БНБ за период 1971-2005 гг.

Пятнистая колючая акула (*Squalus acanthias*) обитает в районах 3LNOP на глубинах 100-250 м. Она достигает размера 160 см и массы 9,8 кг, однако чаще встречаются акулы длиной до 1 м. Широко распространена в Мировом океане, исключая тропические и экваториальные воды. Обитает на глубинах 40-200 м при температуре 7-15 °С.

Облавливается всеми орудиями лова как прилов. У этой акулы считается ценным и мясо, и печень, и плавники. Вследствие промыслового востребованности состояние запасов этого вида находится под угрозой. В СВА промысел этого вида запрещен. В открытых водах СЗА в последние годы вылавливалось около 18 т акул этого вида. Распределение вылова этой акулы представлено на рис. 8.

Из мелких акул на БНБ также облавливались *американская кунья акула* (*Mustelus canis*), *португальская акула* (*Centroscymnus coelolepis*), *горбатая акула* (*Apristurus profundorum*) и *большая*

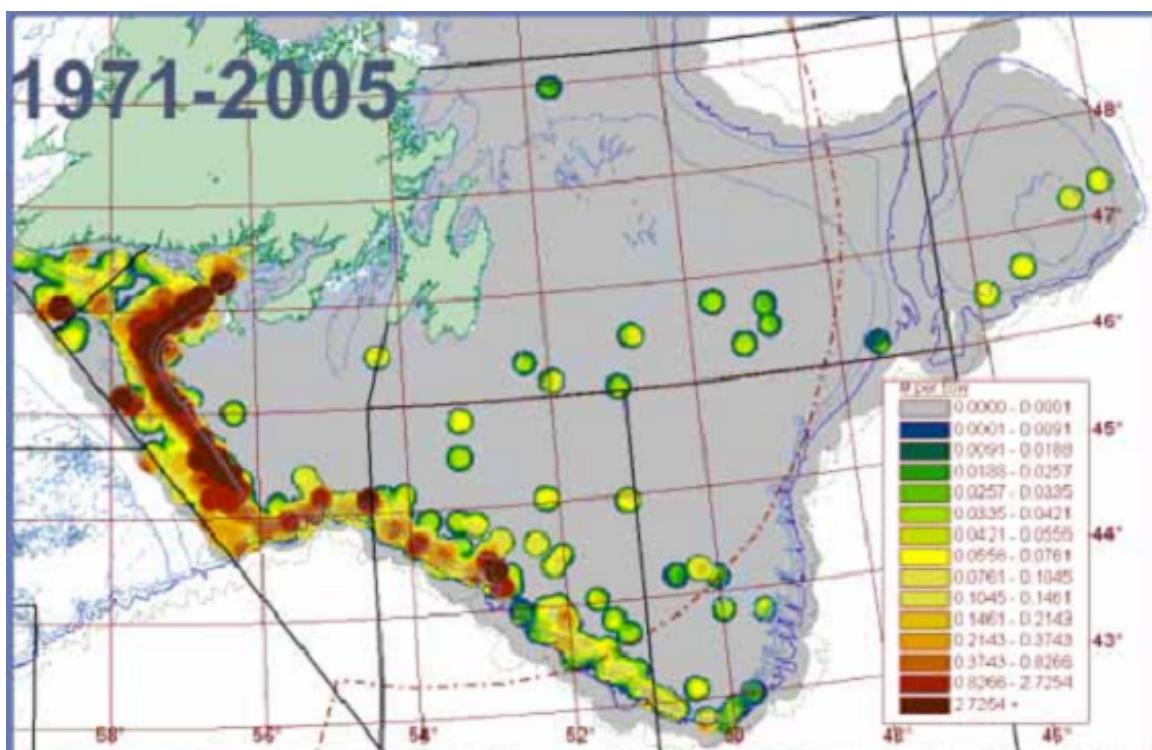


Рис. 8 Распределение вылова пятнистой колючей акулы на БНБ за период 1971-2005 гг.

черная акула (*Etmopterus princeps*) [7]. Средний годовой вылов мелких акул составлял 423 т. Распределение вылова этих акул представлено на рис. 9, 10.

Зубатки

В районе обитают 3 вида зубаток, встречающихся в уловах исключительно в виде прилова. Распределение выловов первых двух из них представлено на рис. 11 и 12.

Пятнистая зубатка (*Anarhichas minor*) обитает на БНБ, чаще встречается в подрайоне 3L, реже в 3NO. Встречается на глубинах 111-824 м, чаще 183-366 м [13]. Обычные размеры в уловах 70-130 см, средняя масса 586 г.

Полосатая зубатка (*Anarhichas lupus*) встречается круглогодично в подрайонах 3NO, а весной также на севере подрайона 3L. Обитает на глубинах до 44-635 м. Достигает длины 1,5 м и массы 13-14 кг, но обычно значительно мельче (мода 60-85 см, средний вес около 4 кг). Обычный возраст в уловах – 10-15 лет. В последнее время количество полосатой зубатки в прилове уменьшается.

Синяя зубатка (*Anarhichas denticulatus*) чаще встречается на БНБ в подрайоне 3L, реже в 3NO. Обитает в довольно широком диапазоне глубин – 56-1435 м. Обычные размеры – 70-120 см, средняя масса – 1446 г, хотя встречаются и отдельные особи размером до 1,5 м и массой до 20 кг [5].

Первые два вида являются ценными пищевыми объектами, тогда как мясо синей зубатки слишком водянистое.

Морской черт (удильщик)

Американский морской черт (*Lophius americanus*) является ценной промысловой рыбой, обитающей в СЗА. Северная граница ареала его обитания проходит по БНБ. Аналогичный вид – **европейский морской черт (*Lophius piscatorius*)** – деликатес в Западной Европе.

Морской черт является донным видом. Встречается на глубинах до 650 м, по некоторым данным, до 800 м. Оптимальная температура обитания – 6-10 °C, почти не встречается при температуре менее 4 °C.

Этот вид живет до 11 лет, при этом достигает длины 11 см в первый год, 40 см в 3 года, 78 см в 7 лет и 102 см в 10 лет. Максимальная зафиксированная масса – 27 кг. Длина в уловах составляет 40-118 см (отдельные особи до 130 см). Средняя длина составляет 56-58 см, средняя масса – 3-3,5 кг. Пик биомассы находится на глубинах 125-510 м, причем особого различия по глубинам не отмечено.

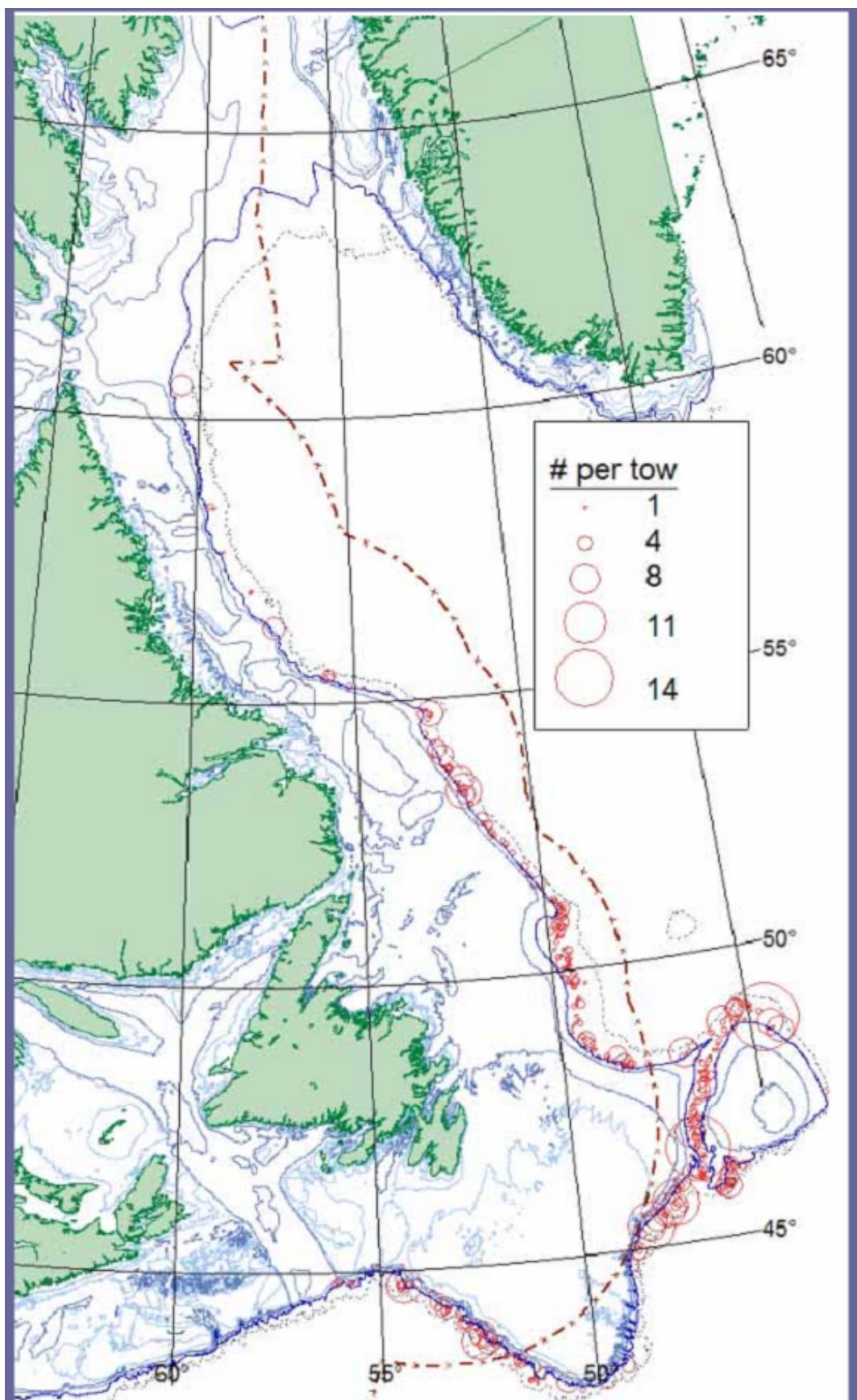


Рис. 9 Распределение вылова горбатой акулы в СЗА

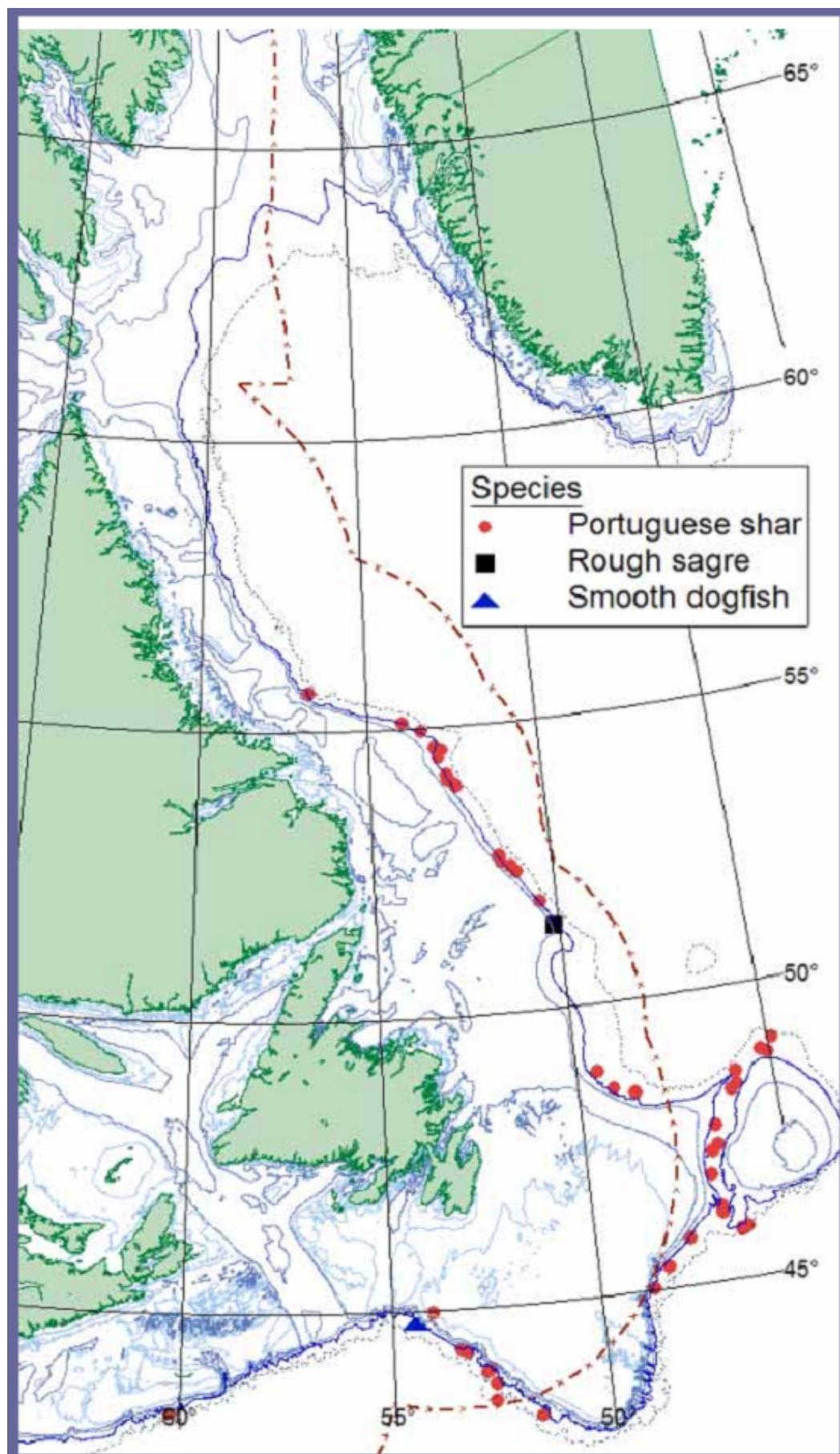


Рис. 10 Распределение выловов португальской акулы (отмечены кружком), большой черной акулы (отмечены квадратом) и американской куньей акулы (отмечены треугольником) в СЗА

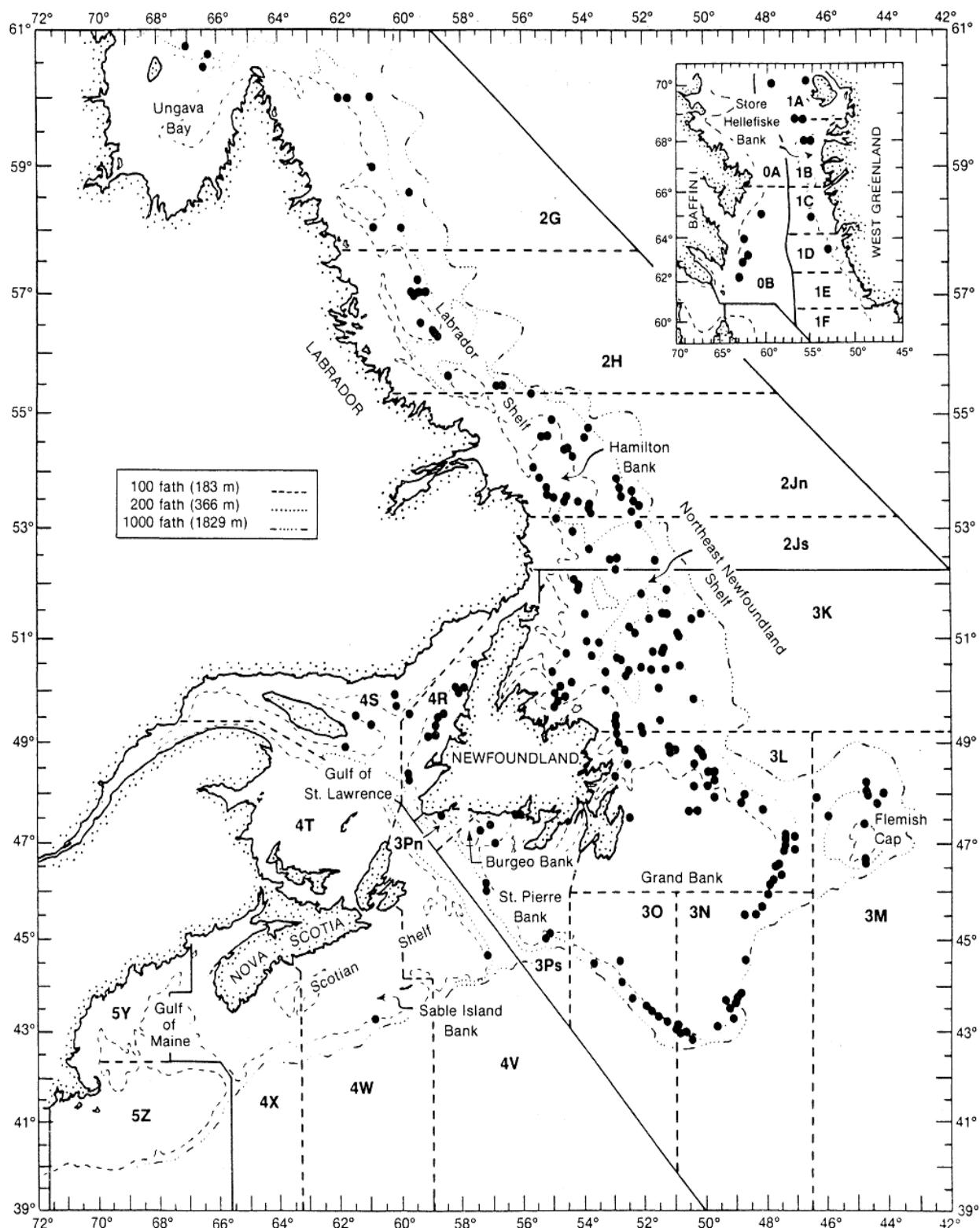


Рис. 11 Распределение выловов пятнистой зубатки в СЗА

но. Сезонных миграций не отмечено. Зрелости морской черт достигает в возрасте 4-7 лет. Нерест наблюдался с июля по сентябрь.

Большую часть времени он проводит лежа на дне, часто зарывшись в песок, ожидая добычу. Морской черт – хищник. Отмечены случаи каннибализма.

Морской черт обычно облавливается совместно со скатами и/или хеком жаберными сетями и донными тралями. Около 2/3 биомассы находится в подрайоне 3О. Пики уловов отмечены в 1988 и

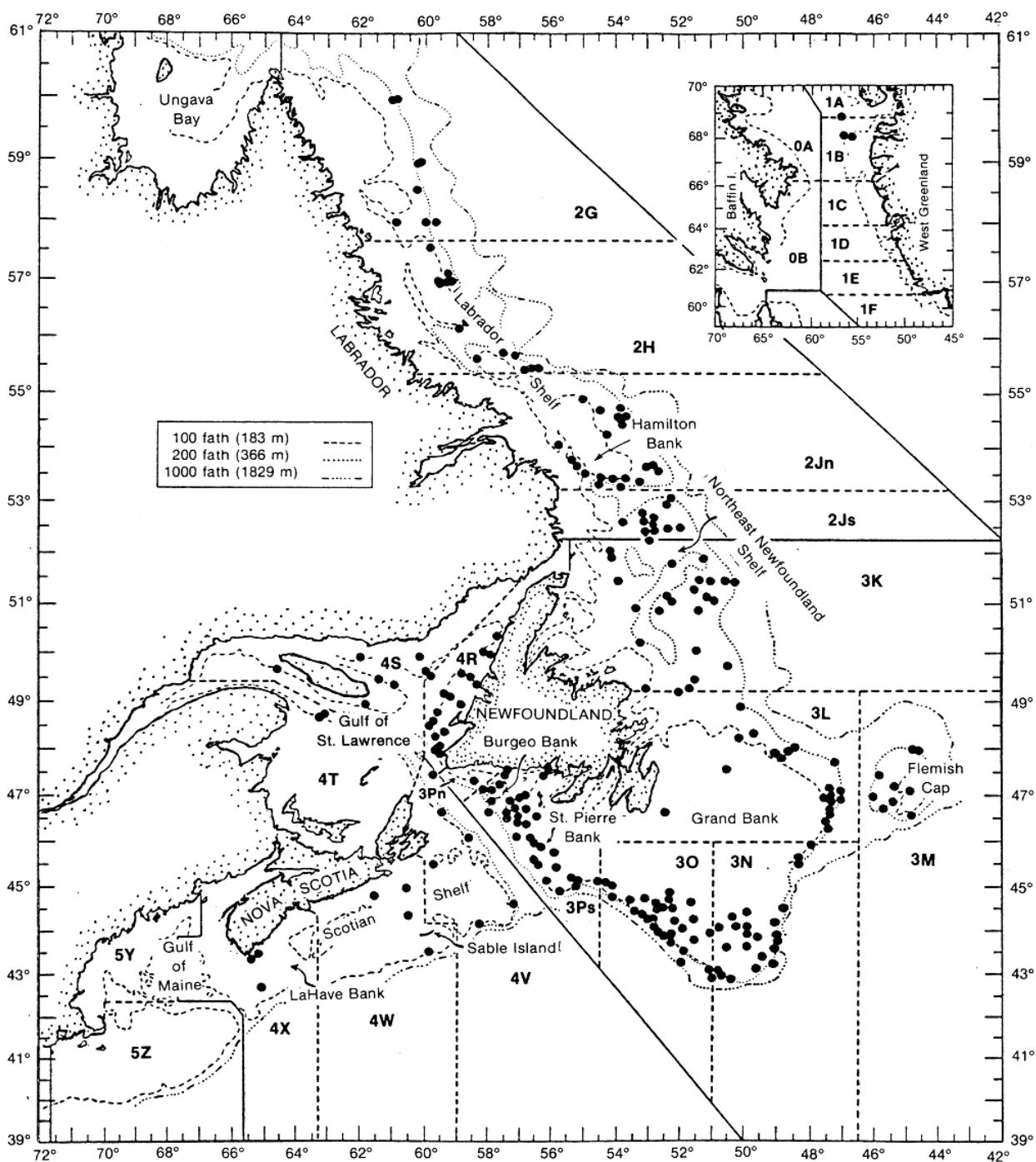


Рис. 12 Распределение выловов полосатой зубатки в СЗА

2000 гг., минимум – в 1979 и 1992–1993 гг. Уловистость его сравнительно низкая из-за донного образа жизни. Плотных скоплений морской черт не образует. Вместе с ним в прилове ожидаются значительные количества трески и пикши. Лучшие периоды промысла – март–май и ноябрь–декабрь. Сравнительно небольшие уловы (обычно менее 0,5 т за сутки) компенсируются высокой стоимостью удильщика. Следует отметить, что этот вид считается подверженным перелову в водах США (вылов в 1993 г. составлял 19 тыс. т), хотя в конце 1990-х годов отмечено некоторое увеличение его численности [1]. На БНБ его реальные запасы неизвестны.

Антимора

Антимора (*Antimora rostrata*) – еще один промысловый вид, встречающийся в виде прилова. Антимора обитает на глубинах 200–2286 м, но чаще в интервале глубин 500–1400 м, которые явля-

ются оптимальными для промысла. Антимора обитает на северной (3L) и южной (3O) оконечностях БНБ и в проливе Флемиш-Пасс при оптимальной температуре 3-4,5 °C (общий температурный интервал обитания 0,9-8,7 °C). Обычный размер антиморы составляет 5-65 см, модальные размеры – 30-40 и 50-55 см. Самцы мельче самок (средний размер 38 см против 47 см). Средний годовой вылов этого вида в последние годы составлял около 150 т [8]. Распределение уловов антиморы в СЗА показано на рис. 13.

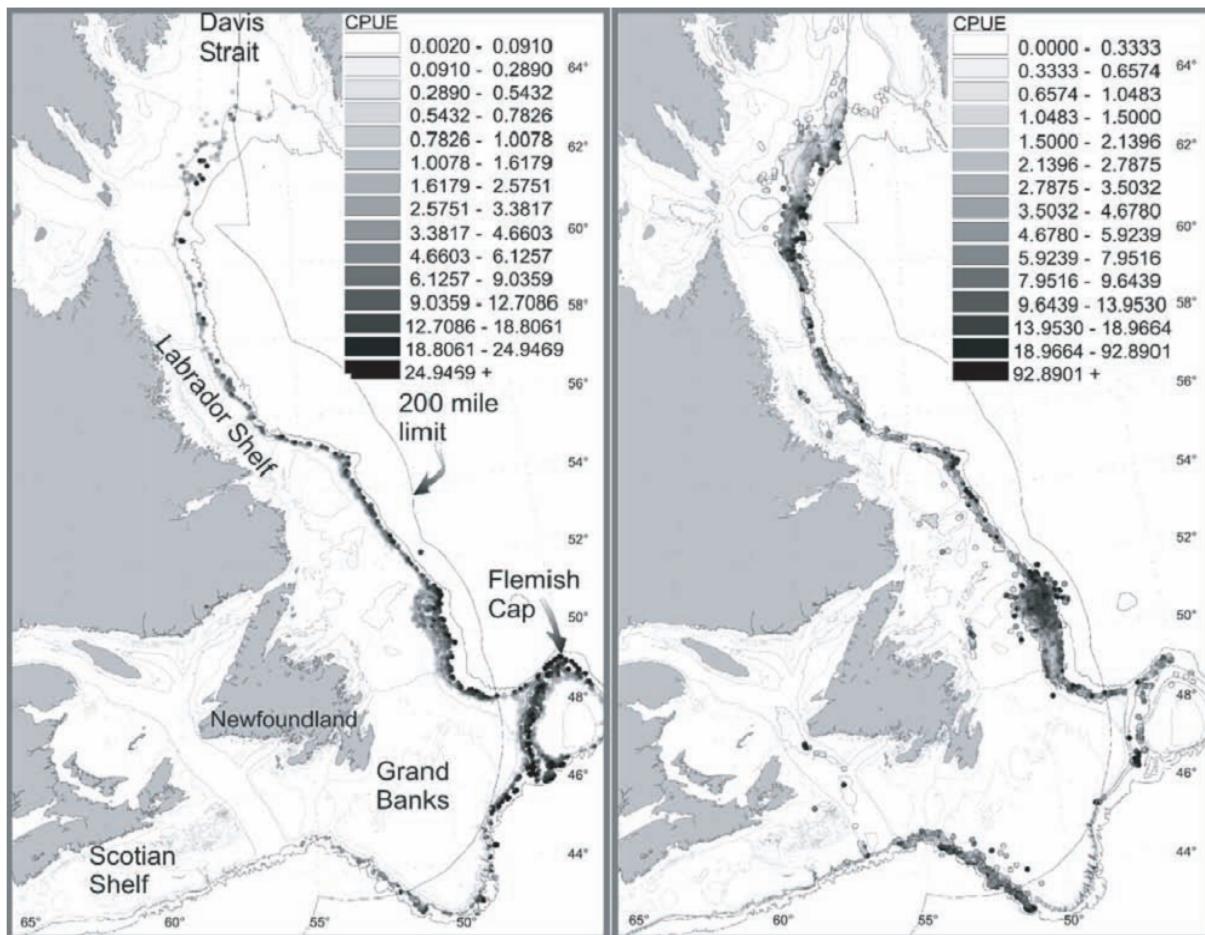


Рис. 13 Распределение уловов антиморы в СЗА (слева – по данным научных съемок, справа – по отчетам промысловых судов)

Атлантическая длинная камбала

Атлантическая длинная камбала (Glyptocephalus cynoglossus) является ценным промысловым видом, находящимся под мораторием на БНБ (подрайон 3LNO), но не на банке Флемиш-Кап (подрайон 3M). В то же время этот вид встречается и там, чаще в виде прилова. Во время съемок камбала отмечалась на глубинах 128-366 м, чаще на 257-366 м. В промысловых уловах она чаще встречалась как прилов к черному палтусу в проливе Флемиш-Пасс, по некоторым данным, до 1500 м и на западе и юго-западе банки Флемиш-Кап. Наилучшие уловы отмечены с февраля по июль. Ожидаемая длина 24-58 см, мода – 34-44 см, средняя масса – около 480 г. Ежегодный вылов камбалы в этом подрайоне в последние годы достигал 340 т.

ВЫВОДЫ

Основная масса описанных видов обитает на различных склонах БНБ, и, в меньшей степени, на банке Флемиш-Кап. Некоторые объекты обитают в открытых водах, в пелагиали над океаническими глубинами и у дна.

В зоне регулирования НАФО пока еще есть ресурсы, пригодные для облова и неквотируемые. Как правило, эти виды облавливаются в виде прилова. В то же время возможен и прямой промысел макруруса, атлантического большеголова и акул, по крайней мере, в определенные периоды на определенных участках.

Запасы большинства из указанных видов невелики или не установлены. Следовательно, все промысловые суда должны обрабатывать всю поступающую на борт рыбу, а не только объект прямого промысла, как это часто делается.

В перечень не вошли ценные рыбы, обитающие на банках Углового поднятия, прежде всего берикс (*Beryx splendens*), так как данный подрайон в настоящее время закрыт для промысла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Armstrong Michael P., Musick John A. and Colvocoresses James A. 1996. Food and Ontogenetic Shifts in Feeding of the Goosefish, *Lophius americanus* // J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 18. Pp. 99-103.
2. Campana S, and Gibson J. 2008. Catch and Stock Status of Porbeagle Shark (*Lamna nasus*) in the Northwest Atlantic to 2007 // NAFO SCR Doc. 08/36. 29 p.
3. Diana Gonzales-Troncoso and Xabier Paz. 2014. Biomass and length distribution for roughhead grenadier, thorny skate and white hake from the surveys conducted by Spain in NAFO 3NO // NAFO SCR Doc. 14-007. 30 p.
4. Esther Roman, Angeles Armesto and Diana Gonzales-Troncoso. 2014. Results for the Atlantic cod, thorny skate and black dogfish of the Spanish Survey in the NAFO Div. 3L for period 2003-2013 // NAFO SCR Doc. 14/016. 45 p.
5. Gassent Adriana Nogueira, Xabier Paz and Diana Gonzales-Troncoso. 2012. Persistence and Variation on the Groundfish Assemblages on the Southern Grand Banks (NAFO Division 3NO): 2002-2011 // NAFO SCR Doc. 12/025 (Revised) 25 p.
6. Jose Miguel Casas and Diana Gonzales-Troncoso. 2014. Results from bottom Trawl Survey on Flemish Cap of June-July 2012 // NAFO SCR Doc. 13/013. 55 p.
7. Kulka D. W. 2006. Abundance and Distribution of Demersal Sharks on the Grand Banks with Particular Reference to the NAFO Regulatory Area // NAFO SCR Doc. 06/20. 36 p.
8. Kulka D.W., Simpson M.R. and Inkpen T.D. 2003. Distribution and Biology of Blue Hake (*Antimora rostrata* Gunther 1878) in the Northwest Atlantic with Comparison to Adjacent Areas // J. Northw. Atl. Fish. Sci. Vol. 31. Pp. 299-318.
9. Kulka D.W., Themelis D.E. and Halliday R.G. 2003. Orange Roughy (*Hoplostethus atlanticus* Collett 1889) in the Northwest Atlantic // J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 31. Pp. 47-56.
10. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Conservation and Enforcement Measures. 2015 // NAFO/FC Doc.15/01. 134 p.
11. Russian research report for 2013. 2014 // NAFO SCS Doc. 14/13. 27 p.
12. Scientific Council June meeting – 2014. 2014 // NAFO SCS Doc. 14/17 (REW). 270 p.
13. Templeman Wilfred. 1986. Contribution to the Biology of the Spotted Wolffish (*Anarhichas minor*) in the Northwest Atlantic // J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 7. Pp. 47-55.

Поступила 27.02.15 г.

Unregulated commercial species in the Northwest Atlantic (NAFO Convention Area) and the possibility of their resources development. V. V. Paramonov. The data on quota-free commercial fish species within the Northwest Atlantic are given. It is noted that 11 of the main fishery objects are currently quoted on 20 subareas, whereas there is a fishing ban for 10 of them. Materials for the research were provided by the international observers (YugNIRO, Russia); a number of NAFO reports (in particular, from the Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science) were processed. Analysis of the available data allowed to identify present quota-free objects that have a certain commercial value, which are grenadiers (*Macrourus berglax* and *Coryphaenoides rupestris*), sharks (*Lamna nasus*, *Somniosus microcephalus* and *Aristurus profundorum*), dogfish (*Centroscyllium fabricii* and *Squalus acanthias*), orange roughy *Hoplostethus atlanticus*, wolffish (*Anarhichas minor*, *Anarhichas lupus* and *Anarhichas denticulatus*), monkfish *Lophius americanus*, blue hake *Antimora rostrata* and witch flounder

Glyptocephalus cynoglossus. Data on geographical distribution, spawning conditions, fish catch statistics, biomass and length-weight parameters of the most perspective among the studied species are given. It is marked that those objects are only caught as by-catch.

Keywords: Northwest Atlantic, NAFO, *Macrourus berglax*, *Coryphaenoides rupestris*, *Somniosus microcephalus*, *Centroscyllium fabricii*, *Hoplostethus atlanticus*, *Anarhichas minor*, *Lophius americanus*, *Antimora rostrata*, *Glyptocephalus cynoglossus*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ СЕРОЙ НОТОТЕНИИ (*LEPIDONOTOTHEN SQUAMIFRONS*) В ИНДООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ

А. К. Зайцев

ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: akz2006@yandex.ru

*Представлен анализ многолетних данных (1970-1991) по статистике уловов серой нототении *Lepidonotothen squamifrons* рыбодобывающим флотом СССР в индоокеанских водах Антарктики (о-ва Южная Георгия, Крозе, Марион, Принс Эдуард, Кергелен, Херд и многочисленные поднятия дна Кергеленского хребта). В 1991 г. Советским Союзом была прекращена эксплуатация популяций данного вида в районе субантарктических банок Обь и Лена. Промысловый потенциал популяций вида остается довольно высоким и на настоящий момент не используется промышленностью. За период активного освоения ресурсов серой нототении были проведены всесторонние исследования, касающиеся различных сторон биологии, распределения и учета ее запасов на каждом из поднятий. В работе приводятся сводные данные по вышеперечисленным вопросам. В настоящее время видится целесообразным возобновление исследований состояния ресурсов данных поднятий, выполнение комплекса научно-исследовательских работ в сотрудничестве с АНТКОМ для решения вопроса о возможном возобновлении промыслового использования популяций серой нототении в данном районе.*

Ключевые слова: *Lepidonotothen squamifrons*, банки Обь и Лена, Субантарктика, биология, биоресурсы, промысел, АНТКОМ

ВВЕДЕНИЕ

Одним из массовых видов, обитающих на подводных поднятиях и на островных шельфах субантарктической части Мирового океана, является серая нототenia, или сквама (*Lepidonotothen squamifrons*) (рис. 1). Популяции данного вида наиболее массовы в шельфовых водах островов Южная Георгия, Крозе, Марион, Принс Эдуард, Кергелен, Херд и на многочисленных поднятиях дна Кергеленского хребта [8]. В открытых водах Индоокеанской части Антарктики наиболее многочисленные

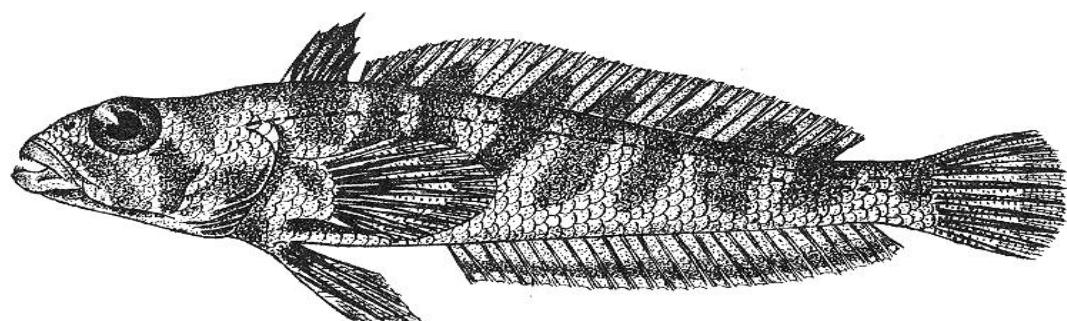


Рис. 1 Серая нототения, или сквама (*Lepidonotothen squamifrons*)

© А. К. Зайцев, 2015

ISSN 1026-5643 (print). ISSN 2412-8864 (online). Труды ЮгНИРО, Т. 53, 2015

скопления рыб были отмечены на вершинах подводных гор Обь и Лена (статистические участки 58.4.4a, 58.4.4b) (рис. 2). Успешный промысел сквамы велся добывающим флотом Советского Союза в период с 1970 по 1991 г.

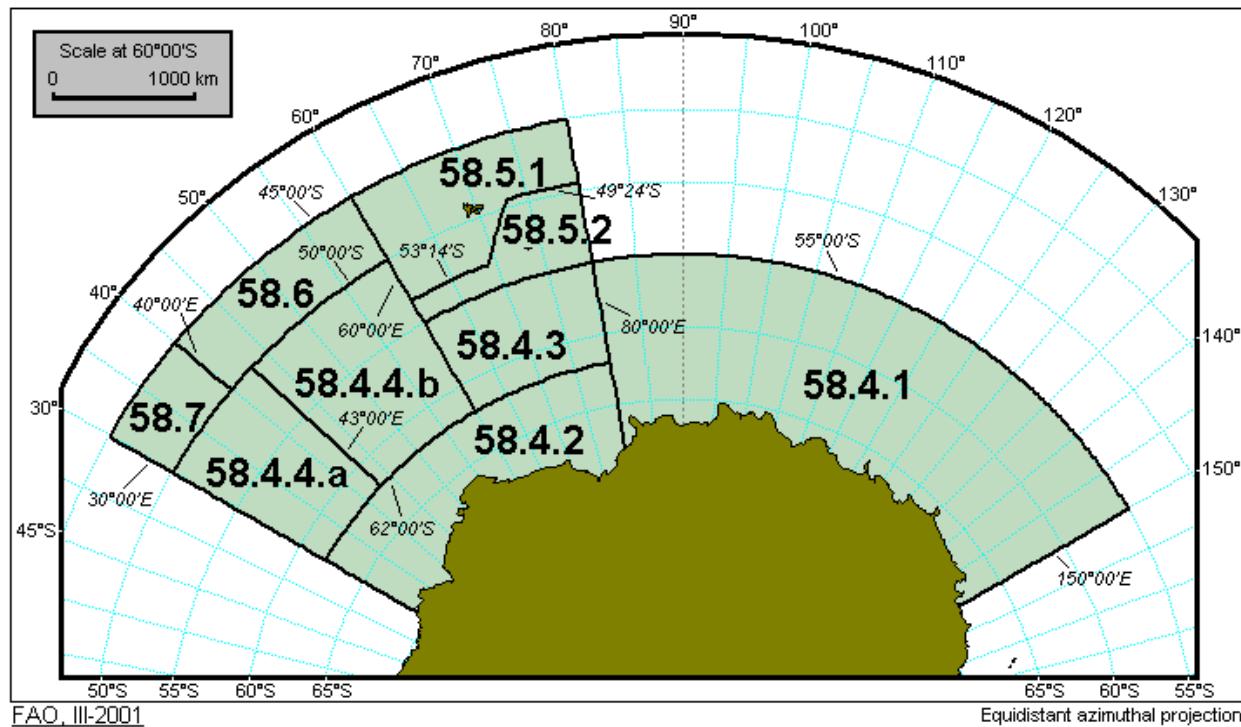


Рис. 2 Карта-схема статистических промысловых участков индоокеанской части Антарктики (ФАО/АНТКОМ)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Промысел. Начиная с 70-х годов прошлого столетия, скопления данного вида активно использовались добывающим флотом СССР. В период активного экспедиционного освоения ресурсов антарктических вод (1980-е годы) вылов рыб достигал нескольких тысяч тонн. Так, на банке Обь в 1986 г. было выловлено 9531 т, а на банке Лена в 1989 г. – 3003 т (табл. 1) [12, 13, 15]. Притом следует учитывать, что в этот период банки являлись промежуточным звеном в промысловой цепочке «банки Обь и Лена – острова Кергелен – высокотропные моря Антарктики» (м. Содружества, м. Космонавтов). Последним годом промысла сквамы стал 1991 г., когда вылов за три месяца работы (апрель–июнь) одного судна (РТМА «Звезда Крыма») составил 910 т [18]. Причинами прекращения промысла послужили, во-первых, удаленность района, не позволявшая в новых экономических реалиях вести рентабельный лов сквамы, и, во-вторых, введение Научным Комитетом АНТКОМ «Меры по сохранению 32-08 (1997)», запрещающей промысел серой нототении на данных поднятиях. Считаем целесообразным привести содержание данной «Меры по сохранению» полностью: «Запрет на направленный промысел *Lepidonotothen squatifrons* на Статистическом участке 58.4.4 (банки Обь и Лена), за исключением вылова в научно-исследовательских целях, запрещается с 8 ноября 1997 г. и, по крайней мере, до тех пор, пока не будет проведена съемка биомассы запаса с последующим представлением результатов и анализом в Рабочей группе по оценке рыбных запасов, и Комиссия на основании рекомендаций Научного комитета не примет решения о возобновлении этого промысла» [5].

Таким образом, с момента введения запрета на промысел серой нототении, а также в связи с запретом на донный траловый промысел (Мера по сохранению 22-05) [5], ресурсы данного вида оказались «законсервированы» и не использовались ни в каком виде.

Таблица 1

Статистика вылова серой нотопелами крупнотоннажными судами (РТМ-А, РТМ-С, БМРТ) на баках Обь и Лена

Район	Показатели	Годы											
		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
б. Обь	Улов, т	4821	243	4167	41	56	588	40	1023	9531	1601	1971	913
	Ср.улов на час	2,2	2,8	3,7	1,1	0,4	1,9	1,0	2,6	2,9	2,1	2,7	1,5
	Пр., т												-
	Ср.улов на с/с,	29,9	21,3	32,7	13,0	0,9	9,1	5,5	16,3	20,9	14,8	19,3	8,5
	т лова, т												-
	Улов, т	1592	267	2616	1934	59	840	397	87	1977	441	2399	3003
	Ср. улов на час	2,0	1,8	3,5	1,3	0,4	1,8	0,9	1,2	2,6	1,0	2,4	2,5
	Пр., т												1,5
	Ср.улов на с/с,	20,8	12,7	15,6	13,6	0,9	18,2	5,7	8,7	17,4	13,1	16,0	14,9
	т лова, т												18,9

Повсеместное освоение ресурсов клыкачей как в экономзонах иностранных государств (о-ва Кергелен, Херд, Крозе), так и в открытых водах Антарктики дало толчок к исследованию запасов этих видов рыб и в районе банок Обь и Лена. Начиная с 2007 г., Япония проводит регулярные учетные съемки запасов клыкачей при помощи трот- и испанских донных ярусов [6, 11, 14]. Как отмечают японские исследователи, при постановке ярусов на глубинах 500-2000 м сквамы в прилове не встречалась [14], хотя, по нашим данным, этот вид отмечался в уловах донных тралов, по крайней мере, до глубин 800 м. В данном факте интересно то, что при ярусном промысле антарктического клыкача на материковом склоне Антарктиды в уловах довольно часто представители других родственных видов нототениевых рыб, в частности *Notothenia kempfi* и различные виды рода *Trematomus*, тогда как сквама, вероятно, не реагирует на донные крючковые орудия лова.

Биологическая характеристика. Период активного освоения ресурсов банок Обь и Лена позволил в значительной мере изучить биологию вида и распределение рыб на акватории поднятий и произвести расчет запасов сквамы отдельно для каждого из поднятий [1-4, 9, 10, 15, 17].

Как показали наши исследования, серая нототenia образует самостоятельные репродуктивно изолированные скопления на каждой из банок. У рыб, обитающих на разных банках, различны периоды нереста, отличны темпы роста, состав паразитофауны и отдельные морфометрические показатели [3]. Тем не менее общие параметры рыб из данных поднятий близки. Анализ траловых уловов показал, что максимальная наблюденная длина рыб составляла 46 см, а масса – 2 кг. В уловах отмечались рыбы длиной 4-46 см (в среднем 26-28 см) и массой от 10 г до 2 кг, при среднем весе особи 400 г. Изучение динамики размерного состава уловов показало, что к концу эксплуатации популяции серой нототении на банке Обь средние параметры длины и массы рыб в уловах немного снизились (рис. 3 а), в то время как на банке Лена они остались на прежнем уровне (рис. 3 б) [15, 17].

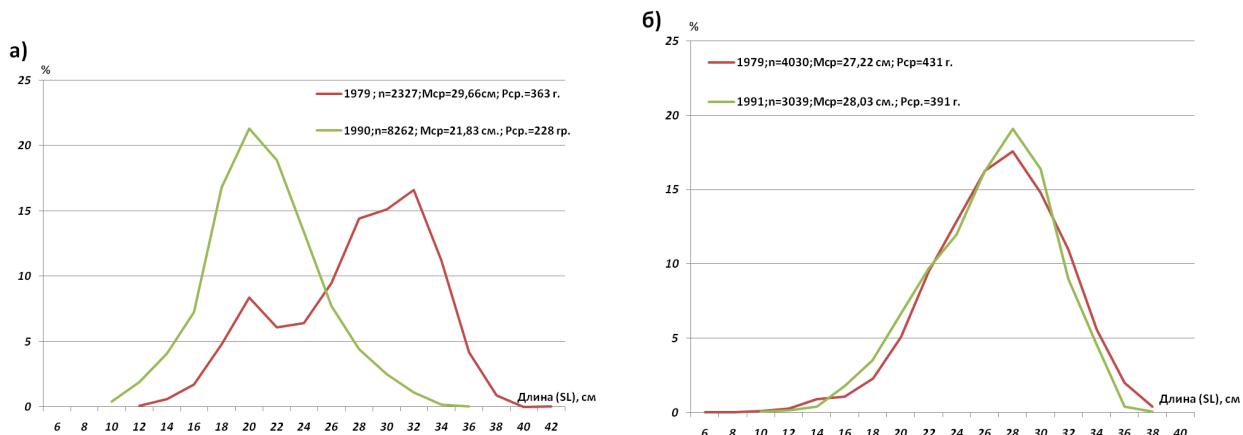


Рис. 3 Размерный состав серой нототении из траловых уловов на банке Обь (а) и Лена (б)
в начале (1979) и конце (1990-1991 гг.) промысла

Продолжительность жизни серой нототении достигает 15-17 лет. Темп роста рыб не высокий. В течение первых 6-8 лет, до наступления половой зрелости, ежегодные приросты составляют 3-5 см. У половозрелых рыб в возрасте 8-10 лет приросты снижаются до 2 см в год, в дальнейшем идет постепенное снижение темпа роста до 1 см и ниже [15]. Максимальное увеличение массы тела происходит на 6-10 году жизни, когда прирост составляет 100-120 г в год. Средний возраст рыб, встречающихся в траловых уловах на каждой из банок, в различные годы немного различался, но в среднем был равен 7 годам на банке Лена и 8 – на банке Обь [15]. Основные параметры роста для серой нототении, рассчитанные нами для уравнения Берталанфи, приводятся ниже в табл. 2.

Половой зрелости основная масса рыб достигает к 6-7 годам. Различий в достижении половой зрелости у самок и самцов не отмечено [3]. Соотношение полов в популяциях серой нототении меняется с возрастом. Среди рыб младших возрастных групп преобладают самцы, но к 5-7 годам соотношение полов выравнивается, и уже среди старших групп преобладают самки.

Таблица 2

Параметры уравнения зависимости длина-вес и уравнения роста Берталанфи
для *Lepidonotothen squamifrons* [15, 16]

Район	Пол	Параметры						
		a	b	L_{∞}	W_{∞}	K	To	n
б. Обь	Самки	0,01466	3,0831	51,83	2487	0,1015	0,0591	115
	Самцы	0,00947	3,2209	48,28	2317	0,1235	0,3917	130
	Оба пола	0,01147	3,1600	49,89	2524	0,1115	0,1781	245
б. Лена	Самки	0,00647	3,3250	49,53	1933	0,1166	-0,1350	168
	Самцы	0,00887	3,2285	43,55	1233	0,1573	0,2182	123

Нерестится серая нототenia в весенне-летний период Южного полушария. Пик нереста на банке Обь приходится на январь, а на банке Лена – на февраль. Отмечается взаимосвязь между расположением широтных районов и сроками нереста рыб. Чем южнее район, тем позже и продолжительнее нерест.

Абсолютная плодовитость у рыб данного вида, по нашим данным, варьирует в пределах 25,8-100,3 тыс. икринок на банке Обь и от 14,5 до 132,8 тыс. икринок на банке Лена при относительной плодовитости 69-202 и 81-196 икринок на 1 г массы, соответственно [3]. С увеличением длины и массы тела рыб количество продуцируемой икры увеличивается. Диаметр зрелых ооцитов колеблется в пределах 1,3-2,3 мм. Икра донная и клейкая. Кладки икры часто встречаются в желудках других рыб, в частности у патагонского клыкача и самой сквамы. Эмбриогенез продолжается около двух месяцев, выклев личинок происходит в апреле-мае. Личинки на ранних стадиях развития ведут пелагический образ жизни.

В питании серой нототении отмечались как донные, так и пелагические организмы. Основу пищи взрослых особей составляют сальпы, гребневики, медузы, эвфаузиевые и гиперииды, а также многощетинковые черви и офиуры [10]. У рыб длиной 5-15 см пищевой комок почти полностью состоит из донных и придонных организмов, тогда как у более крупных рыб в спектре питания преобладающими становятся пелагические организмы, и в первую очередь сальпы и гребневики. У взрослых рыб в течение суток наблюдаются два пика питания – в утренние часы и вечером.

Изучение паразитофауны серой нототении показало наличие различных видов паразитов у рыб всех возрастных групп. Но, если рассматривать вопрос с медицинской и хозяйственной точек зрения, то в целом данные организмы не несут опасности для человека [4].

Величина запасов и перспектива промысла. Для рационального использования запасов серой нототении на банках Обь и Лена в период с 1978 по 1991 г. неоднократно выполнялся комплекс работ по изучению запасов вида. Учетные работы проводились в восьми научно-исследовательских и научно-поисковых экспедициях на судах «Скиф», «Чатыр Даг», «Мыс Островского», «Профессор Месяцев». Была разработана и использована единая стратифицированная схема банок. Расчет запасов производился с использованием двух методов: «Метода прямого учета» [7] и «Метода виртуально-популяционного анализа». Результаты учетных тралений показали, что распределение рыб, а, следовательно, и биомассы сквамы на банках неравномерное. Наиболее плотные скопления на банке Обь были отмечены в диапазоне глубин 250-300 м, а на банке Лена глубже – на 350-400 м. За пределами скоплений, как правило, преднерестового или нагульного характера, плотность концентраций рыб значительно ниже. В результате исследований были получены величины запасов рыб, характеризующие единовременную биомассу серой нототении в пределах глубин 250-500 м. Эти величины составили 13,7 тыс. т для банки Обь и 22,6 тыс. т – для банки Лена [17].

ВЫВОДЫ

Возобновление промысла сквамы в данном районе возможно только при выполнении согласованных с АНТКОМ траловых учетных работ и выработки совместных рекомендаций по освоению ресурсов данного ценного вида рыб. При этом следует отметить, что при прекращении промысла

сквамы в районе банок ресурсы популяций вида находились в удовлетворительном состоянии и не подвергались чрезмерному прессу промысла. Уже более 20 лет запасы вида находятся в состоянии покоя. Это позволяет нам рекомендовать данный запас для дальнейшего использования в рамках действующих Соглашений и Мер по сохранению АНТКОМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев А.К. 1983. Особенности распределения серой нототении на банках Обь и Лена в зимний период 1982 года // Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования : Тез. докладов Всесоюзной научной конференции. Керчь. С. 92-93.
2. Зайцев А.К. 1988. Окраска серой нототении *Lepidonotothen squamifrons* Индийского сектора Южного океана // Вопр. ихтиологии. Вып. 4. Т. 28. С. 687-688.
3. Зайцев А.К. 1989. Основные вопросы биологии размножения серой нототении *Lepidonotothen squamifrons squamifrons* Индоокеанского сектора Южного океана // Вопр. Ихтиологии. Вып. 1. Т. 29. С. 104-111.
4. Парухин А.М., Зайцев А.К. 1984. Заражение гельминтами серой нототении (*Notothenia squamifrons*) разного возраста в субантарктическом секторе Индийского океана // Биологические науки. № 10. С. 34-37.
5. Список действующих Мер по сохранению // Australia. Hobart: CCAMLR.
6. Уведомление о научно-исследовательской деятельности судов на участках 58.4.4a и 58.4.4b. 2007 / Делегация Японии // Australia. Hobart: CCAMLR. R-SC-XXVI/9. 8 р.
7. Юдович Ю.Б. 1974. Промысловая разведка рыбы. М.: Пищевая промышленность. 240 с.
8. Duhamel G. 1981. Caracteristiques biologique des principales especes de poisson du plateau continental de Kerguelen // Cibium, 3-e ser. № 5(1). P. 19-32.
9. Duhamel, G. & Ozouf-Costaz, C. 1985. Age, Growth and Reproductive Biology of *Notothenia squamifrons* Gunther, 1880 from the Indian Ocean Sector of the Southern Ocean. Polar Biology, 4. P. 143-153.
10. Pakhomov E.A. 1993. Feeding Habits and Estimate of Ration of Gray Notothenia, *Notothenia squamifrons squamifrons*, on the Ob and Lena Tablemounts (Indian Ocean Sector of Antarctica). Journal of Ichthyology, 33 (9). P. 57-71.
11. Research Plan for toothfish by Shinsei Maru. 2008 / Делегация Японии // Australia. Hobart: CCAMLR. WG-FSA-08/39. № 3 in 2008/09. 9 p.
12. Statistical bulletin // Australia. Hobart: CCAMLR. CCAMLR-SB/91/3. Vol. 3 (1981-1990). 119 p.
13. Statistical bulletin // Australia. Hobart: CCAMLR. CCAMLR-SB/01/13. Vol. 13 (1991-2000). 153 p.
14. Taki K., Kiyota M. and Ichii T. 2010. Reports on abundance and biological information on toothfish in Divisions 58.4.4a and 58.4.4b by Shinsei Maru // Australia. Hobart: CCAMLR. WG-FSA-10/46. № 3 in 2009/10 season (Japan). 12 p.
15. Zaitsev A.K. Growth and age/length structure of Notothenia (*Lepidonotothen squamifrons* (Nototheniidae)) in various areas of the Indian Sector of the Southern Ocean. 1989 // Australia Hobart: CCAMLR. WG-FSA-89/16. P. 123-139.
16. Zaitsev A.K. 1989. Natural mortality of Notothenia, habituating different areas of Indian sector of Southern Ocean // Australia Hobart: CCAMLR. WG-FSA-89/17. 11 p.
17. Zaitsev A.K. 1990. Assessment of stocks at Ob' and Lena banks (division 58.4.4) // Australia. Hobart: CCAMLR. WG-FSA-90/37. 17 p.
18. Zaitsev A.K. 1994. Course of fisheries in the Lena bank area (division 58.4.4) in season of 1990-1991 // Australia Hobart: CCAMLR. WG-FSA. 94/7. 7 p.

Поступила 20.04.15 г.

Current state of grey notothenia (*Lepidonotothen squamifrons*) populations in the Indian Ocean Sector of the Antarctic. A. K. Zaytsev. Long-term data (1970-1991) on fish catch statistics of grey notothenia *Lepidonotothen squamifrons* by the fishing fleet of the USSR in the Indian Sector of the Southern Ocean (South Georgia Is., Crozet Is., Marion Is., Prince Edward Is., Kerguelen Is., Heard Is. and various seamounts of the Kerguelen Ridge) are given. Historical accounts of several cruise reports are analyzed. It is mentioned that in 1991 the Soviet Union stopped exploiting the grey notothenia populations in the locations of Ob and Lena banks in the Subantarctic area. The fishery potential of the studied species populations remains rather high and is not currently used by the fishery. During the

period of active exploitation of the species resources, complex investigations were carried out concerning various aspects of biology, distribution and assessment of grey notothenia stocks on each of the seamounts. At present, it seems expedient to resume research of the current state of the resources on those elevations and perform a set of research activities in cooperation with CCAMLR aimed at making decisions on possible recommencement of grey notothenia exploitation in the investigated area.

Keywords: *Lepidonotothen squamifrons*, Ob and Lena Banks, Subantarctic, long-term data, sex ratio, length-weight relationships, biological properties, biological resources, fishery potential, CCAMLR

ВОЗРАСТ И ТЕМП РОСТА АВСТРАЛИЙСКОЙ СКУМБРИИ (*Scomber australasicus* CUVIER, 1831) В АДЕНСКОМ ЗАЛИВЕ

С. Т. Ребик

ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: rebikst@mail.ru

*Приводятся некоторые аспекты по темпам роста австралийской скумбрии (*Scomber australasicus* Cuvier, 1831) в водах Йемена. Материалом послужили данные 38 экспедиций, работавших в Аденском заливе и у восточного побережья Африки с 1962 по 1991 г.; в том числе 8 целевых экспедиций в Аденский залив с 1980 по 1991 г., выполненных по межправительственным соглашениям между Республикой Йемен и СССР. Кроме этого, проанализированы материалы более 80 экспедиций ЮгНИРО, работавших в водах Йемена попутно, и экспедиций, проводившихся в сопредельных с Йеменом водах (Сомали, Мозамбик, Оман, Пакистан и Индия). Использованы все имеющиеся данные по мониторингу советского промысла скумбрии в водах Республики Йемен. Для определения возраста скумбрии на начальных этапах исследований (1981-1983 гг.) собирались отолиты, чешуя и жаберные крышки. За период с 1980 по 1991 г. было собрано и обработано 808 пар отолитов. Поскольку в промысловых рейсах у скумбрии измерялась промысловая длина, для унификации данных были рассчитаны формулы перехода от промысловой длины к длине по Смитту. Сбор данных осуществлялся в диапазоне всех длин, представленных в уловах (от 12 до 36 см), с набором в каждом размерном классе до нескольких десятков наблюдений. Всего с этой целью было проанализировано 620 особей. Установлено, что зависимость между стандартной длиной и длиной по Смитту представляет собой уравнение прямой. Зависимость между длиной и массой описывается параболической кривой. Применение нескольких методов для выявления размерно-возрастной зависимости позволили установить, что процесс роста рыб до 2,5 лет наиболее репрезентативно описывается параболической кривой, аппроксимирующей данные прямых наблюдений, а дальнейший рост рыб хорошо описывается кривой Берталанфи. Выделено три этапа роста скумбрии в течение всего жизненного цикла: интенсивный рост в длину на первом году жизни, интенсивный весовой рост на 2-6 годах жизни и снижение интенсивности как размерного, так и весового роста, начиная с 6 года жизни.*

Ключевые слова: *Scomber australasicus*, Аденский залив, определение возраста, темпы роста, аппроксимация, жизненный цикл

ВВЕДЕНИЕ

По данным ФАО, с 1950 по 1975 г. ежегодный вылов рыб и нерыбных объектов в водах Йемена варьировал близко к 20 тыс. т [5]. К 1995 г. вылов вырос примерно до 100 тыс. т, чему способствовала рыболовная помощь, представлявшая Демократическому Йемену Советским Союзом, а после 1995 г. наблюдалась резкая интенсификация вылова с пиком в 2004 г. до 256 тыс. т и резкое его падение до 150 тыс. т в 2011 г. (рис. 1).

Своего индустриального рыболовного флота Демократический Йемен никогда не имел, за исключением двух судов типа СРТМ, которые были подарены ему СССР и, выработав свой ресурс в 1990-е годы, затоплены у причала п. Аден. Основу рыбодобывающего артизонального флота Йемена и в настоящее время составляют самбуки с подвесным мотором и беспалубные моторизованные дизелем лодки – дау.

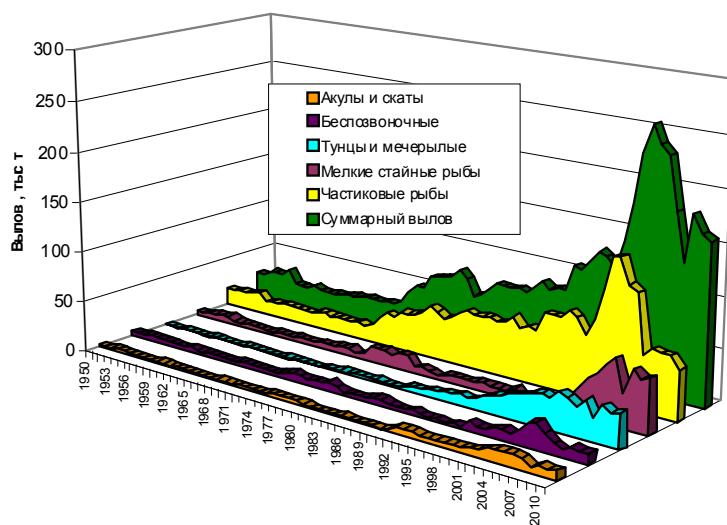


Рис. 1 Состав ежегодного вылова Йемена с 1950 по 2011 г. [5]

в соответствии с этим соглашением, советская сторона выполнила ряд научно-поисковых экспедиций, которыми была показана возможность промысла в водах Йемена глубоководного лангуста, демерсальных и пелагических рыб. В 1970-72 гг. в Адене работала первая группа советских консультантов, которая основала учебно-научный Центр (ЦМНИР) и провела рекогносцировочные исследования ресурсов прибрежных вод Йемена. С июня 1979 г., после 7-летнего перерыва, на IV Смешанной комиссии СССР и НДРЙ по морскому рыболовству была достигнута новая договоренность о проведении совместных рыбохозяйственных исследований и, начиная с 1980 г., работы по изучению ресурсов как демерсальных, так и пелагических рыб (в основном восточной скумбрии) проводились регулярно. Результатом этих исследований было заключение нового Соглашения между правительствами НДРЙ и СССР о ведении советского лицензионного тралевого промысла демерсальных рыб и австралийской скумбрии. Однако это соглашение не было пролонгировано в декабре 1989 г., что предопределило вывод из вод Йемена лицензионного флота СССР.

Благодаря регулярным работам исследователей ЮГНИРО и ЦМНИР был накоплен богатый материал по биологии и промыслу рыб и беспозвоночных, представляющих интерес для организации специализированного промысла в водах Йемена.

В настоящей работе автором сделана попытка обобщить имеющиеся в ЮГНИРО данные по одному из важнейших объектов промысла в водах Йемена – австралийской скумбрии.

По данным ФАО, ежегодный мировой вылов всех видов скумбрии в последнее десятилетие колеблется в пределах 2,2–2,7 млн. т, при этом на долю восточной (японской) скумбрии (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) приходится 72,3 %, на долю обыкновенной (*Scomber scombrus* L., 1758) – 27,2 %, а на долю австралийской (*Scomber australasicus* Cuvier, 1831) – близко 0,5 %.

Следует отметить, что незначительный вылов этого вида в статистике обусловлен несколькими причинами, основная из которых – подача в статистику вылова австралийской скумбрии под видом восточной, поскольку промысловиками эти два вида, как правило, не дифференцируются по причине внешнего сходства. К примеру, принадлежность скумбрии из Аденского залива к виду *Scomber australasicus* удавалось установить только с привлечением генетических методов, поскольку морфологические признаки, приводимые в определительных таблицах, не позволяли достоверно установить вид [4].

Изученность вида *Scomber australasicus* в связи с приведенными выше факторами относительно невысокая. Этот вид как морфологически, так и по своей биологии очень близок к *Scomber japonicus*, поэтому многие аспекты биологии и поведения австралийской скумбрии могут быть расшифрованы по аналогии с этим видом.

Многие авторы относят скумбрию к чисто пелагическим стайным видам. Однако большую часть вылова всех скумбriй получают на шельфе, зачастую в придонных слоях воды с незначительной концентрацией кислорода, где этот объект концентрируется у дна для питания.

Основу вылова юеменных рыбаков составляют мелкие стайные пелагические рыбы (34 %) – канагурта, сардинеллы, анчоусы, и рыбы категории «крупный частик» (31 %) – карангиды, серраниды и пр. [5].

Начало регулярным советским рыбохозяйственным исследованиям в Аденском заливе было положено экспедицией АзЧерНИРО на СРТМ «Владимир Воробьев» в октябре 1961 г.

В феврале 1969 г. между правительствами НДР Йемен и СССР было подписано «Соглашение о сотрудничестве в области развития рыболовства в Аденском заливе...». В соот-

1. Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили материалы 38 научно-исследовательских и научно-поисковых экспедиций АзЧерНИРО (в настоящее время ЮгНИРО), работавших в Аденском заливе и у восточного побережья Африки с 1962 по 1991 г.; в том числе 8 целевых научно-исследовательских экспедиций АзЧерНИРО в Аденский залив с 1980 по 1991 г., выполненных по межправительственным соглашениям между Республикой Йемен и СССР. В работе использованы также материалы автора, полученные в мае 1990 г. на борту юеменского НИС «Ibin Magit» и юеменского промыслового СПТМ «Al Noor» (1990). Кроме этого, пристально изучены данные, полученные с промысловых судов, работавших в Аденском заливе ежегодно с 1980 по 1990 г. в количестве 4-6 единиц на промысле скумбрии. Помимо перечисленного выше, проанализированы материалы более 80 экспедиций АзЧерНИРО, работавших в водах Йемена попутно, и экспедиций, проводившихся в сопредельных с Йеменом водах (Сомали, Мозамбик, Оман, Пакистан и Индия). В работе использованы все имеющиеся в ЦМНИР (Йемен) данные по мониторингу советского промысла скумбрии в водах Республики Йемен.

Биологические анализы скумбрии, а также обработка траловых уловов проводились в рейсах по общепринятым методикам, принятым в СССР (ВНИРО, ЮгНИРО).

На борту промысловых судов у скумбрии измерялась промысловая (стандартная) длина (SL), в научно-исследовательских рейсах – длина по Смитту (FL) с точностью до 0,1 см. Взвешивание рыб в рейсах производилось с точностью до 1 г. Вариационные ряды строились с дискретностью 1 см.

Для определения возраста скумбрии на начальных этапах исследований (1981-1983 гг.) собирались отолиты, чешуя и жаберные крышки. После обработки проб первых сборов было установлено, что наиболее четко возраст регистрирующие структуры просматриваются по отолитам, поэтому в дальнейшем собирались только отолиты. За период с 1980 по 1991 г. было собрано и обработано 808 пар отолитов. Из них только в 431 случаях (53 %) удалось прочесть возраст рыб. Чтение возрастных колец на отолитах производилось на бинокулярном микроскопе МБС в проходящем свете при увеличении 2x8. Перед просмотром отолиты просвечивались глицерином. Экспозиция отолита в глицериновой ванне составляла 12-16 часов. При определении возраста за центр отолита принимали точку, расположенную в центре его перегиба. Отсчет годовых колец вели по внешней стороне опакового кольца [8]. Длина отолита и возрастных колец измерялась в делениях окулярмикрометра.

2. Зависимость между возрастом, длиной и массой

Поскольку в промысловых рейсах у скумбрии измерялась промысловая длина (FL), для унификации данных были рассчитаны формулы перехода от промысловой длины к длине по Смитту (SL) (рис. 2). Сбор данных осуществлялся в диапазоне всех длин, представленных в уловах (от 12 до 36 см), с набором в каждом размерном классе до нескольких десятков наблюдений. Всего с этой целью было проанализировано 620 особей.

Полученные формулы имеют вид:



Рис. 2 Измерение длины у австралийской скумбрии Аденского залива в промысловых и научных рейсах

$$SL = 0,114 + 0,97 * FL \quad (1)$$

$$FL = 1,03 * SL + 0,117 \quad (2)$$

Выведенная зависимость представляет собой уравнение прямой (рис. 3).

Ниже для всех вычислений использовалась только длина по Смитту.

2.1. Зависимость между длиной и массой

Зависимость между длиной и массой у австралийской скумбрии Аденского залива была определена на основании промера с индивидуальным взвешиванием 2047 разноразмерных особей. Измерениями был охвачен практически весь представленный в уловах размерный ряд рыб, начинающийся с 14 см (рис. 4). Полученные значения способом наименьших квадратов приведены к параболической кривой, описываемой формулами:

$$W = 0,0155 * FL^{2,924} \quad (3)$$

$$FL = 4,158 * W^{0,342} \quad (4)$$

На основании выведенной зависимости можно констатировать, что рост скумбрии в Аденском заливе является близкоаллометрическим, поскольку значение степени в формуле (3) близко к трем.

2.2 Зависимость между длиной и возрастом

По сообщениям с поисково-промышленных судов, минимальная длина скумбрии в траловых уловах составляет 6 см (август), а максимальная – 40,1 см. Отмечено, что на шельфе о-ва Сокотра на глубинах 370-400 м [2] концентрировались рыбы модальной длиной 32-36 см.

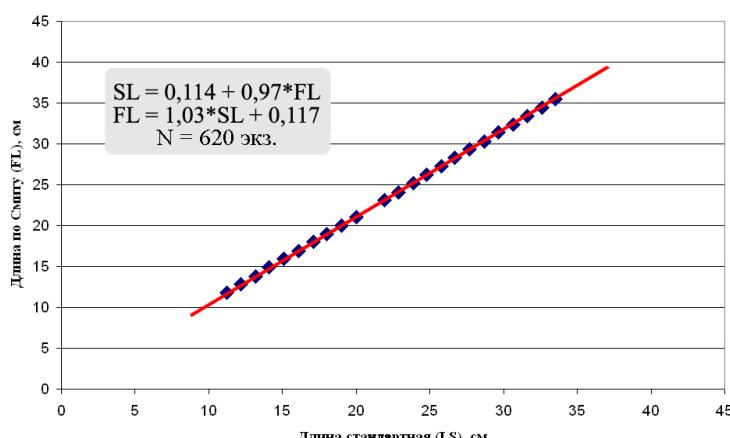


Рис. 3 Зависимость между стандартной (промышленной) длиной (SL) и длиной по Смитту (FL) у австралийской скумбрии Аденского залива

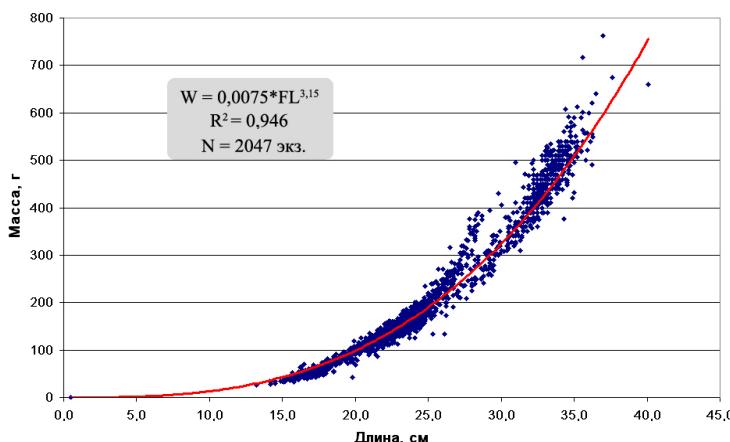


Рис. 4 Зависимость длина-масса у австралийской скумбрии Аденского залива

Зарегистрированный минимальный размер скумбрии, выловленной научно-исследовательским судном, составляет 10 см, а максимальный – 36 см.

Зависимость между длиной и возрастом у австралийской скумбрии Аденского залива была получена несколькими способами.

Прямой просмотр отолитов являлся основным методом при выявлении зависимости между длиной и возрастом. В этом случае у австралийской скумбрии собирались отолиты, которые затем обрабатывались в лабораторных условиях. Как правило, в каждом размерном классе (1 см) производился сбор 20-30 возрастных проб. В классах менее 17 и более 30 см количество пар отолитов представлено нерепрезентативно, что связано с практическим отсутствием в уловах рыб этих размеров на юеменском шельфе (табл. 1).

Зависимости между длиной и возрастом устанавливались при измерении длины отолитов и сопоставлении ее с длиной рыб, от которых эти отолиты брались [3]. Кроме этого, на отолитах измерялась длина годовых колец младших возрастов (рис. 5).

Таблица I

Наблюденные и расчисленные данные по возрасту австралийской скумбрии Аденского залива

Размерные классы, см	Возраст, годы							Просм. пар отолитов
	0+	1*	1+	2*	2+	3*	3+	
13	1	0	0	0	0	0	0	1
14	1	19	0	0	0	0	0	1
15	2	39	0	0	0	0	0	2
16	3	54	0	0	0	0	0	3
17	3	85	0	0	0	0	0	3
18	4	94	18	0	0	0	0	22
19	2	75	28	0	0	0	0	30
20	2	19	39	0	0	0	0	41
21	2	13	45	3	0	0	0	47
22	0	7	39	9	0	0	0	39
23	0	0	27	18	0	0	0	27
24	0	0	14	19	0	0	0	14
25	0	0	3	87	0	0	0	3
26	0	0	0	39	31	0	0	31
27	0	0	0	10	40	0	0	40
28	0	0	0	7	60	0	0	60
29	0	0	0	0	38	1	0	38
30	0	0	0	0	19	0	0	19
31	0	0	0	0	4	1	1	5
32	0	0	0	0	0	2	2	2
33	0	0	0	0	0	1	2	2
	0	0	0	0	0	1	1	1
Всего, пар отолитов	20	213		192		6	431	
Ср. длина, см	16,90	16,99	20,49	24,43	27,43	29,90	32,00	

* Вычислено по формуле обратного расчисления (формула Ли).

Наблюденные и расчисленные данные по отолитам, а также осредненная размерно-возрастная информация представлены в табл. 1.

Данные, полученные при просмотре отолитов, позволили получить четыре значения средней длины: для сеголеток, однолеток, двухлеток и трехлеток. При осреднении обратных расчисленных значений для младших возрастов по формуле Ли (5) были получены значения длин для возрастов 1, 2 и 3 лет [7].

$$Lt = \frac{LF \cdot L_{ot}^t}{L_{ot}}, \quad (5)$$

где Lt – длина рыбы в возрасте t , L_{ot}^t – длина кольца на отолите соответствующего возраста, L_{ot} – длина отолита.

Следует отметить, что наблюденная средняя длина годовиков скумбрии, как правило, выше значения, полученного расчетными методами. Это связано либо с ошибками в определении возраста

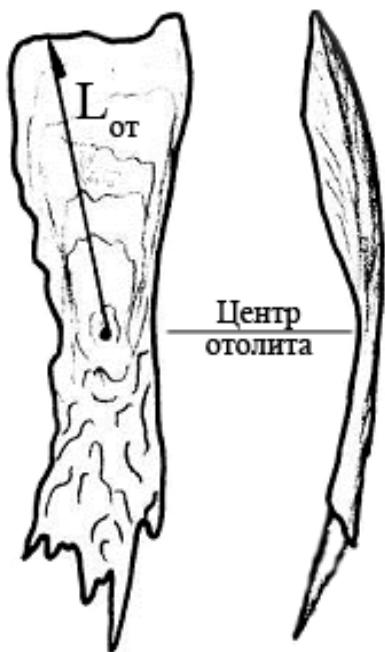


Рис. 5 Схематическое изображение отолита австралийской скумбрии ($L_{\text{от}}$ – длина отолита, по этой линии также измерялась длина годовых колец)

годовиков (неверное прочтение этого возраста на регистрирующих структурах), либо с нерепрезентативностью собранного материала по рыбам этого возраста (с чем, например, столкнулся автор в своих сборах).

Средние значения длины для разных возрастов скумбрии с дискретностью 6 месяцев, полученные при просмотре отолитов, аппроксимируются логарифмической кривой вида:

$$FL = 14,1 * \ln((t + 0,5) * 2) + 2,354, \quad (6)$$

при $R^2=0,957$.

Метод Петерсена. Вторым способом анализа имеющихся данных по росту скумбрии Аденского залива был метод Петерсена [9], который базируется на гипотезе, что рост отдельных генераций рыб прослеживается по модальным значениям ежемесячных вариационных рядов.

Автором сделано допущение, что моды вариационных рядов в посленерестовый период отображают наличие на промысловых участках отдельных генераций скумбрии, а ежемесячный сдвиг мод в сторону увеличения отражает рост рыб этих генераций.

На первом этапе было произведено суммирование ежемесячных размерных рядов за весь период промысла, были построены матричные таблицы (табл. 2 и 3). Сдвиг мод в табл. 2, по нашему мнению, отражает рост скумбрии в течение первых 3-4 лет жизни. В табл. 3 для

каждой генерации выписаны помесечные моды длин в интервале календарного года, начиная с момента нереста (июль-август). Данные табл. 3 позволили получить кривую роста скумбрии в начальные годы ее жизни (рис. 6) с формулой, позволяющей рассчитать длины для начальных возрастов скумбрии с дискретностью в один месяц.

Средние значения длины для разных возрастов скумбрии с дискретностью 6 месяцев, полученные методом Петерсена, аппроксимируются логарифмической кривой вида:

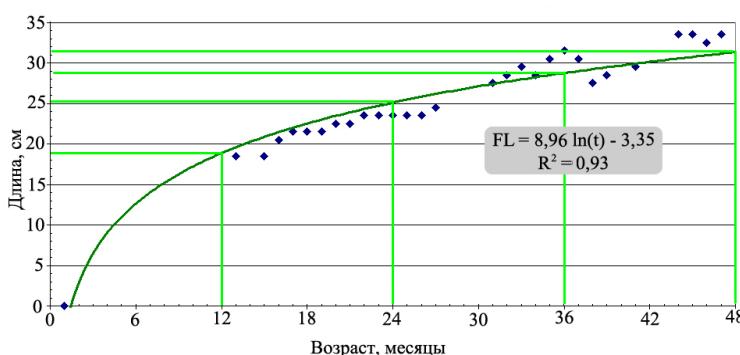


Рис. 6 Рост австралийской скумбрии в Аденском заливе в первые четыре года жизни (рассчитано по модам месячных вариационных рядов)

$$FL = 14,05 * \ln((t + 0,5) * 2) + 1,395 \quad (7)$$

при $R^2=0,992$.

Метод Берталанфи. Наблюденные по отолитам данные и данные, полученные методом Петерсена, были положены в основу расчета параметров роста австралийской скумбрии методом Берталанфи [1]. При выполнении математических вычислений для скумбрии Аденского залива изначально был установлен предел максимальной длины в 40 см, поскольку максимальная наблюденная длина этого вида в упомянутом регионе составляет 40,1 см, а максимальная длина для вида в пределах ареала не превышает 40 см [6].

Расчеты показали, что параметры формулы Берталанфи для австралийской скумбрии Аденского залива имеют следующие значения: предельная теоретическая длина (L_{∞}) = 40 см, коэффициент метаболизма (k) = 0,49, возраст скумбрии при «нулевой длине» (t_0) = 0,69.

Таблица 2

Суммированные ежемесечные размерные ряды австралийской скумбрии из Аденского залива (1980-1990 гг.)

	Возрастные генерации и размерные классы																									
	1 год				2 года				3 года																	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Июль	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Авг.	1	0	0	0	4	8	30	158	47	216	332	477	495	293	144	9	108	148	31	292	51	13				3862
Сент.	3	7	13	19	77	371	481	770	787	713	93	129	243	384	457	42	382	284	341	78	36	18	12	6		3365
Окт.																										6209
Ноя																										11318
Дек.																										13546
Янв.																										6890
Февр.																										11711
Март																										16810
Апр.																										21039
Май																										18491
Июнь																										7537
	6	43	102	145	431	1495	1323	568	299	90	56	26	35	67	18	3										5763

Примечание: Зеленым обозначены моды размерных рядов, оранжевым – тренды роста разных генераций в течение календарного года.

Таблица 3

Значения модальных длин австралийской скумбрии в первые три года жизни

Возраст	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Первый год жизни		0,5										
Второй год жизни	18,5		18,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	22,5	22,5	23,5	23,5
Третий год жизни	23,5	23,5	24,5	29,5	29,5						30,5	30,5
Четвертый год жизни	30,5	30,5	33,0						33,5	33,5	31,5	31,5

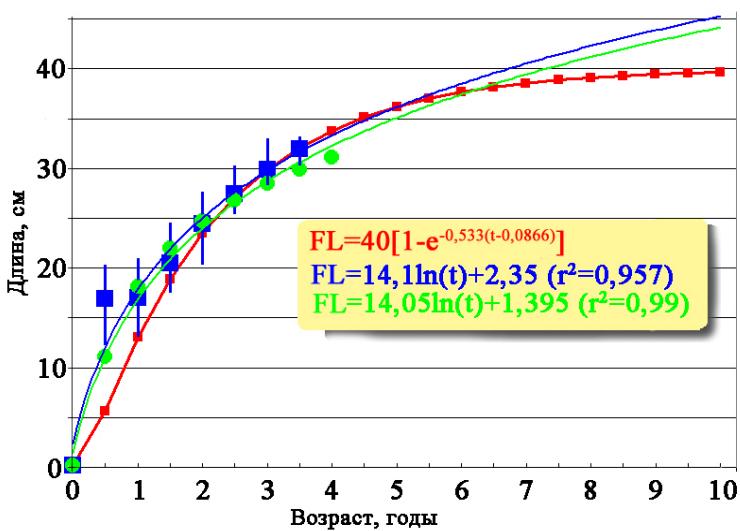


Рис. 7 Линейный рост австралийской скумбрии Аденского залива, полученный разными методами (синие данные – наблюденные данные по отолитам; зеленые данные получены по методу Петерсена; красная кривая расчислена по Берталанфи)

роста рыб до 2,5 лет наиболее репрезентативно описывается формулой $FL=13,865\ln(t)+2,05$, аппроксимирующей данные прямых наблюдений (осредненные данные по отолитам и модам вариационных рядов). Дальнейший рост рыб хорошо описывается кривой Берталанфи (8).

2.3 Зависимость между массой и возрастом

Зависимость между массой и возрастом австралийской скумбрии была получена по приведенной выше формуле 3. При введении в формулу показателей длины был получен ряд значений массы для

Таким образом, формула Берталанфи для линейного роста австралийской скумбрии с дискретностью в полгода в Аденском заливе имеет вид:

$$L_t = 40,0 [1 - e^{-0,49(t+0,5-0,69)}]. \quad (8)$$

Исходя из максимальной зарегистрированной длины австралийской скумбрии в Аденском заливе и принимая во внимание расчисленные значения длины для разных возрастов, следует предположить, что максимальный возраст скумбрии в Аденском заливе, по-видимому, не превышает 7 лет (рис. 7).

На рис. 7 и в табл. 4 представлены как наблюденные, так и аппроксимированные данные по линейному росту скумбрии. Анализ этих материалов показывает, что процесс

Таблица 4

Показатели линейного (см) и весового (г) роста австралийской скумбрии Аденского залива, полученные разными методами

Возраст, годы	Показатели наблюдаемой длины по отолитам	Кол-во просм. пар отолитов	Аппроксимация данных по отолитам	Показатели наблюдаемой длины по методу Петерсена	Аппроксимация данных, полученных методом Петерсена	Показатели длины, полученные по формуле Берталанфи	Принятые средненные по трем методам параметры	Показатели массы, полученные по формуле 3
0	0,2			0,2		0,2		
0+	16,9*	20	12,1	11,1	11,1	11,6	20	
1	17,0		17,8	18,1	16,8	17,3	65	
1+	20,5	213	21,9	22,0	20,9	21,4	120	
2	24,4		25,0	24,7	24,0	24,5	179	
2+	27,4	192	27,6	26,8	26,6	27,0	240	
3	29,9		29,8	28,5	28,7	29,8	29,4	305
3+	32,0	6	31,7	29,9		32,0	31,7	380
4	0		33,3	31,1		33,8	33,5	446
5	0		36,2	0		36,2	36,2	560
6	0	0		0		37,7	37,7	630
7	0	0		0		38,6	38,6	675
8	0	0		0		39,1	39,1	701
9						39,5	39,5	722
10						39,7	39,7	733

* Непредставительные данные.

разных возрастов (табл. 4). При предельной теоретической длине 40,0 см предельная теоретическая масса составляет 749 г. Графически зависимость возраст-масса у скумбрии имеет вид S-образной кривой (рис. 8).

3. Темпы линейного и весового роста

Показатели скорости линейного и весового роста австралийской скумбрии, обитающей в Аденском заливе, были рассчитаны несколькими способами.

Для характеристики скорости линейного роста получены значения относительной скорости роста по Чугуновой (C_1) и по Шмальгаузену (C'_1), константа роста – по Шмальгаузену (C''_1), а также характеристика роста – по Васнецовой (C'''_1) [3]. Вычисления производились по формулам 9-12:

$$C_1 = \frac{L_{n+1} - L_n}{L_n} \quad (9)$$

Таблица 5

Темпы линейного и весового роста австралийской скумбрии Аденского залива

Возраст, годы	Длина, см	Масса, г	Удельная скорость роста по Чугуновой	Удельная скорость роста по Шмальгаузену	Константа роста по Шмальгаузену	Характеристика роста по Васнецовой
1	2	3	4	5	6	7
Показатели скорости линейного роста						
0	0,2					
0,5	11,6	5700,000	4,0604	1,021	0,81	
1	17,3	49,138	0,3997	0,300	4,64	
1,5	21,4	23,699	0,2127	0,266	3,68	
2	24,5	14,486	0,1353	0,237	2,90	
2,5	27,1	10,612	0,1009	0,227	2,47	
3	29,4	8,487	0,0815	0,224	2,21	
3,5	31,7	7,823	0,0753	0,245	2,21	
4	33,5	5,678	0,0552	0,207	1,75	
4,5	35,1	4,826	0,0471	0,200	1,58	
5	36,2	3,085	0,0304	0,144	1,07	
5,5	37,0	2,216	0,0219	0,115	0,79	
6	37,7	1,886	0,0187	0,107	0,69	
6,5	38,2	1,219	0,0121	0,076	0,46	
7	38,6	1,154	0,0115	0,077	0,44	
7,5	38,9	0,700	0,0070	0,051	0,27	
8	39,1	0,591	0,0059	0,046	0,23	
8,5	39,3	0,528	0,0053	0,043	0,21	
9	39,5	0,492	0,0049	0,043	0,19	
9,5	39,6	0,188	0,0019	0,017	0,07	
10	39,7	0,318	0,0032	0,031	0,13	
Показатели скорости накопления массы						
0	0					
0,5	20	14330469,615	11,873	2,986		
1	65	221,789	1,169	0,877	23	
1,5	120	86,244	0,622	0,777	40	
2	179	48,522	0,396	0,692	48	
2,5	240	34,301	0,295	0,664	53	
3	305	26,895	0,238	0,655	57	
3,5	380	24,638	0,220	0,716	67	
4	446	17,526	0,161	0,606	61	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
4,5		512	14,776	0,138	0,586	61
5		560	9,290	0,089	0,422	45
5,5		597	6,619	0,064	0,336	36
6		630	5,615	0,055	0,314	33
6,5		653	3,608	0,035	0,221	22
7		675	3,411	0,034	0,226	22
7,5		689	2,061	0,020	0,148	14
8		701	1,738	0,017	0,134	12
8,5		712	1,552	0,015	0,127	11
9		722	1,446	0,014	0,126	10
9,5		726	0,551	0,005	0,051	4
10		733	0,932	0,009	0,090	7

$$C_1' = \frac{\ln L_{n+1} - \ln L_n}{t_{n+1} - t_n} \quad (10)$$

$$C_1'' = \frac{\ln L_{n+1} - \ln L_n}{t_{n+1} - t_n} * \frac{t_{n+1} + t_n}{2} \quad (11)$$

$$C_1''' = (\ln L_{n+1} - \ln L_n) * L_n \quad (12)$$

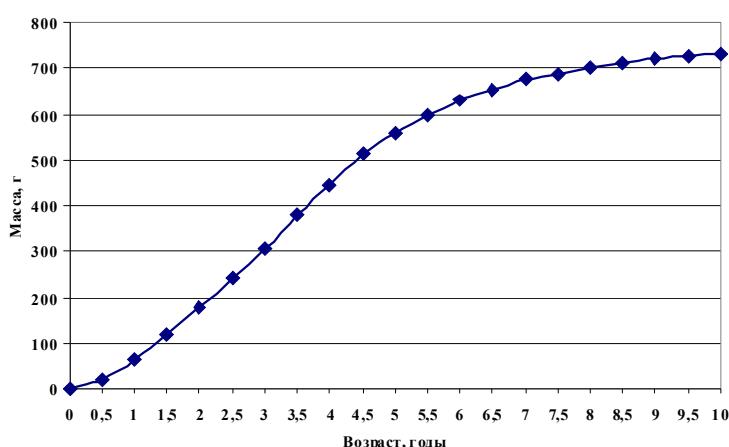


Рис. 8 Зависимость между массой и возрастом у австралийской скумбрии Аденского залива

сы около 20 г. Этот период ее жизни характерен наибольшей смертностью, и сверхвысокие приросты длины на этом этапе обеспечивают рыбам максимально быстрый выход из-под пресса мелкомасштабного хищничества.

Второй этап. В дальнейшем скорость линейного роста несколько снижается, оставаясь тем не менее достаточно высокой, а весовые приросты начинают интенсифицироваться. До двух лет приросты длины остаются наиболее высокими, и к этому времени рыбы достигают длины 24-25 см и массы 180 г. К этому возрасту скумбрия становится половозрелой.

Третий этап. В этот период линейный рост половозрелых рыб начинает замедляться, а приросты массы значительно ускоряются, достигая максимума к 3-4 годам (300-450 г). Таким образом, увеличение скорости прироста массы в этот период обусловлено интенсивной репродуктивной деятельностью скумбрии в этот период.

Четвертый этап. На этом этапе, начиная с возраста 5-6 лет, скорость роста скумбрии как в длину, так и по массе значительно снижается, что связано с наступлением периода старения.

Для характеристики скорости роста массы применялись те же формулы с той лишь разницей, что вместо значений длины использовались значения массы в соответствующем возрасте. Результаты проведенных расчетов представлены в табл. 5.

Анализ данных табл. 5 позволил выделить у австралийской скумбрии Аденского залива четыре этапа роста, различных по темпам накопления массы и интенсивности линейного роста.

Первый этап. В первые месяцы жизни (5-7 месяцев) австралийская скумбрия наиболее интенсивно растет в длину, достигая 11-12 см и мас-

ВЫВОДЫ

1. Зависимость между стандартной длиной и длиной по Смитту представляет собой уравнение прямой вида $FL = 1,03 * SL + 0,117$.
2. Размерный рост скумбрии в Аденском заливе является близким к аллометрическому.
3. Зависимость между длиной и массой у австралийской скумбрии Аденского залива описывается параболической кривой вида $FL = 4,158 * W^{0,342}$.
4. Применение нескольких методов для выявления размерно-возрастной зависимости позволили установить, что процесс роста рыб до 2,5 лет наиболее репрезентативно описывается параболической кривой $FL = 13,865 \ln(t) + 2,05$, аппроксимирующей данные прямых наблюдений, а дальнейший рост рыб хорошо описывается кривой Берталанфи $L_t = 40,0[1 - e^{-0,49(t-0,19)}]$.
5. Темпы линейного и весового роста скумбрии на протяжении жизненного цикла протекают по-разному.
6. Выявлено четыре этапа роста скумбрии в течение всего жизненного цикла: интенсивный рост в длину в первые полгода жизни, интенсивный рост в длину до 2 лет, замедление размерного роста и интенсификация приростов массы на 2-5 годах жизни и снижение интенсивности как размерного, так и весового роста, начиная с 6 года жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мина М.Ф., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. М.: Наука. 291 с.
2. Отчет о работах в 23 научно-исследовательском рейсе СРТМ «Сев. рыбак» с 27 января по 02 июня 1988 года. Ихтиологические журналы рейса.
3. Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М. 164 с.
4. Erin A. Baker, Bruce B. Collette. 1997. Mackerel from the northern Indian Ocean and the Red Sea are *Scomber australasicus*, not *Scomber japonicus*. Ichtyol. Research, 45 (1). P. 29-33.
5. FAO Fisheries Department, Data and Statistic Unit. 2013. FISHSTAT Plus : Universal software for fishery statistical time series. Version v. 2.32.
6. FAO species catalogue. 1983. Scombrids of the world. Rome. V. 2. P. 55-56.
7. Lea E. 1910. A modification of the formula for calculation of the growth of herring. Rapports et proces-Verbaum du Coxs Perm. Int. pour l'Expl. de la Mer. Vol. CVIII. Copenhague.
8. Maide Tuggac. 1957. On the biology of the *Scomber colias* Gmelin. Conseil general des peches pour la mediterranee (General fisheries council for the Mediterranean). FAO. Rome. № 4. Pp. 145-159.
9. Petersen J. 1895. Einige Methoden zur Bestimmung des Alters und Wechsels der Fische // Milteil. deuttsch. Seefischereivereins.

Поступила 20.03.15 г.

Age and growth rate of blue mackerel (*Scomber australasicus* Cuvier, 1831) in the Gulf of Aden.
S. T. Rebik. Some aspects on the growth rate of blue mackerel *Scomber australasicus* in the Yemen waters are presented. The data were obtained from 38 research cruises to the Yemen waters and eastern coasts of Africa as well as from 80 expeditions to the adjacent waters (Somalia, India, Pakistan, Oman, and Mozambique). All the accessible data on the Soviet catches of blue mackerel within the Yemen Republic waters were processed. In order to determine blue mackerel age, its otoliths, scale and opercula were collected during 1981-1983. From 1980 to 1991, 808 pairs of otolith samples were processed. Owing to the fact that in the fishery cruises only standard fish length was measured, specific formulas were calculated to unify standard and fork lengths. Data were collected within the range of all lengths in the catches (12-36 cm). Altogether, 620 blue mackerel specimens were analyzed. It is shown that the relationship between standard length and fork length can be represented by a straight-line equation. The relationship between length and mass is expressed by a parabolic curve. Application of several methods to determine the age-length relationship made it possible to find out that the process of fish growth up to the age of 2.5 can be most explicitly expressed by a parabolic curve, approximating the

data of direct observations; further fish growth is properly represented by the Bertalanffy curve. The three stages of blue mackerel growth were distinguished in the life cycle: rapid length growth during the first year of life, rapid weight growth from the second to the sixth year of life, and decrease of length and weight growth rate after the sixth year of life.

Keywords: *Scomber australasicus*, Gulf of Aden, age determination, growth rate, growth rings, otolith reading, life cycle, approximation, weight, standard length, historical account, long-term records

ГИГАНТСКИЙ КРЮЧЬЕНОСНЫЙ КАЛЬМАР *ONYKIA INGENS* НА БАНКЕ «ОБЬ» (ИНДООКЕАНСКИЙ СЕКТОР АНТАРКТИКИ)

Л. К. Пшеничнов

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: lkpbikentnet@gmail.com*

*Рассматривается потенциал возможного вылова кальмаров в антарктических и субантарктических водах в связи с их чрезвычайно высокой биологической продуктивностью. Предполагается, что головоногие моллюски в Антарктике имеют достаточно высокий уровень биомассы. Указано, что до сих пор в зоне действия Конвенции промысел их не проводился, и скоплений головоногих, которые могли бы быть использованы промыслом, не обнаружены. Согласно собранным материалам, на банке «Обь» (Индоокеанский сектор Антарктики) в апреле и мае 1986 года в уловах донного трала с вертикальным раскрытием 6-8 м постоянно присутствовал *Onykia ingens* при целевом промысле посленерестовых скоплений серой нототении *Lepidonotothen squamifrons*. Максимальная доля кальмара достигала более половины уловов и составляла до 1310 кг за час траления. Все самцы в уловах были половозрелыми: не готовые к спариванию (стадия зрелости гонад V1) – 41,9 %, готовые к спариванию (стадия зрелости гонад V2) – 58,1 %. Все самки были незрелыми: 53,6 % с гонадами на II стадии зрелости, 46,4 % – на III стадии зрелости. Предполагается, что скопления составляли особи перед спариванием. Отмечено, что все кальмары из уловов активно питались. Количественный и качественный состав пищи *O. ingens* очень хорошо коррелировал с данными, полученными от *L. squamifrons*. Сделан вывод, что при целевом поиске и промысле этого вида кальмара разногубинным тралом над поднятиями в Субантарктике можно ожидать хороших промысловых результатов в зависимости от сезона.*

Ключевые слова: кальмар, *Onykia ingens*, донный трал, банка «Обь», Антарктика

Постоянный интерес промысловых и коммерческих организаций к головоногим моллюскам требует поиска новых объектов и районов промысла. Ресурсы головоногих моллюсков Южного океана в настоящее время совершенно не используются и почти не изучены. Данные о биомассе и величинах возможного вылова в последние годы отсутствуют.

Роль кальмаров в антарктических и субантарктических водах с их чрезвычайно высокой биологической продуктивностью, исключительно богатых зоопланктоном, особенно велика. Кальмары отчасти занимают здесь нишу планктоноядных рыб. Поэтому так много антарктических и субантарктических зубатых китов, тюленей, пингвинов и других птиц и хищных рыб питаются исключительно или в значительной степени кальмарами [3].

Вероятно, наиболее многочисленными в антарктических водах являются *Mesonychoteuthis hamiltoni* и *Onykia ingens* [4, 5, 15, 16]. Основными критериями определения обилия кальмара до сих пор были косвенные данные о пищевых рационах потребителей головоногих моллюсков, в частности, частоте нахождения кальмаров в желудках кашалота – теутофага, одного из основных потребителей крупных кальмаров в водах Антарктики.

О высокой биомассе *O. ingens* в Антарктике (южнее 50° ю.ш.) некоторые авторы судят по большому количеству кашалотов, которые откармливаются здесь в течение летнего сезона и являлись в свое время предметом промысла для китобойных флотилий [1, 9, 11-14]. М.Р. Кларк (1983) определил, что кашалоты в Южном океане ежегодно выедают 2,6, а ластоногие – 2 млн. т кальмаров семейства Onichoteuthidae, основу которых составляет *O. ingens*. Питающиеся кальмарами кашалоты наблюдались китобоями в прошлые годы в основном в зоне прохождения циркумполярного течения, где, вероятно, кальмары находят благоприятные условия для своего обитания. Некоторыми исследовате-

лями [10] высказано предположение о наиболее вероятной концентрации кашалотов во время нагула на скоплениях кальмаров в западной части Индоокеанского сектора Антарктики между 30° и 45° в.д.

Исследования океанических кальмаров показали, что их скопления закономерно скоррелированы с распределением зон подъема воды, конвергенций, дивергенций и океанических фронтов [8]. Кальмары концентрируются мористее апвеллингов, в зонах раздела струй течений западного и восточного направления, у океанических островов и над отдельными подводными возвышенностями, вершины которых достигают продуктивной зоны. В таких районах возникают квазистационарные или сезонные пятна повышенной биологической продуктивности.

Особенно высокой биологической продуктивностью в водах Антарктиды обладают банки, поднятия и островные акватории, расположенные в пределах антарктического циркумполярного течения. Наблюдавшиеся изменения гидроструктуры и вертикального распределения океанографических характеристик над антарктическими банками показали, что здесь образуются вертикально развивающиеся топографические вихри, играющие роль «гидродинамических ловушек», в которые попадает оказавшийся над банками планктон [6]. Вершинные поверхности банок расположены достаточно близко к разделяющему водные массы богатому планктоном пограничному слою. Вследствие этого исторически сложились абиотические и биотические предпосылки для образования относительно больших концентраций консументов первого и второго порядка: рыб и кальмаров – потребителей планктона.



Рис. 1 Общий вид гигантского крючьюносного кальмара *Onykia ingens*. Длина мантии 27 см

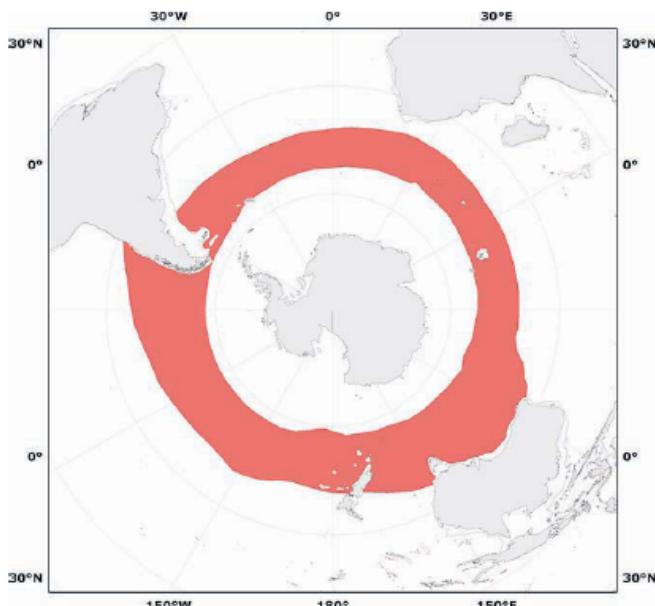


Рис. 2 Область распространения гигантского крючьюносного кальмара *Onykia ingens* в Южном океане

O. ingens – эндемик Южного полушария (рис. 1), распространен в Антарктической и Нотальной зоогеографических областях, заходит в южную часть субтропической области, циркумантарктический вид [4, 7, 11] (рис. 2). Он встречается в уловах тралов до глубин 750-1452 м, чаще всего в придонных горизонтах: нижняя сублитораль и батиаль [3, 7, 17, 18].

Длина мантии *O. ingens* достигает 94 см [3, 20]. Самки обычно крупнее самцов, т. к. самцы предположительно становятся половозрелыми раньше самок [3]. Вероятно, яйца самка откладывает единовременно [2].

На банке «Обь» (рис. 3) в апреле и мае 1986 года в уловах донного трала с вертикальным раскрытием 6-8 м, при целевом промысле посленерестовых скоплений серой нототении (*Lepidonotothen squamifrons*), в уловах постоянно присутствовал *O. ingens*. Скопления кальмара были отмечены в период наблюдений только на северо-восточной оконечности банки. Уловы *O. ingens* достигали 1310 кг за час траления. Доля его в некоторых уловах

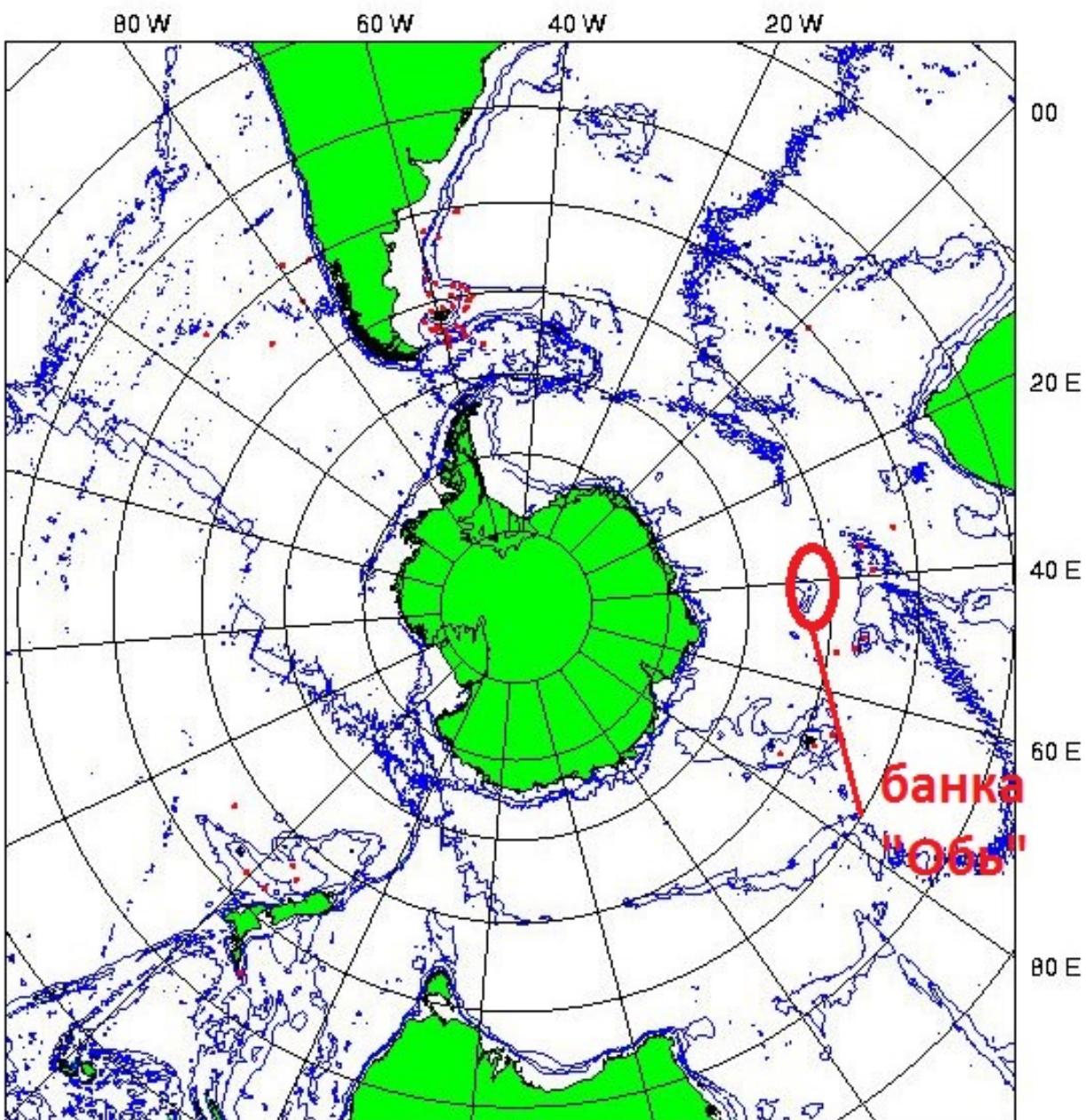


Рис. 3 Место расположения банки «Обь» в Южном океане

составляла более половины. Длина мантии самцов была в пределах 25-34 см, при среднем значении 28,6 см. Длина мантии самок – 24-37 см, средняя – 31,2 см. Явно выражен половой диморфизм в размерах, который был отмечен у кальмара и для других районов Южного океана [18]. В уловах доминировали самки. Самцы составляли в среднем 27,1 % от всех проанализированных кальмаров.

Стадии зрелости половых желез кальмаров определялись по стандартной методике, принятой отечественными биологами [2]. Все самцы в наших уловах были половозрелыми: не готовые к спариванию (стадия зрелости гонад – V1) – 41,9 %, готовые к спариванию (стадия зрелости гонад – V2) – 58,1 %. Все самки были незрелыми: 53,6 % с гонадами на II стадии зрелости, 46,4 % – на III стадии зрелости. Очевидно, что скопления составляли особи перед спариванием. Этот вид кальмаров спаривается в мае в районе поверхности банки «Обь», вероятно, на глубинах 300-400 м. Затем самки спускаются по склону банки на глубины 700-1400 м для нереста. Самки со сперматофорами под мантией продвигаются на большие глубины по склону банки, где достигают предельных размеров. Подобная стратегия нереста была отмечена для других районов распространения *O. ingens* [17].

Таблица 1

Средние величины индекса наполнения желудков *Lepidonotothen squamifrons* и *Onykia ingens* на банке «Обь» в апреле-мае 1986 года (по периодам)

Вид	Периоды наблюдений		
	18-28 апреля	28 апреля-4 мая	5-14 мая
<i>L. squamifrons</i>	500	250	100
<i>O. ingens</i>	547	286	158

шое сходство. Частота встречаемости Euphausiacea и рыб семейства Myctophidae в желудках у *L. squamifrons* меньше, чем у *O. ingens* за счет того, что в пище *L. squamifrons* есть не указанные здесь постоянные компоненты питания: Salpae и Ctenophora, а также несколько других донных и придонных групп животных: Ophuroidea, Polychaeta, отложенная икра *L. squamifrons* и другие, которые совершенно отсутствовали в желудках кальмаров.

Таблица 2

Частота встречаемости компонентов пищи в желудках *Lepidonotothen squamifrons* и *Onykia ingens* (в %, от желудков с пищей) на банке «Обь» в апреле-мае 1986 года

Вид	Myctophidae	Euphausiacea	<i>Nototheniops tchizh</i>	Oegopsida	Amphipoda
<i>L. squamifrons</i>	60	60	14	1	4
<i>O. ingens</i>	90	95	5	2	2

В табл. 1 выделены три временных периода за все время наблюдения скоплений кальмара в уловах. Отмечено, что накормленность (наполнение желудков) *L. squamifrons* и *O. ingens* от середины апреля до середины мая сильно снизилась, вероятно, за счет осеннего смещения теплых, богатых кормом вод на север. Доля рыб с пустыми желудками значительно увеличивалась в соответствии с выделенными периодами: 7, 19 и 61 %, соответственно. У кальмаров степень накормленности в конце периода наблюдения уменьшилась так же, как и у серой нототении, как это обычно бывает у поверхности банок из-за периодичности ограничения доступной пищи. Вероятно, из-за способности быстрее плавать над дном (или подниматься в вышележащие горизонты толщи воды) у кальмаров не отмечено пустых желудков.

Из рыб семейства Myctophidae в желудках *O. ingens* были *Protomyctophum bolini* (в начальный период), а затем преобладали *Pr. tenisoni*, *Electrona antarctica*, *Gymnoscopelus fraseri*, *Symbolophorus boops*. Все идентифицированные эвфаузииды из желудков кальмаров были *Euphausia triacantha*.

O. ingens – активный, быстро плавающий кальмар. Вероятность его попадания в донный трал, при скорости траления около 2,5 узла, небольшая. Можно предположить, что облавливалась только очень незначительная часть скоплений кальмара.

Есть основание предположить, что *O. ingens* в Южном океане совершает протяженные горизонтальные миграции. Вероятно, как и большинство других нотальных видов кальмаров, *O. ingens* использует высокие широты для нагула, а низкие (более теплые) – для размножения (в нашем случае для спаривания и откладывания икры) [19].

При целевом поиске гигантского крючьюносного кальмара разноглубинным тралом возможны хорошие промысловые результаты. Для результативного поиска, оценки запаса и достоверного прогнозирования вылова необходимо хорошо изучить некоторые особенности биологии этого вида: время и пути миграции, время и место образования кормовых и нерестовых скоплений. Нам, по крайней мере, известно, что на банке «Обь» в апреле-мае можно наблюдать и облавливать скопления преднерестовых, активно питающихся особей *O. ingens*.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает благодарность Пинчукову М.А. за ценные замечания в процессе выполнения работы.

Все кальмары активно питались (табл. 1). Количественный и качественный состав пищи *O. ingens* очень хорошо коррелирует с данными по питанию *L. squamifrons*. Из анализа данных, представленных в табл. 2, можно сделать вывод, что за время наблюдений спектры питания *L. squamifrons* и *O. ingens* имели большое сходство. Частота встречаемости Euphausiacea и рыб семейства Myctophidae в желудках у *L. squamifrons* меньше, чем у *O. ingens* за счет того, что в пище *L. squamifrons* есть не указанные здесь постоянные компоненты питания: Salpae и Ctenophora, а также несколько других донных и придонных групп животных: Ophuroidea, Polychaeta, отложенная икра *L. squamifrons* и другие, которые совершенно отсутствовали в желудках кальмаров.

Таблица 2

Частота встречаемости компонентов пищи в желудках *Lepidonotothen squamifrons* и *Onykia ingens* (в %, от желудков с пищей) на банке «Обь» в апреле-мае 1986 года

Вид	Myctophidae	Euphausiacea	<i>Nototheniops tchizh</i>	Oegopsida	Amphipoda
<i>L. squamifrons</i>	60	60	14	1	4
<i>O. ingens</i>	90	95	5	2	2

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимушкин И.И. 1970. Головоногие моллюски (Cephalopoda), их распространение и трофические связи с остальным нектоном // Программа и методика изучения биогеоценозов водной среды. Биогеоценозы морей и океанов. Зенкевич Л.А. (ред.). М.: Наука. С. 137-149.
2. Буруковский Р.Н., Зуев Г.В., Нигматуллин Ч.М., Цымбал М.А. 1977. Методические основы разработки шкал зрелости репродуктивной системы кальмаров на примере *Sthenoteuthis pterosus* // Зоол. журн. Т. 56. Вып. 12. С. 1781-1791.
3. Зуев Г.В., Несис К.Н. 1971. Кальмары. М.: Пищ. пром-ть. 360 с.
4. Клумов С.К. 1971. О питании кашалотов в Южном полушарии // Основы биологической продуктивности океана и ее использование. Беклемишев К.В. (ред.). М.: Наука. С. 115-136.
5. Клумов С.К., Юхов В.Л. 1975. *Mesonychoteuthis hamiltoni*, Robson 1925 и его значение в питании кашалота антарктических вод // Антарктика. Вып. 14. С. 159-189.
6. Ланин В.И. 1985. Океанографические предпосылки повышенной рыбопродуктивности антарктических банок // Биологические основы промыслового освоения открытых районов океана. Виноградов М.Е., Флинт М.В. (ред.). М.: Наука. С. 210-221.
7. Несис К.Н. 1982. Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М.: Легкая и пищевая промышленность. 360 с.
8. Несис К.Н. 1985. Биомасса пелагических головоногих моллюсков и ее распределение в Мировом океане // Биологические ресурсы океана. Моисеев П.А. (ред.). М.: Агропромиздат. С. 145-153.
9. Первушин А.С., Латогурский В.И. 1972. К обеспеченности пищей усатых и зубатых китов в Антарктике // Труды АтлантНИРО. Вып. 42. С. 120-125.
10. Тарасевич М.Н. 1969. Распределение кашалотов в водах Антарктики // Зоол. журн. Т. 48. Вып. 8. С. 1207-1213.
11. Филиппова Ю.А. 1969. О фауне кальмаров (Cephalopoda, Decapoda) Южной Атлантики // Зоол. журн. Т. 48. Вып. 1. С. 51-63.
12. Clarke M.R. 1977. Beaks, nets and numbers // Symp. Zool. Soc. London. Vol. 38. P. 89-126.
13. Clarke M.R. 1980. Cephalopoda in the diet of sperm whales of the southern hemisphere and their bearing on sperm whale biology // Discovery Rep., 37. 324 pp.
14. Clarke M.R. 1983. Cephalopod biomass – estimation from predation // Mem. Nat. Mus. Victoria, 44. P. 95-107.
15. Clarke R. 1956. Sperm whales of the Azores // Discovery Rep., 28. P. 237-298.
16. Gaskin D., Cawthron M. 1967. Diet and feeding habits of the sperm whale in the Cook Strait region of New Zealand // N. Z. J. Marine Freshwater Res. Vol. 1 (2).
17. Jackson G.D., Jackson C.H. 2004. Mating and spermatophore placement onychoteuthid squid *Moroteuthis ingens* // J. Mar. Biol. Ass. U.K., 84. P. 783-784.
18. Jackson G.D., Mladenov P.V. 1994. Terminal spawning in the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onichoteuthidae) // J. Zool. Vol. 234 (2). P. 189-201.
19. Messenger J.B. 1994. Migration in cephalopods // J. Mar. Biol. UK. Vol. 74 (3). P. 717-718.
20. Roper C.F.E., Sweeney M.J. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. (125). Vol. 3. 277 pp.

Поступила 14.04.15 г.

The greater hooked squid *Onykia ingens* on Ob Bank (the Indian Ocean Sector of the Antarctic).

L.K. Pshenichnov. Potential yield of squids in the Antarctic and sub-Antarctic waters is studied due to their high biological productivity. It is supposed that cephalopods of the Antarctic have a very high biomass level. However, they have not been fished in the CCAMLR Convention Area nor any fishable aggregations of them have been detected there so far. Based on the materials, collected in April-May 1986, the greater hooked squid *Onykia ingens* was constantly present in bottom trawl catches on Ob Bank (Indian Ocean Sector of the Antarctic) during target fishery for grey notothenia *Lepidonotothen squamifrons*. The maximal proportion of squids in the total catches exceeded 50 %, making up 1,310 kg

per trawling hour. All male specimens were in their mature state: not ready to mate (*V1* gonad stage) – 41.9 %, ready to mate (*V2* gonad stage) – 58.1 %. All the females were not mature: with the *II* and *III* stages of gonads (53.6 % and 46.4 %, correspondingly). It was noted that all the squids in the catches were feeding actively. According to quality and quantity parameters, food composition of *O. ingens* correlated with the data collected from *L. squamifrons*. It was concluded that target search and fishing for *O. ingens* with a midwater trawl over the seamounts in the sub-Antarctic area are expected to bring forth good commercial yields.

Keywords: squid fisheries, *Onykia ingens*, bottom trawl, Ob Bank, Antarctic, potential resources, stomach content, nutrition types, food supply, geographical distribution

О СКОПЛЕНИЯХ РЫБ В ЗОНЕ КИСЛОРОДНОГО МИНИМУМА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРАВИЙСКОГО МОРЯ (ОБЗОР)

Н. Н. Кухарев

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: kukharev.nik@mail.ru*

*Приводятся сведения о характере и структуре скоплений промысловых рыб в зоне кислородного минимума (ЗКМ) на материковом склоне северо-западной части Аравийского моря ($O_2 < 0,5$ мл/л), залегающей на глубинах от 150-200 до 500 м и более. Материалы собраны в одной из советских научно-исследовательских рыбохозяйственных экспедиций АзЧерНИРО (ЮгНИРО) на НИС СРТМК «Николай Решетняк», которая проводила учет биомассы демерсальных рыб в северо-западной части Аравийского моря, в водах Йемена, в период с ноября 1984 по май 1985 г. В настоящее время в качестве вероятных последствий развития глобального потепления широко обсуждаются перспективы расширения и утолщения ЗКМ, которая считается малонаселенной зоной океана. В работе показано, что ЗКМ северо-западной части Аравийского моря населена многими видами демерсальных рыб. Их биомасса в ЗКМ на полигоне длиной 225 миль была определена на уровне 193 ± 42 тыс. т, или 75 % от всей учтенной биомассы на полигоне. Виды, обнаруженные в ЗКМ, выделены в особую экологическую группу рыб-эврибионтов, постоянно населяющих ЗКМ или временно обитающих в ней в ходе суточных вертикальных миграций. Основную часть биомассы постоянных обитателей ЗКМ составили: заурида-эсо *Saurida undosquamis*, колючие волосохвосты *Lepturacanthus spp.*, аденская тригла-сатир *Satyrichthys adeni*, аденский синагропс *Synagrops adeni*, розовая хока *Physiculus roseus*, утконосые угри *Nettastoma sp.*, бомбиль *Harpodon squamosus*, большеглазый бембропс *Bembrops caudimaculata*, большеголовы *Hoplostethus spp.*, акулы (бурая короткошипая акула *Centrophorus granulosus*, пятнистые акулы *Haelaelurus spp.* и мелкая акула *Eridachnis radcliffei*) и другие. Основную часть биомассы видов-мигрантов на материковом склоне составила масляная рыба (индийский псенопс) *Psenopsis cyanaea*. Среди мигрантов в ЗКМ на материковом склоне впервые обнаружена южная (австралийская) скумбрия *Scomber australasicus*. Скопления скумбрии в дневное время зафиксированы у дна на глубинах 230-270 м, в водах с жестким дефицитом кислорода ($0,15-0,17$ мл/л). Скумбрия активно питалась объектами звукорассеивающих слоев (ЗРС). Ночью виды-мигранты поднимаются на глубины 60-80 м. Приведен основной вывод, полученный в результате исследования скоплений рыб в ЗКМ северо-западной части Аравийского моря: ЗКМ материкового склона населена теми же видами рыб, которые населяют материковый склон многих других районов океана за пределами ЗКМ. Все массовые виды, обнаруженные в ЗКМ, не являются специфическими видами для этой зоны. Распределение этих рыб связано с предпочитаемыми температурами или глубинами, а не с концентрацией кислорода. Поэтому в случае предполагаемого долговременного увеличения толщины ЗКМ, вызванного глобальным потеплением, рыбы материкового склона, природно-адаптированные к экстремально низким концентрациям кислорода, смогут распределяться только в той части ЗКМ, в которой существует благоприятный температурный режим. Но такие эвритермные рыбы-мигранты, как южная скумбрия, в случае предполагаемого увеличения толщины ЗКМ, в поисках кормовых объектов смогут распределяться во всей ЗКМ независимо от температурного режима. Предполагается, что с развитием изменений климата будут расширены исследования населенности ЗКМ и природных адаптивных способностей рыб по отношению к минимальным концентрациям кислорода в природных условиях. Таким образом, ЗКМ Мирового океана можно рассматривать как своеобразные экосистемы, изолированные низкими концентрациями кислорода от крупных хищников эпипелагиали, более требовательных к кислороду.*

Ключевые слова: *Psenopsis cyanaea*, *Scomber australasicus*, Мировой океан, залив Аляска, Аравийское море, Йемен, дефицит кислорода, зона кислородного минимума, промежуточные водные массы, мезопелагиаль, эпипелагиаль, глобальное потепление, материковый склон, апвеллинг, траловая съемка, промысловые рыбы, экологические группы, адаптация

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе на основе материалов одной из советских учетных траловых съемок шельфа и материкового склона НДРЙ, выполненной в 1985 г., приводятся сведения о характере и структуре скоплений промысловых рыб в зоне кислородного минимума (ЗКМ) на материковом склоне в северо-западной части Аравийского моря.

Характерной особенностью гидрохимического режима Аравийского моря является резкий дефицит растворенного кислорода ($<0,5$ мл/л) в промежуточных водных массах на глубинах от 150-200 до 1000-1200 м. Эти водные массы, обедненные кислородом, занимают фактически всю мезопелагиаль Аравийского моря, а также материкового склона Аравии и Западного Индостана [9, 26, 72, 55, 117, 151, 152].

В настоящее время для наименования постоянно существующих в океане глубоководных зон с низкими концентрациями растворенного кислорода наиболее распространен термин «Oxygen minimum zone» (OMZ), или зона кислородного минимума (ЗКМ) [106, 109, 118, 120, 134]. Lisa Levin (2003) в качестве ЗКМ (OMZ) рассматривает промежуточные водные массы с концентрацией кислорода менее 0,5 мл/л. Именно этот уровень концентрации кислорода и принят в данной работе в качестве критерия ЗКМ [106].

Происхождение ЗКМ Аравийского моря типично для всех ЗКМ Мирового океана и вызвано чрезвычайно высокой продуктивностью этого района. Продукция фитопланктона в фотической зоне Аравийского, Сомалийского и Малабарского прибрежных апвеллингов достигает в пересчете 1,0 г С/куб. м в сутки [15, 51, 56, 96, 142]. Зона кислородного минимума в промежуточных водах Аравийского моря существует за счет более интенсивного, по сравнению с менее продуктивными районами океана, биохимического потребления кислорода. На глубинах свыше 150-200 м кислород расходуется аэробными бактериями на окисление большого количества постоянно поступающей сверху органики [66]. Устойчивому существованию ЗКМ в открытых водах и на материковом склоне Аравийского моря способствует резкий скачок плотности в слое 75-100 м, постоянный высокий спрос на кислород в промежуточных водах и наличие двух зон дивергенций на южной границе моря, ограничивающих обмен на промежуточных глубинах с водами прилегающей части Индийского океана [21, 31, 32]. В результате сочетаний указанных факторов концентрация кислорода в северной и центральной части Аравийского моря, в том числе на материковом склоне Южной Аравии и Западного Индостана, начиная с глубин 150-200 м и до 1000-1200 м, снижается до минимальных величин, иногда до нуля [35, 36, 38, 40, 55, 77, 114].

Те же процессы поддерживают существование ЗКМ в ряде других районов Мирового океана. Высокая биологическая продуктивность и последующая гибель органического вещества в них приводит к такой потребности в кислороде в промежуточных водных массах, которая не компенсируется ни притоком из верхних слоев, ни водообменом с нижними, обогащенными кислородом, глубинными водами [56, 71, 84, 107, 118, 142]. ЗКМ широко распространены в Мировом океане. Наиболее обширные ЗКМ расположены в северной и центрально-восточной части Тихого океана, в северной части Индийского океана, в Атлантике у берегов Западной Африки (рис. 1) [76, 106].

Общая площадь ЗКМ с концентрацией кислорода менее 0,5 мл/л оценивается в 1,148 млн. кв. км, с концентрацией кислорода менее 0,2 мл/л – 0,764 млн. кв. км [83]. Длительность существования ЗКМ определяется геологическими эпохами [84, 115, 122, 125, 127].

Следует отметить, что, кроме обширных ЗКМ, залегающих в ряде районов Мирового океана в промежуточных водных массах на глубинах 200-1000 м, существуют мелководные морские районы с предельно низкими концентрациями кислорода, вплоть до его отсутствия. Это, прежде всего, прибрежные заморные зоны в эстуариях и морских заливах. При их описании обычно используют тер-

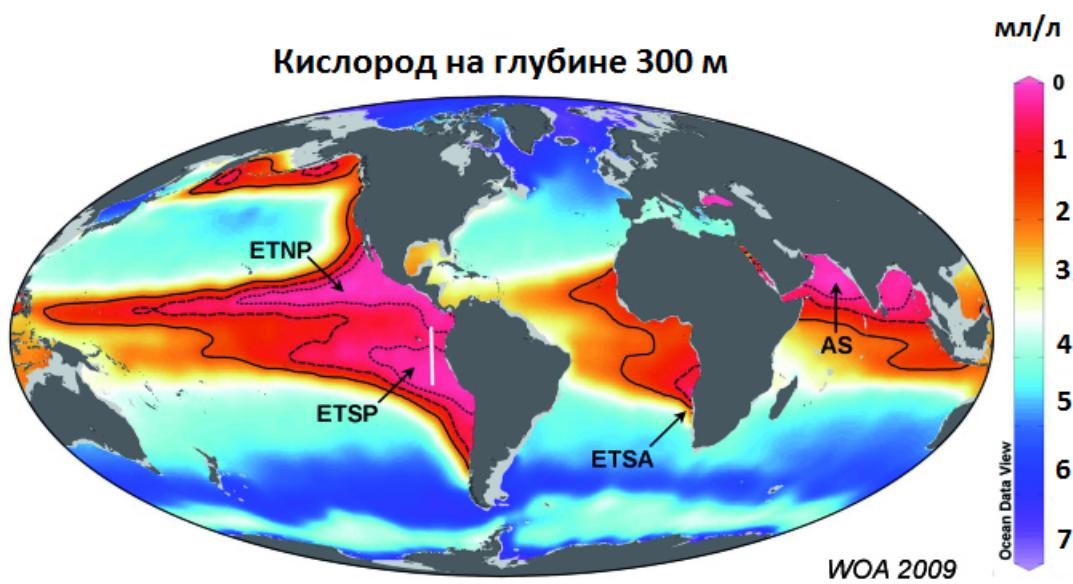


Рис. 1 Зоны кислородного минимума в Мировом океане. Изображена концентрация кислорода на глубине 300 м. В Аравийском море (AS) концентрация O_2 – менее 0,5 мл/л. Источник – World Ocean Atlas 2009. Изображение модифицировано [94]

мин «гипоксия». Kamykowski (1990) предлагает именовать зонами гипоксии воды с концентрацией растворенного кислорода ниже 0,2 мл/л [95]. Формирование зон гипоксии, или заморных зон, как правило, связано с чрезмерной эвтрофикацией эпипелагиали прибрежных районов из-за выноса речных биогенов и с летней стратификацией. Их происхождение и существование обусловлено теми же процессами интенсивного биохимического потребления кислорода, которые протекают в ЗКМ. Появление и существование многих прибрежных заморных зон носит временный, сезонный характер [2, 39, 42, 43, 70, 83, 150]. Кроме того, термин «гипоксия» используют при описании бескислородных глубинных вод в изолированных морских водоемах со слабой вертикальной циркуляцией (Черное, Каспийское, Балтийское моря, северные фьорды). Растворенный кислород в таких зонах обычно отсутствует, а восстановительные процессы обеспечивают присутствие сероводорода [6, 76, 78, 124, 145].

Исследования зон гипоксии, в первую очередь, прибрежных заморных зон («мертвых зон») развиваются весьма интенсивно, так как на шельфе, в литорали и сублиторали сосредоточены более 90 % доступных ресурсов промысловых рыб и беспозвоночных и практически весь мировой прибрежный и индустриальный промысел. В связи с этим изучаются причины возникновения и расширения заморных зон, проблемы существования, гибели или выживания в них гидробионтов, оценивается влияние гипоксии на местное прибрежное рыболовство [3, 41, 61, 67, 71].

Но поскольку данная работа посвящена вопросам обитаемости и скоплениям рыб в зоне кислородного минимума, залегающего в мезопелагиали, проблемы прибрежной гипоксии в ней не рассматриваются.

Вопросам обитаемости и населения ЗКМ вплоть до второй половины XX века не уделялось особого внимания. Но по мере развития в 1960-1980-е годы советских океанографических и рыбохозяйственных исследований в мезопелагиали, а также в результате успехов рыболовства выявлялись многочисленные факты населения обширных ЗКМ, залегающих на материковом склоне в ряде районов Мирового океана. Так как эти работы проводились в целях поиска новых объектов промысла и оценки сырьевой базы рыболовства, они не подлежали разглашению в тот период. В частности, в начале 1960-х годов, при обследовании советскими экспедициями материкового склона северной части Тихого океана (Охотское и Берингово моря, Алеутская дуга, залив Аляска), Атлантики (Юго-Восточная Африка), северной части Индийского океана (Южная Аравия, Западный Индостан), в промежуточных водных массах с предельно низкими концентрациями кислорода (0,2-0,5 мл/л) были обнаружены промысловые скопления многих видов рыб и беспозвоночных, в частности, в ЗКМ северной части Тихого океана – скопления палтусов и камбал, морских окуней, угольной рыбы; в

ЗКМ Бенгальского апвеллинга – скопления спаровых рыб и мерлузы; все эти организмы оказались адаптированными к жизни в водах с предельно низкими концентрациями кислорода [7, 17, 23, 46]. Факты плотной населенности ЗКМ многими видами рыб противоречили существовавшим в те годы мнениям, в соответствии с которыми обитание рыб в водах с такими низкими концентрациями кислорода считалось невозможным. Экспериментальные данные показывали, что жизнедеятельность многих видов рыб и других гидробионтов ограничена уровнем содержания растворенного кислорода 2-3 мл/л. А возможность сколь-нибудь длительного их пребывания в водах с содержанием растворенного кислорода менее 1 мл/л рядом исследователей фактически отрицалась. Моисеев (1969) отметил, что на 0,6 млн. кв. км шельфа и в верхней части материкового склона ряда районов Тихого, Атлантического и Индийского океана существует крайне неблагоприятный кислородный режим, и их следует исключить из числа районов, перспективных для промысла [9, 16, 18, 22].

В северо-западной части Аравийского моря советские рыбохозяйственные исследования на шельфе и материковом склоне начались в 1961 г. с экспедиции АзЧерНИРО (с 1988 г. – ЮгНИРО) на НИС «Владимир Воробьев» в целях поиска промысловых скоплений рыб и беспозвоночных в прибрежной зоне Индийского океана. В этой экспедиции в ЗКМ на материковом склоне Южной Аравии были впервые обследованы скопления масляной рыбы *Psenopsis suanepa* и сопутствующих видов, наиболее массовые из которых – зеленоглазки рода *Chlorophthalmus*, манарская тресочка рода *Physiculus*, берикс (*Berix mollis*) и ряд других [46]. В последующие годы эти же виды и группы рыб были обнаружены в ЗКМ на материковом склоне Индостана [44, 34].

Успехи советского индустриального тралового промысла на материковом склоне северо-западной части Аравийского моря обусловили, начиная с 1960-х годов, развитие систематических рыбохозяйственных исследований в регионе, в том числе в ЗКМ на материковом склоне Южной Аравии, Западного и Восточного Индостана. Исследовательские и поисковые экспедиции АзЧерНИРО и «Югрыбпромразведки» (с 1989 г. – ППП «Югрыбпоиск») работали в водах Народной Демократической Республики Южного Йемена (НДРЙ) (с 1990 г. – Йеменская республика) до 1991 г., в водах, прилегающих к Султанату Оман, Индии и Пакистану за пределами их территориальных вод – до начала 1970-х годов [5, 7, 23, 29, 34]. Наиболее продолжительными и плодотворными были исследования в территориальных водах и экономзоне НДРЙ (1961-1991 гг.). Эти работы, начиная с 1970 г., проводились в соответствии с двусторонним Соглашением об экономическом и научно-техническом сотрудничестве между СССР и НДРЙ от 7 февраля 1969 г. За период работ в водах НДРЙ было выполнено 38 исследовательских и поисковых экспедиций. В восьми экспедициях АзЧерНИРО (ЮгНИРО) методом донной траловой съемки была проведена оценка запасов демерсальных (донных и придонных) рыб на шельфе и материковом склоне НДРЙ, в том числе в ЗКМ. Результаты исследований были предоставлены рыбной промышленности НДРЙ и Минрыбхозу СССР, выработаны рекомендации по ведению промысла [7, 13, 14, 23, 25].

Изучение биоресурсов шельфа и материкового склона Западного и Восточного Индостана, начатое в советских рыбохозяйственных экспедициях в 1970-е годы, было продолжено в индийских экспедициях в 1990-х годах. В этих экспедициях были обследованы скопления масляной рыбы *P. suanepa*, зеленоглазок, других сопутствующих видов, которые распределялись на материковом склоне в ЗКМ [47, 136, 145-148].

Подобные результаты по населенности ЗКМ региона были получены в экспедиции ФАО на RV «Dr Fridtjof Nansen» (1975-1984 гг.), которая на материковом склоне Аравии зафиксировала довольно плотные скопления масляной рыбы *P. suanepa* и сопутствующих видов в зоне острого дефицита кислорода. В открытых водах северной части Аравийского моря эта экспедиция изучала скопления миктофовых рыб, в основном *Benthosema pterotum*, которые в дневное время формируют звукорассеивающие слои (ЗРС) в зоне резкого дефицита кислорода (<0,2 мл/л), была произведена оценка их огромных запасов. Результаты исследований ФАО были предоставлены прибрежным государствам региона [80, 91, 133].

В 1970-1980-е годы в ЗКМ открытых вод западной и центральной части Аравийского моря экспедиции АзЧерНИРО обследовали скопления океанического пурпурного кальмара (*Sthenoteuthis oualaniensis*), проведен опытно-промышленный лов [8, 27, 28].

В конце XX-начале XXI века международные исследования ЗКМ существенно активизировались. Появилось большое количество публикаций, авторы которых обуславливают появление таких исследований необходимостью изучения последствий колебаний климата, определенных в 1990-х годах как глобальное потепление, для океанической биоты. В настоящее время обсуждаются климатические модели, которые прогнозируют общее снижение океанического растворенного кислорода из-за повышения температуры вод океана, более интенсивное развитие фитопланктона и, как следствие, возрастание толщины ЗКМ, подъем ее верхней границы [50, 54, 59, 79, 81, 99, 100, 111, 112, 124, 135, 140, 141, 149]. В связи с этим рассматриваются угрозы сужения благоприятной среды обитания для эпипелагических гидробионтов, в первую очередь, крупных пелагических рыб, возможное повышение их уязвимости для промысла [60, 65, 98, 120, 126, 129, 138, 154]. В частности, на примере ЗКМ восточной тропической части Тихого и Атлантического океанов, где верхняя граница холодных, обедненных кислородом вод в некоторых районах постоянно залегает на глубине около 25 м, показано, что по этой причине приемлемая физическая среда обитания для крупных пелагических видов сжата до узкого поверхностного слоя. В нем создаются скопления марлинов, парусников и тунцов, и высокие концентрации этих объектов делают их более уязвимыми для промысла [123].

В конце XX века, в связи с ростом температуры океана, снижением концентрации кислорода и уменьшением глубины залегания ЗКМ, вопросы обитаемости и населенности ЗКМ стали весьма актуальными. В настоящее время в вопросах населенности основное внимание уделяется тем ЗКМ, которые существуют в мезопелагии открытых вод океана. При этом многие исследователи отмечают, что большая часть ЗКМ открытых вод населена лишь обитателями звукорассеивающих слоев – несколькими видами зоопланктона, мезопелагическими рыбами и мелкими, а иногда и крупными кальмарами. В ЗКМ Аравийского моря это пурпурный кальмар *Stenoteuthis oualaniensis*, в ЗКМ восточной части Тихого океана – перуано-чилийский гигантский кальмар *Dosidicus gigas*. Эти кальмары обладают уникальной способностью жить в условиях жесткого дефицита кислорода [48, 57, 71, 139]. Но сведения о населенности ЗКМ мезопелагии материального склона океана в зарубежной литературе до настоящего времени весьма ограничены [85, 98, 106, 132, 137, 153].

Целью настоящей работы является краткий анализ и обобщение данных о скоплениях рыб в ЗКМ в северо-западной части Аравийского моря на основе результатов мониторинговой учетной траловой съемки, выполненной в экспедиции ЮГНИРО на НИС СРТМК «Николай Решетняк», определение экологических особенностей видов и групп рыб, постоянно или временно населяющих ЗКМ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в 19-м научно-исследовательском рейсе АзЧерНИРО на НИС СРТМК «Николай Решетняк» в период с ноября 1984 по май 1985 г. Длина судна 55 м, GRT 722 т, мощность главного двигателя 1000 кВт. Работы выполнялись в северной части Аденского залива, в территориальных водах и экономзоне НДРЙ в соответствии с двусторонним Соглашением об экономическом и научно-техническом сотрудничестве между СССР и НДРЙ от 7 февраля 1969 г. и являлись продолжением многолетнего мониторинга биоресурсов НДРЙ в интересах советского и юеменского промысла.

В период с 8 января по 10 февраля 1985 г. в целях оценки биомассы демерсальных промысловых рыб была выполнена донная учетная траловая съемка на двух стандартных полигонах. Полигон I расположен между меридианами 50°00' и м. Рас-Фартак, полигон II – между м. Рас-Фартак и 52°00' в. д. (рис. 2).

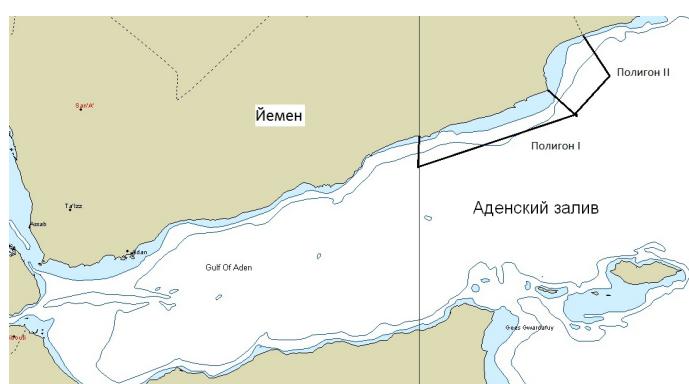


Рис. 2 Район выполнения учетной траловой съемки в 19-м научно-исследовательском рейсе НИС СРТМК «Николай Решетняк». Ноябрь 1984-май 1985 гг.

Длина полигона I – 145 миль, полигона II – 80 миль. Работы выполнялись в сезон зимнего муссона, когда проявления сезонного муссонного апвеллинга минимальны. При этом подповерхностные и промежуточные водные массы, находящиеся под слабым влиянием трансформированных красноморских вод и включающие ЗКМ (концентрация кислорода 0,3-0,7 мл/л), были максимально заглублены, занимая глубины от 180-200 м до 500 м и более. Исследовательские траления выполнялись на шельфе и верхней части материкового склона, в стратах между изобатами 10-50-100-200-300-400-500 м. Использовался донный трал с горизонтальным раскрытием 24,6 м. Продолжительность тралений – 1 час. Траления выполнялись в дневное время. Траловые станции были сгруппированы в разрезы, расположенные по нормали к береговой линии (на полигоне I – 8 разрезов, на полигоне II – 3 разреза). На полигоне I выполнено 95 тралений, на полигоне II – 36 тралений, всего 131 траление. Траления выполнялись по глубинам 15, 30, 45, 70, 90, 130, 180, 230, 250, 290, 370 и 480 м. Гидроакустический контроль осуществлялся на частотах 19,7 кГц. Для определения массы уловов все уловы взвешивались на динамометрах ДПУ-2 (двуухтонный) и ДПУ-5 (пятитонный). Определялся видовой состав уловов. В ходе полного биологического анализа массовых видов, который выполнялся по стандартным методикам ЮгНИРО и ВНИРО, оценивалось биологическое состояние гидробионтов. На притраловых гидрологических станциях на стандартных горизонтах и у дна определялась температура воды, отбирались пробы воды для определения солености и содержания растворенного кислорода.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 19-м рейсе НИС СРТМК «Николай Решетняк» из 131 траления траловой съемки 64 траления были выполнены в верхней части материкового склона на глубинах 180-500 м, в зоне кислородного минимума. Концентрация растворенного кислорода у дна на этих глубинах колебалась от 0,35 до 0,73 мл/л (рис. 3).

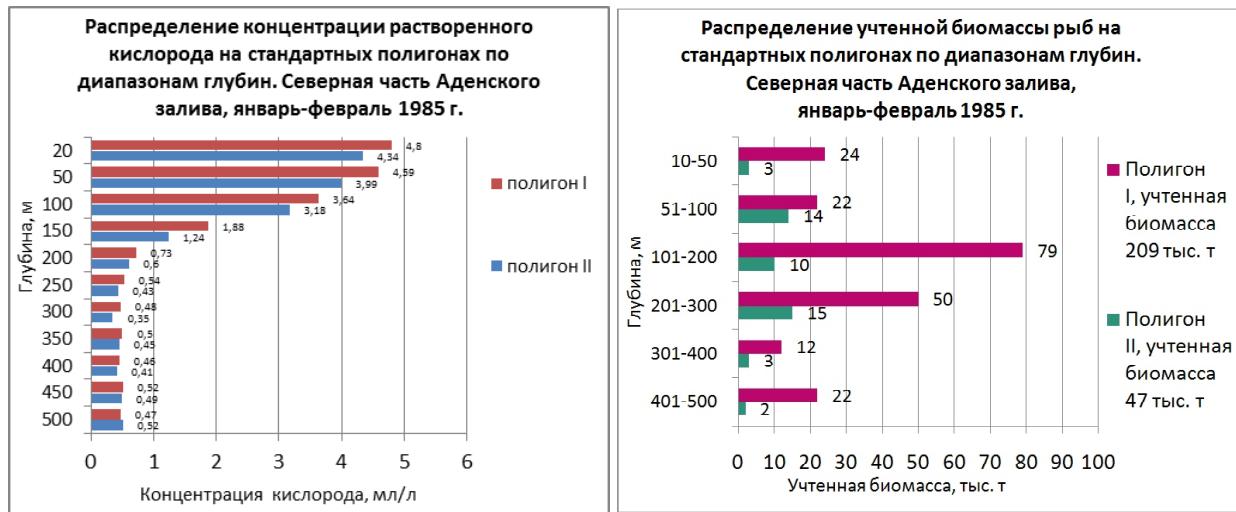


Рис. 3 Распределение концентрации растворенного кислорода и учтенной биомассы рыб по глубинам на полигонах I и II в период зимнего муссона. НИС СРТМК «Николай Решетняк», северная часть Аденского залива, январь-март 1985 г.

По предварительным подсчетам, в уловах рассматриваемой траловой съемки, как и в съемках в другие годы, присутствовало около 900 видов рыб, в основном демерсальных и донных видов. Эта величина лишь частично отражает видовое многообразие вод Йемена, так как траловые съемки были ориентированы на учет массовых, промысловых или потенциально промысловых демерсальных видов рыб. Доля пелагических видов была невелика и не отражала их численность в районе съемки. Для учета промысловых пелагических видов использовались тралово-акустические съемки.

Величина учтенной биомассы демерсальных (донных и придонных) видов на двух стандартных полигонах составила 256 ± 22 % тыс. т, в том числе в ЗКМ на материковом склоне, в диапазоне глубин 200-500 м, – 193 ± 22 % тыс. т, то есть 75 % от всей учтенной биомассы.

Установлено, что видовое многообразие рыб шельфа значительно выше, чем в мезобентали. Виды рыб, которые присутствовали в уловах траловой съемки, по встречаемости в уловах на определенных глубинах разделены нами на две экологические группы. В первую группу входят стенобионтные пелагические и демерсальные виды рыб, населяющие теплые, обогащенные кислородом прибрежные воды до глубин 70-100 м. На этих глубинах наиболее часто встречались мелкие и крупные пелагические виды семейств сельдевые (Clupeidae), анchoусовые (Engraulidae), тунцы, мечеобразные, королевские макрели (Scombridae), а также демерсальные виды семейств ставридов (Carangidae), рифовые окунь (Lutianidae), ворчуновые (Pomadasidae), прибрежные каменные окунь (Serranidae), зубаны (Sparidae), нитеперы (Nemipteridae), султановые (Mullidae), многие виды акул. Они избегали холодных вод и низких концентраций кислорода (менее 2 мл/л), некоторые из них создавали скопления в диапазоне глубин от 15-25 до 70 м, в квазиоднородных, постоянно прогретых и хорошо аэрированных водах с концентрациями кислорода 4-5 мл/л и более. Эти рыбы включены в первую (окси菲尔ную) экологическую группу и являются основой местного прибрежного промысла.

Ко второй экологической группе отнесены виды-эврибионты из таких семейств, как центролофовые (Centrolophidae), бембропсовые (Percophididae), панцирные триглы (Peristediidae), зауридовые (Synodontidae), волосохвостые (Trichiuridae), синагропсы (Acropomatidae), моровые (Moridae), утконосые угри (Nettastomatidae), большеголовы (Trachichthyidae), глубоководные каменные окунь (Serranidae), короткошипые акулы (Centrophoridae), кошачьи акулы (Scyliorhinidae), глубоководные креветки (Penaeidae) и такие массовые пелагические виды, как южная скумбрия (*Scomber australasicus*), миктофовые рыбы рода Bentosema. Каждый из таких видов, например, *Saurida undosquamis*, *P. cyanea*, *S. australasicus* и другие, встречался в уловах на нижней части шельфа и в мезобентали на материковом склоне, на глубинах от 110-130 до 500 м, в водах как с относительно высоким, так и с предельно низким содержанием растворенного кислорода: от 3,6 до 0,3-0,5 мл/л, иногда – 0,15-0,17 мл/л.

Вторая экологическая группа эврибионтов, в свою очередь, разделена на две подгруппы. Первая подгруппа – около 50 видов рыб, в нее входят виды, постоянно населяющие нижнюю часть шельфа и материковый склон в широком диапазоне глубин и не совершающие суточных вертикальных миграций. Они встречались в уловах на глубинах от 110-130 до 500 м и более, в том числе в ЗКМ при содержании растворенного кислорода 0,5 мл/л и менее, некоторые из них отмечены в уловах и за пределами ЗКМ, в зоне с более высоким содержанием кислорода. Среди постоянных обитателей материкового склона наибольшей численностью и биомассой отличаются такие донные и придонные виды, как *Saurida undosquamis*, *Lepturacanthus spp.*, *Satyrichthys adeni*, *Synagrops adeni*, *Physiculus roseus*, *Nettastoma sp.*, *Harpodon squamosus*, *Bembrops caudimaculata*, *Hoplostethus spp.*, *Centrophorus granulosus*, *Halaclurus spp.*, *Eridachnis radcliffei*. Анализ результатов траловой съемки показал, что каждый из этих видов распределяется в придонных горизонтах в своем определенном диапазоне глубин и температур. При этом каждый из этих видов встречался примерно в одних и тех же количествах в дневных иочных уловах на одних и тех же глубинах, независимо от концентрации кислорода.

Ко второй подгруппе отнесены виды-мигранты, которые в светлое время суток отмечены в уловах в ЗКМ на глубинах 250-500 м, при концентрациях кислорода 0,3-0,5 мл/л, иногда – 0,15-0,17 мл/л. Наиболее высокочисленными из видов-мигрантов оказались масляная рыба (*P. cyanea*) и южная скумбрия (*S. australasicus*). Весь период пребывания в зоне резкого дефицита кислорода эти рыбы активно питались, что свидетельствует о широких адаптивных особенностях их физиологии. В темное время суток эти виды мигрируют в эпипелагиаль на глубины 60-80 м [33, 103, 128].

Среди массовых видов рыб второй экологической группы, обнаруженных в рассматриваемой экспедиции в ЗКМ на материковом склоне, не удалось обнаружить виды, специфические для ЗКМ, которые населяли бы только эту зону и не встречались бы в водах с высокими концентрациями кислорода. Очевидно, должны быть проанализированы материалы и других мониторинговых экспедиций, работавших в этом районе с целью поиска видов, специфических для ЗКМ.

Основным результатом анализа скоплений рыб в ЗКМ северо-западной части Аравийского моря следует признать установление факта о населенности ЗКМ этого района теми же видами рыб, которые широко распространены на материковом склоне многих районов океана за пределами ЗКМ. Сведения о распространении указанных выше видов в Мировом океане обобщены в FishBase [75].

Следует предположить, что виды второй экологической группы обладают широкими адаптивными возможностями, которые обеспечивают их жизнедеятельность в водах как с высокими, так и с предельно низкими концентрациями кислорода. Фактически многие указанные виды рыб реализуют в условиях резкого дефицита O_2 (менее 0,5 мл/л) основную, наиболее длительную и активную часть жизненного этапа – период созревания и половой зрелости. При этом нерест и развитие икры, личиночно-мальковые стадии у них, как и у рыб из первой экологической группы, проходят в эпипелагиали, в водах, обогащенных кислородом [10, 11, 19, 20, 30].

Результаты рассматриваемой траловой съемки подтвердили, что в январе-марте 1985 г., как и в предыдущие годы, основу биомассы рыб, распределявшихся в ЗКМ, составила масляная рыба *P. suanea* (SL 11-15 см, средняя длина – 13,4 см). Она распределялась на материковом склоне в виде довольно плотных скоплений, что позволило отнести ее к потенциально промысловым объектам материкового склона (рис. 4).

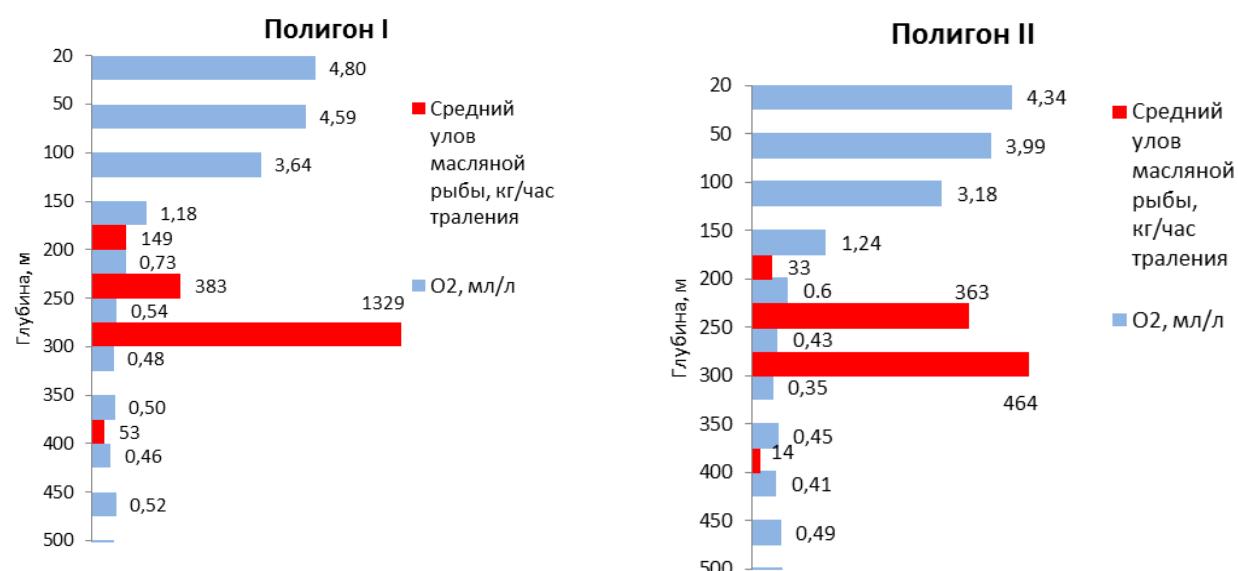


Рис. 4 Распределение уловов масляной рыбы *P. suanea* и концентрации растворенного кислорода по глубинам на полигонах I и II. Северная часть Аденского залива, январь-март 1985 г.

На островном склоне о. Сокотра, где ЗКМ менее выражен или отсутствует, масляная рыба встречалась в уловах на глубинах 350-400 м, но ее скоплений не обнаружено [12, 14].

Высокая биомасса масляной рыбы и смена ее распределения по глубинам в течение суток в ходе суточных вертикальных миграций повлияли на результаты расчета распределения общей биомассы по глубинам. При осреднении результатов тралений по глубинам общая биомassa рыб на глубинах 100-200 м оказалась завышенной, а на глубинах 200-300 м – заниженной (рис. 2).

У масляной рыбы *P. suanea* пелагическая икра; личиночно-мальковую стадию масляная рыба проводит в эпипелагиали, в водах, обогащенных кислородом, затем переселяется в ЗКМ, у дна на материковом склоне [30]. Наибольшие концентрации масляная рыба создает в период с 5-6 до 16-17 часов, распределяясь на глубинах от 180 до 480 м, преимущественно 230-290 м, в придонном 3-5 метровом слое. Распределяясь днем у грунта, масляная рыба интенсивно питается крупными формами зоопланктона, основа питания – сальпы, пиросомы и другие оболочники, сифонофоры, изредка – эуфаузииды, то есть ее скопления в ЗКМ носят трофический характер [12]. В темное время суток скопления масляной рыбы рассредотачиваются. Контрольные траления на суточной станции

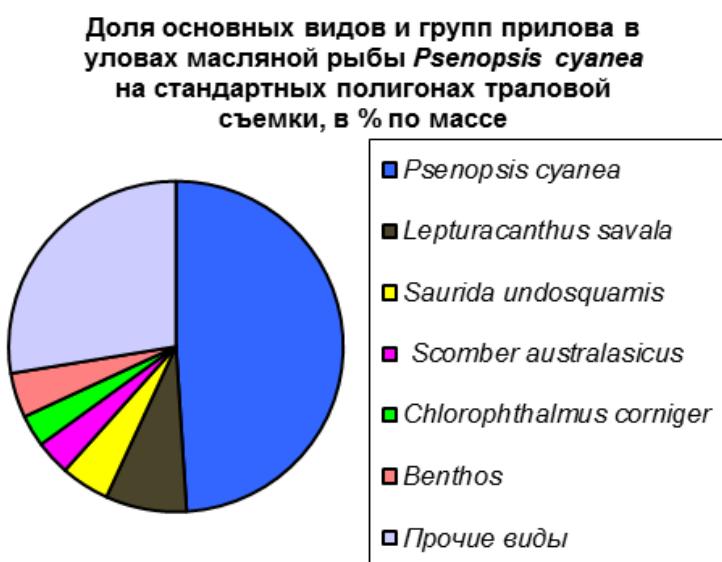


Рис. 5 Доля основных видов и групп прилова масляной рыбы в скоплениях в ЗКМ материкового склона Южной Аравии, в % по массе. Январь-март 1985 г.

неустойчивой во времени. Средние уловы масляной рыбы в скоплениях, полученные НИС СРТМ «Николай Решетняк», находились на уровне 2-3 т/час трапления, что соответствует удельной плотности 12-19 т/кв. км.

Придонные скопления масляной рыбы плохо фиксировались низкочастотной гидроакустической аппаратурой (19,7-20 кГц) в связи с отсутствием у нее плавательного пузыря. Поэтому основным способом изучения распределения масляной рыбы являлись поисковые трапления. Серия поисковых траплений, выполненных в ЗКМ на материковом склоне на глубинах обитания масляной рыбы (230-290 м) за пределами участков траловой съемки, показали, что в большей части уловов основным объектом также является масляная рыба, на ее долю приходилось от 30 до 50 % улова по массе. В 1985 г. учтенная биомасса масляной рыбы в ЗКМ мезобентали на стандартных полигонах траловой съемки определена на уровне 32 ± 22 % тыс. т, на всей юеменской части материкового склона Южной Аравии – 60-70 тыс. т.

Поведение масляной рыбы в естественной среде на материковом склоне северной части Аденского залива визуально исследовалось в 1982 г. из советского обитаемого подводного аппарата (ПА) «ТИНРО-2», принадлежавшего Минрыбхозу СССР (База «Гидронавт», Севастополь). Работы проводились в рамках экспедиции по изучению промысловых объектов Мирового океана с использованием ПА, в частности, определялись количественные параметры поведения рыб. У мыса Шарма, в ЗКМ на глубинах 270-370 м, в 0,3-3,0 м, иногда до 15 м от дна наблюдали стаи масляной рыбы *P. cyanaea*, а также отдельные особи сабли-рыбы *Lepturacanthus spp.* и мелкой акулы *Eridachnis radcliffei*. Масляная рыба была малоподвижна, наблюдались мелкомасштабные уплотнения. Отмечено наличие исследовательской реакции масляной рыбы на ПА и ее броски к грунту [12, 14, 128]. В 1970-1980-е годы на скоплениях масляной рыбы на материковом склоне Южной Аравии проводился успешный экспериментальный промысел. Рыбохозяйственные исследования в водах Йемена были прекращены в 1991 г. [13].

В рассматриваемой экспедиции на НИС СРТМК «Николай Решетняк» (19-й рейс) весьма неожиданным было обнаружение в ЗКМ на материковом склоне НДРЙ, на глубинах 250-270 м, скоплений высокоподвижного пелагического вида – южной скумбрии (*S. australasicus*), которая была в 1980-е годы основным объектом экспедиционного советского промысла на шельфе НДРЙ. На тот период было известно, что в светлое время суток скумбрия образует скопления на шельфе, в диапазоне глубин 115-180 м. В толще воды над грунтом она формирует подвижные придонные стаи овальной

показали, что большая часть рыб мигрирует на шельф, на глубины 60-80 м, в зону с высоким содержанием кислорода (3-4 мл/л), придерживаясь придонных слоев, но часть рыб остается на материковом склоне на прежних глубинах (230-290 м).

Доля основных видов и групп прилова в уловах масляной рыбы на участке траловой съемки составляла около 50 % по массе (рис. 5).

В ходе дальнейшего тралового обследования скоплений масляной рыбы, обнаруженных в ходе траловой съемки, установлено, что в светлое время суток они имели форму весьма узких полос, вытянутых вдоль изобат, шириной не более 0,1-0,5 мили, длина колебалась от 14 до 38 миль. Концентрация масляной рыбы в скоплениях была неравномерной и

формы, высотой 10-15 м и длиной 30-70 м, которые хорошо фиксируются гидроакустической аппаратурой и успешно облавливаются промысловыми судами при помощи разноглубинных траолов [14, 33, 53, 103].

В конце декабря 1984 г. на НИС СРТМК «Николай Решетняк» на верхней части материкового склона НДРЙ в дневное время при помощи поисковой гидроакустической аппаратуры («Сарган-Э», 20 кГц) были получены придонные записи, характерные для рыбных скоплений. По гидроакустическим показаниям, рыба распределялась на грунте на глубинах 260-270 м, удерживалась рассеянно, иногда были заметны слабо выраженные небольшие стаи высотой около 3-5 м. Скопления были обловлены донным тралом (начальные координаты траения $13^{\circ}26,7' \text{ с. ш.}, 41^{\circ}16,4' \text{ в. д.}$). Часовое траление выполнялось с 16 ч. 40 мин. до 17 ч. 40 мин. Был получен улов 7,2 т, в том числе 6 т составила южная скумбрия (*S. australasicus*), 0,9 т – масляная рыба *P. cyanaea*, около 100 кг – заурида (*S. undjsquamis*). На притраловой гидрологической станции была измерена концентрация растворенного кислорода у дна, которая составила 0,17 мл/л. Примерно в тех же координатах в течение следующих 4-х суток было выполнено еще 4 траления на глубинах 250-270 м, уловы скумбрии колебались от 300 кг до 5 т за часовое траление. Концентрация растворенного кислорода у дна, измеренная на притраловых станциях, находилась на уровне 0,15-0,17 мл/л.

Судя по показанию гидроакустических приборов, скумбрия на материковом склоне, в отличие от шельфа, не формировалась придонных косяков и распределялась относительно равномерно у грунта слоем не выше 3-5 м. Отмечено, что в указанных уловах в ЗКМ на материковом склоне концентрировалась более крупная скумбрия, чем на шельфе. В уловах НИС СРТМК «Николай Решетняк» длина скумбрии (FL) в уловах на материковом склоне составила 21-25 см, средняя – 22,7 см, на шельфе – 18-24 см, средняя – 21,0 см. Скумбрия весьма интенсивно питалась миктофовыми рыбами и многими другими объектами звукорассеивающих слоев (ЗРС). Как известно, объекты ЗРС в светлое время суток обычно мигрируют на глубины до 500 м и более, при этом на материковом склоне концентрируются у грунта. Ночью вся скумбрия поднималась на глубины 40-80 м [14, 51, 62, 97, 103].

В дальнейшем, в период обследования соседнего участка материкового склона, южная скумбрия встречалась в уловах четырех траений из шести, выполненных в ЗКМ на глубинах 240-265 м. Концентрация кислорода у дна не превышала 0,16-0,17 мл/л. Уловы скумбрии были невелики: от 3-4 до 70 кг/час траления. В ходе выполнения учетной траловой съемки (январь-февраль 1985 г.) скумбрия единичными экземплярами присутствовала во многих уловах в ЗКМ на глубинах 230-300 м, при концентрациях кислорода 0,5-0,7 мл/л. Следует отметить, что распределение такого подвижного пелагического объекта, как южная скумбрия, в зоне жесткого кислородного минимума наблюдалось впервые [14, 102, 103]. Вместе с тем подобное поведение наблюдали у стайного пелагического вида – европейского шпрота *Sprattus sprattus*. Kaartvedt et al. (2009) приводят результаты наблюдений за миграциями и распределением европейского шпрота в ЗКМ норвежских фиордов, в зоне с концентрацией кислорода $<0,5 \text{ мл/л}$ (насыщение 7 %). Как указывают авторы, резкий дефицит кислорода ограничивает проникновение хищников (трески) в эту зону [93].

Приведенные факты поведения и распределения таких высокочисленных пелагических объектов, как южная скумбрия и европейский шпрот, в зоне жесткого дефицита кислорода свидетельствуют о недостаточной изученности физиологии и адаптивных способностей некоторых рыб по отношению к дефициту кислорода в естественных условиях [41]. В эксперименте пелагические и демерсальные рыбы демонстрируют, как правило, весьма высокую чувствительность к дефициту кислорода [9, 37, 119].

На указанный выше факт наблюдения европейского шпрота в ЗКМ норвежских фиордов ссылается Ekau et al. (2010) в большой и содержательной обзорной работе «Impacts of hypoxia on the structure and processes in pelagic communities (zooplankton, macro-invertebrates and fish)». Среди более чем 30 упомянутых в работе пелагических и демерсальных видов и групп рыб лишь европейский шпрот, а также бычки родов *Gobiodon* и *Paragobiodon* указываются как способные распределяться, постоянно или временно, в водах с критической концентрацией кислорода $<0,5 \text{ мл/л}$ (насыщение 7 %). Для всех остальных приведенных выше видов и групп рыб минимальные критические концентрации, при которых они способны к активной жизни, авторы оценивают на уровне 1,4-2 мл/л [74].

Изучение вертикальной зональности в распределении промысловых рыб, оценка воздействия на промысловых рыб сезонных изменений температуры воды и растворенного кислорода, вызванных развитием летнего муссонного апвеллинга, были одними из важных направлений исследований, которые проводились в экспедициях ЮгНИРО в 1980-е годы в водах Йемена. Результаты данного рейса, как и других, в которых осуществлялся многолетний мониторинг рыбных ресурсов в водах Йемена, были использованы для определения роли температуры и растворенного кислорода в сезонном распределении рыб материкового склона. Это было необходимо для прогнозирования производительности индустриального и артезанального промысла. Индустриальный промысел был ориентирован на эврибионтные виды – южную скумбрию и ставрид, каракатицу (*Sepia pharaonis*), местный прибрежный промысел – на стенобионтные шельфовые виды, которые распределяются в хорошо прогретых и аэрированных водах [7, 13].

В акватории Йемена в летний период, в результате развития сезонного муссонного апвеллинга, наблюдается подъем холодных глубинных вод, обедненных кислородом, и выход их на шельф, на глубины 70-100 м. Это приводит к оттеснению в узкую прибрежную зону теплолюбивых оксифильных промысловых рыб, входящих в первую экологическую группу, способствует возрастанию концентраций этих рыб в узкой прибрежной зоне, обеспечивает рост уловов, увеличивает производительность артезанального промысла [143]. В этот период уменьшается глубина суточных вертикальных миграций масляной рыбы и южной скумбрии, мелких рыб мезопелагали, в частности, объектов ЗРС [13]. В период зимнего муссона апвеллинг ослабевает, и холодные, обедненные кислородом воды смещаются глубже, на верхнюю часть материкового склона, что вызывает увеличение глубин обитания рыб-мигрантов. Концентрация рыб-мигрантов в ЗКМ материкового склона в зимний период происходит у нижней границы подповерхностной водной массы пониженнной солености, отделяющей ее от более соленых глубинных вод Красного моря [143].

Из результатов данной траловой съемки следует, что в наблюдаемой вертикальной зональности в распределении демерсальных рыб первой экологической группы ведущими факторами являются, в первую очередь, концентрация кислорода и температура воды (рис. 3). Для второй экологической группы факторами, определяющими распределение, очевидно, являются температура воды и глубина обитания. Кислород, даже в крайне низких концентрациях, не является для них лимитирующим фактором. Определяющая роль температуры воды в распределении многих видов гидробионтов показана неоднократно [7, 13, 63, 68, 73, 101-103, 137]. Ряд авторов высказывает мнение, что миграции оксифильных рыб-стенобионтов в прибрежную зону в летний период усиления апвеллинга происходят вследствие совместного воздействия низких температур воды и дефицита кислорода [82, 90, 92, 108, 132].

Продолжая подобные исследования, Piontkovski et al. (2014) сообщает о наблюдениях выгрузок промысловых уловов в водах Омана в периоды зимнего и летнего муссонов. Он отмечает, что в период летнего муссона и вызванного им подъема холодных глубинных, обедненных кислородом вод в прибрежной зоне существенно возрастают уловы и объемы выгрузок [122].

О населенности ЗКМ северо-западной части Аравийского моря свидетельствует небольшое обобщение, выполненное al Sakaff and Esseen в 1999 г. Проанализировав уловы, полученные у южного побережья Йемена сомалийскими и советскими траулерами в Аденском заливе и Аравийском море между 1985 и 1990 гг., авторы получили оценки встречаемости семейств и видов рыб в водах Йеменской Республики на шельфе и материковом склоне южной части Аравийского полуострова по диапазонам глубин от 20 до 300 м и более (рис. 6).

Из рис. 6 следует, что в ЗКМ на верхней части материкового склона, на глубинах 150-300 м и более, в уловах встречаются более 50 видов рыб, относящихся к 30-40 семействам. Видовое разнообразие промысловой ихтиофауны шельфа здесь шире: на глубинах 20-150 м, в хорошо аэрированных водах, в уловах отмечено около 130 видов рыб, относящихся к 30-50 семействам. Следует отметить, что количество видов и семейств, приведенное авторами, неполно и носит ориентировочный характер, так как основано на учете лишь промысловых и сопутствующих видов.

Кроме приведенных примеров довольно плотной населенности ЗКМ, которые были выявлены в 1960-1980-е годы в мезопелагали на материковом склоне северо-восточной Аравии и Западного

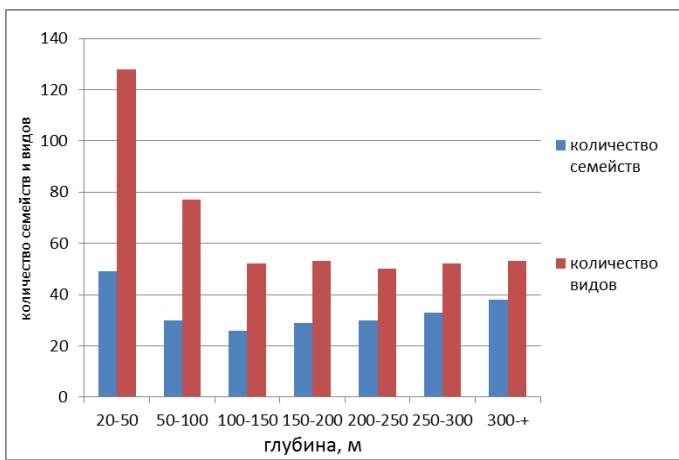


Рис. 6 Встречаемость семейств и видов рыб в водах Йеменской Республики на шельфе и материковом склоне южной части Аравийского полуострова по диапазонам глубин. Список видов составлен на основе анализа уловов, полученных у южного побережья Йемена сомалийскими и советскими траулерами в Аденском заливе и Аравийском море между 1985 и 1990 гг. [49]

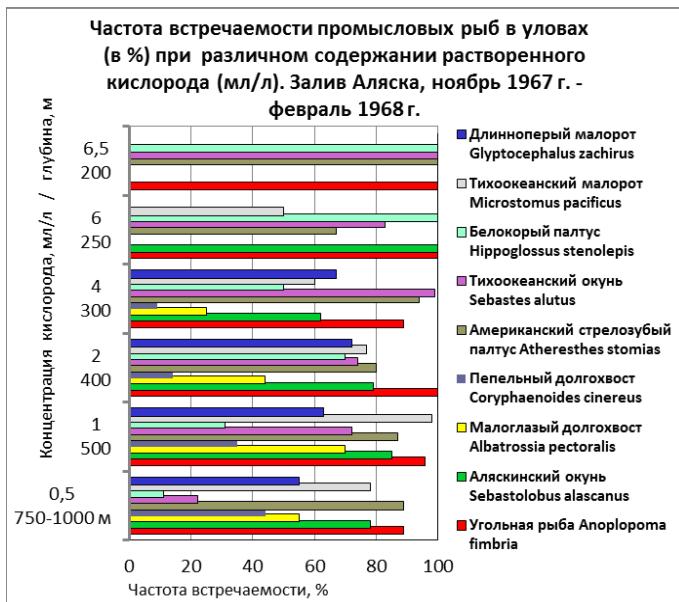


Рис. 7 Частота встречаемости промысловых рыб (в %) в уловах на материковом склоне залива Аляска при различной концентрации растворенного кислорода (мл/л), ноябрь 1967-февраль 1968 гг. [24]

малорот *Microstomus pacificus*), белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis*, тихоокеанский окунь *Sebastes alutus*, американский стрелозубый палтус *Atheresthes stomias*, пепельный долгохвост *Coryphaenoides cinereus*, малоглазый долгохвост *Albatrossia pectoralis*, аляскинский окунь *Sebastolobus alascanus* и угольная рыба *Anoplopoma fimbria*. При этом все указанные виды встречались в уловах и на меньших глубинах, в водах, обогащенных кислородом до 6,5 мл/л. В водах с весьма низкой концентрацией кислорода, 0,5 мл/л и менее, наибольшая частота встречаемости (более 50 %) отмечена лишь у угольной рыбы, американского стрелозубого палтуса и макруруса – малоглазого долгохвоста.

Новиков (1974), учитывая способность указанных выше видов-эврибионтов населять широкий диапазон глубин как с высокими, так и с низкими концентрациями кислорода (0,5-6,5 мл/л), ука-

Индостана, весьма показательны результаты обширных наблюдений, выполненных в те же годы и обобщенных Н.П. Новиковым (1974) в отношении распределения промысловых рыб придонного комплекса в северной части Тихого океана, в мезобентали на материковом и островном склонах, в том числе в ЗКМ. Наблюдения проводились, в частности, в Охотском и Беринговом морях, заливе Аляска, Ванкуверо-Орегонском районе. Объектами исследований были 13 промысловых видов: белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis*, азиатский стрелозубый палтус *Atheresthes evermanni*, черный палтус *Reinhardtius hippoglossoides*, американский стрелозубый палтус *Atheresthes stomias*, малоротые камбалы (длиннoperый малорот *Glyptocephalus zachirus* и тихоокеанский малорот *Microstomus pacificus*), длиннoperый окунь *Sebastolobus macrochir*, тихоокеанский окунь *Sebastes alutus*, северный морской окунь *Sebastes borealis* (*Sebastodes introniger*), аляскинский окунь «idiot fish» *Sebastolobus alascanus*, макрурусы – пепельный долгохвост *Coryphaenoides cinereus* и малоглазый долгохвост *Albatrossia pectoralis*, угольная рыба *Anoplopoma fimbria* [24].

На рис. 7 представлено распределение промысловых рыб в заливе Аляска по глубинам и концентрациям растворенного кислорода, в том числе в ЗКМ.

Из рис. 7 следует, что в ЗКМ залива Аляска на глубинах 750-1000 м, при концентрации растворенного кислорода 0,5 мл/л, встречались все 9 видов промысловых рыб, отмеченных в уловах на материковом склоне в этом районе: малоротые камбалы (длиннoperый малорот *Glyptocephalus zachirus* и тихоокеанский

зывает и на наблюдаемые различия в их отношениях к кислороду и глубине обитания [24]. Все 9 видов промысловых рыб, обладая весьма широким диапазоном экологической валентности, демонстрируют сходное отношение к концентрации растворенного кислорода во всем диапазоне глубин, от 200 до 1000 м, но заметно различающееся отношение к глубинам (рис. 7). Частота встречаемости малоротой камбалы – тихоокеанского малорота *Microstomus pacificus*, американского стрелозубого палтуса *Atheresthes stomias* и макруров *Coryphaenoides cinereus* и *Albatrossia pectoralis* растет с глубиной, несмотря на существенное снижение с глубиной концентрации растворенного кислорода. Встречаемость тихоокеанского окуня *Sebastes alutus* и белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis* с глубиной падает, угольная рыба *Anoplopoma fimbria* встречается примерно с равной частотой во всем указанном диапазоне глубин и при концентрации кислорода от 0,5 до 6,5 мл/л. Поэтому вполне вероятно, что такое распределение указанных эврибионтных видов на материковом склоне залива Аляска, как и на материковом склоне северо-западной части Аравийского моря, связано, скорее, с предпочтаемыми температурами воды и с глубинами, а не с концентрацией кислорода [137]. По аналогии с видами, населяющими материковый склон северо-западной части Аравийского моря, указанные выше 9 видов промысловых рыб могут быть отнесены ко второй экологической группе.

Наиболее важным результатом обширных наблюдений, выполненных и обобщенных Н.П. Новиковым (1974) в отношении видового состава рыб, населяющих ЗКМ материкового склона залива Аляска и других районов северной части Тихого океана, следует считать установленный факт, что в этом регионе в водах с резким дефицитом кислорода живут те же виды рыб, что и в водах с обычными или высокими его концентрациями. В соответствии с обобщениями, представленными в FishBase, эти виды широко распространены на материковом склоне Мирового океана за пределами зоны дефицита кислорода [75].

На основе приведенных примеров населенности ЗКМ материкового склона северо-западной части Аравийского моря и залива Аляска следует предположить, что большинство видов рыб, обитателей материкового склона Мирового океана, изначально способны жить и развиваться в условиях резкого дефицита кислорода.

Таким образом, из рассмотренных примеров обитаемости ЗКМ материкового склона северо-западной части Аравийского моря и залива Аляска следует, что мезопелагиаль этих районов довольно плотно населена, несмотря на жесткий дефицит кислорода. Все эврибионтные виды – хищники высоких трофических уровней. Объекты ЗРС, которые в ходе суточных вертикальных миграций в светлое время суток достигают придонных слоев материкового склона, обеспечивают видам, обитающим в ЗКМ, обширную кормовую базу, а крайне низкие концентрации кислорода оберегают от проникновения из эпипелагиали в ЗКМ крупных пелагических хищников-стенобионтов [58, 60, 62, 82, 88, 119].

Возможность постоянной жизни демерсальных рыб в ЗКМ или пребывание некоторых пелагических рыб в ней в течение полусуток в ходе суточных вертикальных миграций, вероятно, обусловлена иными, по сравнению с рыбами-стенобионтами, уровнями физиологических процессов, позволяющими использовать предельно низкие концентрации кислорода. Это указывает на наличие высокой природной способности некоторых видов усваивать кислород в предельно низких концентрациях, возможно, на способность периодически использовать энергию анаэробного метаболизма. Механизмы этих способностей рыб интенсивно изучаются [1, 37, 45, 55, 65, 86, 87, 89, 104, 105, 140, 142, 153].

Ekaу (2010), подводя итоги многих опубликованных работ, считает, что уровень кислорода, менее или равный 0,3 мл/л, является физиологическим ограничением для жизнедеятельности многих видов рыб [74]. Высказываются и подтверждаются предположения, что у некоторых видов рыб существует генетически обусловленная высокая адаптация к предельно низким концентрациям растворенного кислорода [110, 130, 131].

Бондаренко и Кузьминова (2006) отмечают, что у донных видов, населяющих ЗКМ, существует мощная насасывательная система вентиляции жабр, а их гемоглобин крови обладает исключительно высоким сродством к кислороду, благодаря чему транспортная функция крови не снижается.

Возможно, у рыб-мигрантов происходит временное снижение уровня обмена, что позволяет им в течение полусуток вполне активно перемещаться и питаться в условиях весьма низкой концентрации кислорода [4].

Известно, что организм некоторых, устойчивых к дефициту кислорода видов рыб способен вырабатывать альтернативный анаэробный конечный продукт (этанол), что свидетельствует об использовании энергии анаэробиоза [45]. Но основой энергетического обеспечения рыб, населяющих ЗКМ, по-видимому, все же остается кислород. Очевидно, у многих морских рыб, населяющих ЗКМ, для митохондриального электронного транспорта требуется относительно низкое напряжение кислорода. При этом известно, что сероводород, который в концентрациях 0,03-0,10 мл/л может находиться в динамическом равновесии с растворенным кислородом в сходных концентрациях (0,10-0,20 мл/л), блокирует митохондриальный электронный транспорт, что ведет к гибели рыб, несмотря на присутствие кислорода [6, 52, 104, 144].

Somero (2010) указывает, что рыбы, обитающие в ЗКМ, обладают повышенным потенциалом для извлечения кислорода из морской воды и их паттерны (профили) экспрессии генов ферментов аэробного и анаэробного метаболизма отличаются от таковых у родственных видов, обитающих в водах с высоким содержанием кислорода [137].

Предполагается, что, в случае дальнейшего развития глобального потепления и прогнозируемого в этой связи расширения площадей и увеличения толщины ЗКМ в открытых водах океана, следует ожидать подъема верхней границы вод с резким дефицитом кислорода, изменений в ихтиофауне эпипелагиали, сужения зон обитания стенобионтных видов эпипелагиали, входящих в первую экологическую группу [64, 74].

Последствия глобального потепления могут оказаться на динамике апвеллинговых процессов и повлиять на распределение ЗКМ материкового склона. Bakun (2015) отмечает, что при развитии глобального потепления ожидается увеличение интенсивности сезонных апвеллинговых процессов в весенне-летний период и усиление стратификации вод. Это с высокой вероятностью позволяет прогнозировать снижение концентрации растворенного кислорода в промежуточных водах. Кроме того, в результате интенсификации апвеллинга ожидается, что в летний период холодные глубинные воды с резким дефицитом кислорода будут шире распространяться по шельфу, все более сужая благоприятную среду обитания теплолюбивых рыб-стенобионтов. Таким образом, появляется угроза продуктивности экосистемы в прибрежной зоне апвеллинга [54].

Но заселение верхних слоев утолщенной ЗКМ эврибионтными видами рыб материкового склона, входящими во вторую экологическую группу и способными жить в условиях резкого дефицита кислорода, маловероятно. Анализ распределения уловов по глубинам показал, что эврибионтность рыб второй экологической группы все же имеет ограничения по температуре и глубинам. В случае подъема верхней границы ЗКМ и выхода ее на шельф из-за глобального потепления расселению рыб второй экологической группы на шельф будут препятствовать более высокие, чем на материковом склоне, температуры воды.

Вместе с тем экологическая пластичность многих видов рыб до настоящего времени изучена слабо. Как сообщает Munday (2014), недавние эксперименты показали, что некоторые морские холодолюбивые виды способны акклиматизироваться в теплые и более кислые среды, сохраняя эту способность из поколения в поколение. Выявленная у некоторых видов рыб трансгенерационная пластичность может оказаться мощным механизмом, с помощью которого некоторые виды будут в состоянии приспособиться к прогнозируемому изменению климата, в том числе и к расширению ЗКМ [116].

Очевидно, в условиях развития научного интереса к теме глобального потепления и его последствиям, включая снижения концентрации растворенного кислорода при повышении температуры поверхностных вод, следует ожидать все более пристального внимания к вопросам населенности ЗКМ, а также к тем сторонам биологии рыб и других активных гидробионтов, которые постоянно или временно распределяются в ЗКМ с предельно низкими концентрациями растворенного кислорода [78].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промысловые скопления рыб в ЗКМ северо-западной части Аравийского моря впервые были обнаружены в советских рыбохозяйственных экспедициях в 1961 г. и регулярно обследовались до начала 1990-х годов. Из материалов экспедиции на НИС СРТМК «Николай Решетняк» (1984-1985 гг.), выполнившей мониторинговую многовидовую траловую съемку в северо-западной части Аравийского моря в водах Йемена, следует, что прибрежные прогретые, обогащенные кислородом воды шельфа, а также холодные воды материкового склона с предельно низкими концентрациями кислорода (ЗКМ) плотно населены многими десятками видов демерсальных и пелагических рыб. Тепло- и оксифильные рыбы шельфа включены в первую экологическую группу стенобионтных видов, требующих высоких температур и высоких концентраций кислорода. Рыбы-эврибионты, населяющие ЗКМ материкового склона, включены во вторую экологическую группу. Некоторые из них (масляная рыба *P. suapea*) образуют в ЗКМ скопления промыслового характера. Выделены некоторые особенности биологии и поведения, общие для рыб, населяющих или посещающих ЗКМ в этом регионе.

– Концентрация рыб-мигрантов в ЗКМ материкового склона северо-западной части Аравийского моря в зимний период происходит у нижней границы подповерхностной водной массы пониженной солености, отделяющей ее от более соленых глубинных вод Красного моря (250-500 м). Днем здесь концентрируются представители ЗРС: сальпы, эуфаузииды, миктофиды – кормовые объекты рыб материкового склона и рыб-мигрантов.

– Все рыбы второй экологической группы, постоянно обитающие в ЗКМ или совершающие в ЗКМ миграции трофического характера на период до полусуток, интенсивно питаются белковой пищей, являясь хищниками высоких трофических уровней.

– У рыб-мигрантов и у многих постоянных обитателей ЗКМ развитие икры и ранние стадии онтогенеза проходят в эпипелагиали, в водах с высоким содержанием кислорода.

– Бросовый характер плавания масляной рыбы *P. suapea* в ЗКМ, возможно, указывает на периодическое использование рыбами энергии анаэробного метаболизма.

Обнаруженные в 1984-1985 гг. на материковом склоне северо-западной части Аравийского моря придонные скопления такого высокоподвижного пелагического вида, как южная скумбрия (*S. australasicus*), в водах с жестким дефицитом кислорода (0,15-0,17 мл/л, глубины 230-300 м) носили трофический характер, скумбрия активно питалась объектами ЗРС. Это свидетельствует о наличии у южной скумбрии уникальной способности вести активную жизнь в водах с высокими и предельно низкими концентрациями кислорода, но расходится с экспериментальными данными, которые показывают, что пороговые (вызывающие патологию и гибель) показатели содержания кислорода для большинства пелагических видов находятся на уровне 1,0-1,4 мл/л, для донных морских рыб – на уровне 0,6 мл/л [9, 119, 138]. Можно предположить, что фактически ЗКМ – экологическая ниша для таких высокочисленных и малоподвижных рыб-мигрантов, как масляная рыба *P. suapea*, или таких активных пловцов, как южная скумбрия *S. australasicus*. Их широкие адаптивные возможности позволяют им в дневное время активно и безопасно питаться объектами ЗРС в зоне жесткого дефицита кислорода, так как крупные эпипелагические хищники избегают попадания в эту зону.

Донные и придонные виды рыб, которые, в соответствии с результатами траловой съемки, постоянно населяют ЗКМ материкового склона, очевидно, обладая широкими адаптивными способностями, живут и развиваются как в ЗКМ, так и в водах с высоким содержанием растворенного кислорода. Крайне низкие концентрации кислорода не препятствуют этим видам реализовывать основную часть жизненного этапа в этих условиях.

Наиболее важными результатами исследований населенности ЗКМ материкового склона Южной Аравии и северной части Тихого океана являются полученные выводы о том, что ЗКМ материкового склона населена теми же видами рыб, которые населяют материковый склон многих других районов океана за пределами ЗКМ. Все массовые виды, обнаруженные в ЗКМ, которые постоянно населяют ЗКМ или активно питаются в этих водах в ходе суточных вертикальных миграций, не являются специфическими видами для этой зоны. Распределение этих рыб связано с предпочтительными температурами или глубинами, а не с концентрацией кислорода.

Поэтому, в случае предполагаемого увеличения толщины ЗКМ, вызванного глобальным потеплением, и подъема верхней границы ЗКМ на меньшие глубины, генетически адаптированные к экстремально низким концентрациям кислорода, но стенотермные рыбы материкового склона смогут распределяться только в той части ЗКМ, в которой существует благоприятный температурный режим. Но такие эвритеческие рыбы-мигранты, как южная скумбрия, способные в ходе суточных вертикальных миграций до полусуток находиться и активно питаться в ЗКМ, в случае предполагаемого долговременного увеличения толщины ЗКМ, вызванного глобальным потеплением, в поисках кормовых объектов смогут распределяться во всей ЗКМ, независимо от температурного режима. Таким образом, некоторые ЗКМ Мирового океана, очевидно, можно рассматривать как своеобразные экосистемы, изолированные низкими концентрациями кислорода от более требовательных к кислороду видов.

Очевидно, многие виды демерсальных и пелагических рыб, обитающих на материковом склоне, изначально обладают высокими способностями к жизни и развитию в условиях крайне низких концентраций кислорода и располагают повышенным потенциалом для извлечения из морской воды кислорода, даже при крайне малых его концентрациях.

Следует предположить, что рост общего внимания к проблемам жизни океанической биоты в условиях глобального потепления повысит интерес к изучению вопросов населения ЗКМ и природных адаптивных способностей рыб в природных условиях [113]. Дальнейшие исследования устойчивости экосистем, включающих ЗКМ, особенно в случаях промыслового использования населяющих их видов, помогут предсказать последствия изменения климата для океанической биоты.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую признательность и благодарность Н.П. Новикову, С.И. Усачеву, С.Т. Ребику, Ю.В. Корзуну и В.В. Парамонову за аналитическую помощь, обсуждение и комментарии, которые улучшили данное сообщение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева А.Ю., Солдатов А.А. 2013. Влияние гипоксии на функциональное состояние ядерных эритроцитов морских рыб (эксперименты *in vitro*) // Доповіді НАН України. № 12. С. 139-143.
2. Берлинский Н.А., Дыханов Ю.М. 1991. К вопросу о формировании придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря. // Экология моря. Вып. 38. С. 11-15.
3. Берлинский Н.А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. 2003. Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря // Экология моря. Вып. 63. С. 17-22.
4. Бондаренко Л.В., Кузьминова Н.С. 2006. О степени развития дыхательной поверхности жабр у рыб, относящихся к разным экологическим группам // Рыбное хозяйство Украины. № 5-6. С. 52-54.
5. Будниченко В.А., Троценко Б.Г., Кухарев Н.Н., Пинчуков М.А. 1993. Сырьевые ресурсы экономзоны Индостана и возможности ведения промысла крупнотоннажным флотом Украины // Основные результаты комплексных исследований ЮГНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане : Сб. трудов. Керчь: ЮГНИРО. Т. 39. С. 99-103.
6. Дегтярев А.Х., Еремеева Л.В. 1991. Взаимосвязь полей кислорода и сероводорода в Черном море. Севастополь: МГИ. 21 с.
7. Демидов В. Ф. 1978. Формирование экологических групп фауны демерсальных рыб в системе Аравийского апвеллинга. // Тез. докл II Всес. конф. по биол. шельфа. К.: Наукова думка. Ч. 1. С. 35-36.
8. Корзун Ю.В., Несис К.Н., Нигматуллин Ч.М., Остапенко А.А., Пинчуков М.А. 1979. Новые данные о распространении кальмаров семейства Ommastrephidae в Мировом океане. Океанология. № 4. С. 707-711.
9. Кляшторин Л.Б. 1982. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. М.: Легкая и пищевая пром-ть. 168 с.
10. Кракатица В. В. 1975. Размножение и развитие основных промысловых и массовых рыб Аденского залива (Индийский океан). Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. кандидата биол. наук. Севастополь: ИНБЮМ. 28 с.

11. Кракатица В.В. 1978. Влияние сгонных процессов на распределение ихтиопланктона в районе северо-западного шельфа Аденского залива (Индийский океан) // II Всесоюзная конференция по биологии шельфа : Тезисы докладов. Севастополь. С. 52-53.
12. Кухарев Н.Н. 1985. Некоторые черты биологии индийского псенопса *Psenopsis cyanaea*, Alcock, 1890, (Perciformes, Centrolophidae), обитающего в шельфовых водах Народной Демократической Республики Йемен // Сырьевые ресурсы северо-запад. части Индийского океана : Сборник. М.: ВНИРО. С. 61-72.
13. Кухарев Н.Н., Ребик С.Т., Пинчуков М.А., Исаенко Л.А. 1993. Морские ресурсы Йеменской Республики и перспективы лицензионного промысла // Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане : Сб. трудов. Т. 39. Керчь: ЮгНИРО. С. 108-113.
14. Кухарев Н.Н., Ребик С.Т. 1986. К вопросу о толерантности некоторых морских рыб, обитающих в зоне Аравийского апвеллинга, к низким концентрациям растворенного кислорода // Тез. докл. Всес. конф. Энергетический обмен рыб. г. Сузdalь. М.: ЦНИИТЭИРХ. С. 30. 41.
15. Кушинг Д.Х. 1979. Морская экология и рыболовство. М.: Пищ. пром-ть. С. 288.
16. Лукьяненко В.И. 1987. Ихиологические аспекты ихтиотоксикологии. М.: Агропромиздат. 240 с.
17. Максимов В.П. 1976. Запасы и промысел хека в Юго-Восточной Атлантике // Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. М.: ЦНИИТЭИРХ. Серия 1. Вып. 6. С. 4-12.
18. Моисеев П.А. 1969. Биологические ресурсы Мирового океана. М.: Пищепром. 340 с.
19. Моисеева Л.Б., Кухарев Н.Н. 1992. Развитие яичников индийского псенопса *Psenopsis cyanaea* (Centrolophidae). Оогенез и его периодизация // Вопросы ихтиологии. Т. 32. Вып. 5. С. 132-143.
20. Моисеева Л.Б., Кухарев Н.Н. 1992. Развитие яичников индийского псенопса *Psenopsis cyanaea* (Centrolophidae). Стадии зрелости гонад и особенности формирования и расходования годичного фонда половых клеток // Вопросы ихтиологии. Т. 32. Вып. 6. С. 90-101.
21. Муромцев А.М. 1959. Основные черты гидрологии Индийского океана. Л.: Гидрометиздат. 435 с.
22. Никольский Г.В. 1961. Экология рыб. М.: Высшая школа. 269 с.
23. Новиков Н.П. 1974. Географическое распространение некоторых рыб батиали в северной части Индийского океана // Тр. ВНИРО. М.: Пищепром. Т. 46. С. 76-79.
24. Новиков Н.П. 1974. Промыловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищепром. 308 с.
25. Новиков Н.П. 1975. О перспективах промысла в водах материкового склона Аравийского моря // Сырьевые ресурсы Индийского океана, их освоение и использование : Сб. трудов. М.: ВНИРО. С. 115-123.
26. Парин Н.В. 1988. Рыбы открытого океана / Отв. ред. и авт. предисл. А. П. Андрияшев. М.: Наука. С. 272.
27. Пинчуков М.А. 1993. Онтогенетические вертикальные перемещения пурпурного кальмара и его связь с дном // Тезисы докладов IX конференции по промысловый океанологии. М.: ВНИРО. С. 68-69.
28. Пинчуков М.А., Тимофеев В.В. 1998. Краткий обзор основных результатов исследований ЮгНИРО промысловых беспозвоночных в Индийском океане // Труды ЮгНИРО. Керчь: ЮгНИРО. Т. 44. С. 139-147.
29. Порецев П.И. 1985. Сырьевая база рыб в шельфовых водах Омана // Сырьевые ресурсы Юго-Западной части Индийского океана : Сб. трудов. М.: ВНИРО. С. 90-98.
30. Подосинников А.Ю. 1985. Размножение и развитие индийского псенопса *Psenopsis cyanaea* (Alcock, 1890), CENTROLOPHIDAE // Сырьевые ресурсы северо-западной части Индийского океана : Сб. трудов. М.: ВНИРО. С. 72-75.
31. Полякова А.В. 1979. О слое кислородного минимума в Аравийском море // Комплексные исследования природы океана : Сб. трудов. М.: МГУ. Вып. 6. С. 154-162.
32. Помазанова Н.П. 1974. О глубине залегания верхней границы слоя дефицита кислорода в северной части Индийского океана // Рыбохозяйственные исследования в Индийском океане : Сб. трудов. М.: Пищепром. С. 10-15.
33. Ребик С.Т. 2015. Возраст и темп роста австралийской скумбрии (*Scomber australasicus* Cuvier, 1831) в Аденском заливе // В печати.
34. Рожков Е.Г., Левитский В.Н., Пиотровский А.С. 1975. Особенности распределения масляной рыбы *Psenopsis cyanaea* (Alcock, Centrolophidae) в районе Омана и Бенгальском заливе // Сырьевые ресурсы Индийского океана, их освоение и использование : Сб. трудов. М.: ВНИРО. С. 81-84.
35. Серый В.В. 1968. Особенности сезонной изменчивости гидрологических условий в Аденском заливе // Тр. ВНИРО. Т. 64. М.: Пищепром. С. 117-129.
36. Серый В.В., Химица В.А. 1963. К гидрологии и гидрохимии Аденского залива и Аравийского моря // Океанология. № 6.

37. Солдатов А.А. 2011. Сравнительная оценка толерантности к гипоксии массовых представителей ихтиофауны северо-западного региона Черного моря // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Ред. В.Н. Еремеев, А.В. Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородня; НАН Украины, ИнБЮМ НАН Украины. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. С. 322-328.
38. Строгонов А.А., Виноградов М.Е. 1983. Синоптические и сезонные флюктуации экосистем пелагиали на шельфе северо-западной Африки // Биопродуктивность экосистем апвеллингов : Сб. трудов. М.: ИОАН СССР. С. 169-178.
39. Фащук Д.Я. 1995. Сероводородная зона северо-западного шельфа Черного моря: природа, причины возникновения, механизмы динамики // Водные ресурсы. Т. 22. № 5. С. 568-585.
40. Химица В.А. 1968. О вертикальном и горизонтальном распределении кислорода у западного побережья Индостана в период северо-восточного муссона // Тр. ВНИРО. М.: Пищепром. Т. 64. С. 162-180.
41. Хуторной С.А. 2006. Рыбы прибрежной зоны // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. К.: Наукова думка. С. 309-314.
42. Шапоренко С.И. 2000. Анаэробный слой гидросферы; концепции выделения и закономерности существования // Известия АН. Сер. Геогр. № 4. С. 19-28.
43. Шапоренко С.И. 2010. Экстремальные концентрации кислорода в водоемах и определяющие их факторы // Экстремальные гидрологические ситуации. М.: Медиа-ПРЕСС. С. 407-439.
44. Шубников Д.А., Токарева Г.И. 1971. Материалы по сырьевой базе рыболовства шельфа полуострова Индостан // Тр. ВНИРО. Т. LXXII. С. 84-95.
45. Шульман Г.Е., Столбов А.Я., Ставицкая Е.Н. 1996. Метаболическая стратегия адаптации гидробионтов к низкому содержанию кислорода // Тез. докл. на XXXI Европейском симп. по морской биологии. С.-Пб. 73 с.
46. Янгулов К. П. 1968. Видовой состав уловов в западной части Индийского океана // Тр. ВНИРО. Т. 64. Тр. АзЧерНИРО. Т. 28. С. 282-299.
47. Abdussamad, E.M. and Achayya, P. 1999. Occurrence of Indian Ruff, *Psenopsis cyanea* in shallow waters along Kakinada coast, an indication of upwelling // Technical Report. CMFRI, Kochi. /eprints.cmfri.org.in/4160/1/Article_10.pdf.
48. Alegre Ana, Frederic Menard, Ricardo Tafur, Pepe Espinoza, Juan Arguelles, Victor Maehara, Oswaldo Flores, Monique Simier, Arnaud Bertrand. 2014. Comprehensive model of jumbo squid *Dosidicus gigas* trophic ecology in the Northern Humboldt Current System // Plos One. 9.1.
49. Al Sakaff, H. and M. Esseen. 1999. Occurrence and distribution of fish species off Yemen (Gulf of Aden and Arabian Sea) // Naga ICLARM Q. 22(1). Pp. 43-47.
50. Altieri Andrew H. and Keryn B. Gedan. 2015. Climate change and dead zones // Global Change Biology. April, 2015. Vol. 21. Issue 4. Pp. 1395-1406.
51. Ashjian Carin J., Sharon L. Smith, Charles N. Flagg, Nasseer Idrisi. 2002. Distribution, annual cycle, and vertical migration of acoustically derived biomass in the Arabian Sea during 1994-1995 // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. Vol. 49. Issue 12. Pp. 2377-2402.
52. Bagarinao, T. and Vetter, R.D. 1989. Sulfide tolerance and detoxification in shallow-water marine fishes // Mar. Biol. 103. Pp. 251-262.
53. Baker Erin A., Bruce B. Collette. 1997. Mackerel from the northern Indian Ocean and the Red Sea are *Scomber australasicus*, not *Scomber japonicas* // Ichtyol. Research. 45 (1). Pp. 29-33.
54. Bakun A., Black B.A., Bograd S.J., Garcia-Reyes M., Miller A.J., Rykaczewski R.R., Sydeman W.J. 2015. Anticipated effects of climate change on coastal upwelling ecosystems // Current Climate Change Reports June 2015. Vol. 1. Issue 2. Pp. 85-93.
55. Banse K.S., Naqvi W.A., Narvekar P.V., Postel J.R., and Jayakumar D.A. 2014. Oxygen minimum zone of the open Arabian Sea: variability of oxygen and nitrite from daily to decadal timescales // Biogeosciences, 11, 2237-2261, 2014 www.biogeosciences.net/11/2237/2014/ doi:10.5194/bg-11-2237-2014.
56. Barber Richard T., John Marra, Robert C. Bidigare, Louis A. Codispoti, David Halpern, Zackary Johnson, Mikel Latasa, Ralf Goericke, Sharon L. Smith. 2001. Primary productivity and its regulation in the Arabian Sea during 1995 // Deep-Sea Research II 48 (2001) 1127-1172.
57. Bertrand Arnaud, Michael Ballon, Alexis Chaigneau. 2010. Acoustic observation of living organisms reveals the upper limit of the Oxygen Minimum Zone // DOI: 10.1371/ http://journals.plos.org/plosone/journal.pone.0010330journal.pone.0010330. Published: April 30, 2010.

58. Bertrand A, Chaigneau A, Peralta S, Ledesma J, Graco M, Monetti F, Chavez. 2011. Oxygen: a fundamental property regulating pelagic ecosystem structure in the coastal southeastern tropical Pacific // PLoS One. 6(12):e29558. doi: 10.1371/journal.pone.0029558. Epub 2011, Dec 28.
59. Booth J.A.T., Woodson C.B., Sutula M., Micheli F., Weisberg S.B., Bograd S.J., Steele A., Schoen J., and Crowder L.B. 2014. Patterns and potential drivers of declining oxygen content along the southern California coast // Limnol. Oceanogr. 59(4), 2014, 1127-1138 E 2014, by the Association for the Sciences of Limnology and Oceanography, Inc. doi:10.4319/lo.2014.59.4.1127.
60. Breitburg Denise L., Darryl W. Hordorp, Lori A. Davias, and Robert J. Diaz. 2009. Hypoxia, nitrogen, and fisheries: integrating effects across local and global landscapes // Annual Review of Marine Science, Vol. 1. Pp. 329-349 (Volume publication date January 2009) DOI: 10.1146/annurev.marine.010908.163754.
61. Breitburg Denise. 2002. Effects of hypoxia, and the balance between hypoxia and enrichment, on coastal fishes and fisheries // Estuaries. Vol. 25. Issue 4. Pp. 767-781.
62. Butler Mari, Stephen M. Bollens, Brenda Burkhalter, Laurence P. Madin, Erich Horgan. 2001. Mesopelagic fishes of the Arabian Sea: distribution, abundance and diet of *Chauliodus pammelas*, *Chauliodus sloani*, *Stomias aznis*, and *Stomias nebulosus* // Deep-Sea Research II 48 (2001) 1369} 1383.
63. Carney Robert S. 2005. Zonation of deep biota on continental margins // Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 43. Pp. 211-278.
64. Cheung William W.L, Vicky W.Y. Lam, Jorge L. Sarmiento, Kelly Kearney , Reg Watson & Daniel Pauly. 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios // FISH and FISHERIES. 10. Pp. 235-251.
65. Childress James J and Brad A. Seibel. 1998. Life at stable low oxygen levels: Adaptations of animals to oceanic oxygen minimum layers // The Journal of Experimental Biology 201, 1223-1232 (1998) 1223 Printed in Great Britain. The Company of Biologists Limited 1998 JEB1399.
66. Cowie, Greg. 2005. The biogeochemistry of Arabian Sea surficial sediments: A review of recent studies // Progress in Oceanography [Prog. Oceanogr.]. Vol. 65. № 2-4. Pp. 260-289.
67. Cunha Bastos V. L. F., Salles J. B., Valente R. H., Leon I. R., Perales J., et al. 2007. Cytosolic glutathione peroxidase from liver of pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a hypoxia-tolerant fish of the Pantanal // Biochimie. 89 (11) doi:10.1016/j.biochi.2007.04.003.
68. De Sousa S. N., M. Dileep Kumar, S. Sardessai, V. V. S. S. Sarma and P.V. Shirodkar. 1996. Seasonal variability in oxygen and nutrients in the central and eastern Arabian Sea // Current science. Vol. 71. № 11. Pp. 847-851.
69. Del Solar, E. 1968. La Merluza, *Merluccius gayi* peruanus (Guichenot). Como indicador de la riqueza biotica de la plataforma continental del norte del Peru // Publicacion Auspiciada por la SNP, Lima-Peru. 32.
70. Diaz R.J. 2001. Overview of hypoxia around the world // J Environ Qual. 2001 Mar-Apr; 30(2). Pp. 275-81.
71. Diaz, R.J. and R. Rosenberg. 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems // Science 321. Pp. 926-928.
72. Dietrich G. 1973. The unique situation in the environment of the Indian Ocean // The Biology of the Indian Ocean. Ecological Studies. Vol. 3. Pp. 1-64.
73. Dong, Y. and Somero G.N. 2008. Temperature adaptation of cytosolic malate dehydrogenases of limpets (genus *Lottia*): differences in stability and function due to minor changes in sequence correlate with biogeographic and vertical distributions // Journal of Experimental Biology. 212. Pp. 169-177.
74. Ekau W. H. Auel, H.-O. Portner, and D. Gilbert. 2010. Impacts of hypoxia on the structure and processes in pelagic communities // Biogeosciences, 7. Pp. 1669-1699. www.biogeosciences.net/7/1669/2010/doi:10.5194/bg-7-1669-2010.
75. Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication // www.fishbase.org, version (02/2015).
76. Garcia, H.E., R.A. Locarnini, T.P. Boyer, and J.I. Antonov. 2006. World Ocean Atlas 2005. Dissolved oxygen, apparent oxygen utilization, and oxygen saturation. S. Levitus, Ed. NOAA Atlas NESDIS 63, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. Vol. 3. 342 pp.
77. Gerson Vijay John, Madhu N. V., Jyothibabu R., Balachandran K. K., Maheswari Nair & Revichandran C. 2014. Oscillating environmental responses of the eastern Arabian Sea // Indian Journal of Geo-Marine Sciences. January 2014. Vol. 43(1). Pp. 67-75.
78. Gilbert D. N. N., Rabalais R. J. D'iaz , and J. Zhang. 2010. Evidence for greater oxygen decline rates in the coastal ocean than in the open ocean // Biogeosciences, 7. Pp. 2283-2296. www.biogeosciences.net/7/2283/2010/.

79. *Gilly William F., J. Michael Beman, Steven Y. Litvin, and Bruce H. Robison.* 2013. Oceanographic and biological effects of shoaling of the Oxygen Minimum Zone // *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2013. 5. Pp. 393-420.
80. *Gjoesaeter,-J.* 1981. Abundance and production of lanternfish (Mycophidae) in the Western and Northern Arabian Sea // *FISKERIDIR.-SKR.-HAVUNDERS.* Vol. 17. № 6. Pp. 215-251.
81. *Gnanadesikan A., J.P. Dunne, J. Johna.* 2012. Understanding why the volume of suboxic waters does not increase over centuries of global warming in an Earth System Model // *Biogeosciences*, 9 (2012). Pp. 1159-1172. <http://dx.doi.org/10.5194/bg-9-1159-2012>.
82. *Hamukuaya, H., O'Toole M.J., Woodhead, P.M.J.* 1998. Observations of severe hypoxia and offshore displacements of Cape Hake over the Namibian Shelf in 1994 // *South African Journal of Marine Science* 19. Pp. 57-59.
83. *Helly John J., Lisa A. Levin.* 2004. Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins // *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers.* Vol. 51. Issue 9. Pp. 1159-1168.
84. *Hendy, I. L., T. F. Pedersen.* 2006. Oxygen minimum zone expansion in the eastern tropical North Pacific during deglaciation. Vol. 33. Issue 20.
85. *Herring P.J., M.J.R. Fasham, A.R. Weeks, J.C.P. Hemmings, H.S.J. Roe, P.R. Pugh, S. Holley, N.A. Crisp, M.V. Angel.* 1994. Across-slope relations between the biological populations, the euphotic zone and the oxygen minimum layer off the coast of Oman during the southwest monsoon (August, 1994) // *Progress in Oceanography.* Vol. 41. Issue 1. January, 1998. Pp. 69-109.
86. *Hochacka P.W., Somero G.N.* 1984. Strategies of biochemical adaptation // W.B. Saunders Company. Philadelphia. 550 pp.
87. *Hochachka P.W.* 1986. Defence strategies against hypoxia and hypothermia // *Science.* Vol. 231. Pp. 234-241.
88. *Howell Penelope, David Simpson.* 1994. Abundance of marine resources in relation to dissolved oxygen in Long Island Sound // *Estuaries*, June 1994. Vol. 17. Issue 2. Pp. 394-402.
89. *Hughes G.M.* 1973. Respiratory responses to hypoxia in fish // *Am. Zool.* 1973. 13. Pp. 475-489.
90. *Hunter William R.; Kasumaza Oguri; Hiroshi Kitazato; Zakir A. Ansari; Ursula W.* 2011. Epi-benthic megafaunal zonation across an oxygen minimum zone at the Indian continental margin // *Deep-Sea Res. (I: Oceanogr. Res. Pap.)*: 58(6). Pp. 699-710.
91. *Johannesson,-K.A.* 1995. Assessment of major marine fish stocks of demersal, small pelagic and mesopelagic species. Oman. RV/Rastrelliger acoustic and trawling survey results (November 1989-November 1990) // FAO/UNDP Proj. for Fisheries Resources Assessment Survey, Muscat (Oman) ROME-ITALY FAO. 226 pp.
92. *Joydas Thadickal V. & Rayaroth Damodaran.* 2014. Infaunal macrobenthos of the oxygen minimum zone on the Indian western continental shelf // *Marine Ecology.* March, 2014. Vol. 35. Issue 1. Pp. 22-35.
93. *Kaartvedt Stein, Anders Rostad, Thor A. Klevjer.* 2009. Sprat *Sprattus sprattus* can exploit low oxygen waters for overwintering // Online publication date: September 18, 2009. MEPS Vol. 390. Pp. 237-249.
94. *Kalvelage Tim, Gaute Lavik, Phyllis Lam, Sergio Contreras, Lionel Arteaga, Carolin R. Loscher, Andreas Oschlies, Aurelien Paulmier, Lothar Stramma & Marcel M. M. Kuypers.* 2013. Nitrogen cycling driven by organic matter export in the South Pacific oxygen minimum zone // *Nature Geoscience*, 6. Pp. 228-234. doi:10.1038/ngeo1739.
95. *Kamykowski D.Z., S.J. Zentara.* 1990. Hypoxia in the World Ocean as recorded in the historical dataset Deep Sea Research Part I: *Oceanographic Research Papers*, 37. Pp. 1861-1874.
96. *Karstensen Johannes, Lothar Stramma, Martin Visbeck.* 2008. Oxygen minimum zones in the eastern tropical Atlantic and Pacific Oceans // *Progress in Oceanography.* Vol. 77. Issue 4. June 2008. Pp. 331-350.
97. *Karuppasamy P K, K R Muraleedharan, P K Dineshkumar & M Nair.* 2010. Distribution of mesopelagic micronekton in the Arabian Sea during the winter monsoon // *Indian Journal of Marine Sciences.* Vol. 39 (2). June 2010. Pp. 227-237.
98. *Keller Aimee A., Lorenzo Ciannelli, W. Waldo Wakefield, Victor Simon, John A. Barth and Stephen D. Pierce.* 2015. Occurrence of demersal fishes in relation to near-bottom oxygen levels within the California Current large marine ecosystem // *Fisheries Oceanography.* March, 2015. Vol. 24. Issue 2. Pp. 162-176.
99. *Keeling R.F., Kortzinger A., Gruber N.* 2010. Ocean deoxygenation in a warming world. *Ann Rev Mar Sci* 2. Pp. 199-299.
100. *Keeling, R.F., Garcia, H.E.* 2002. The change in oceanic O₂ inventory associated with recent global warming // *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99. Pp. 7848-7853.
101. *Kukharev N.N., Rebik S.T., Usachev S.I., Isaenko L.A.* 1993. Productional potential of Arabian upwelling zone and perspectives of its utilization // *Biogeochemical processes in the Arabian Sea.* U.S.-C.I.S. Arabian Sea workshop Sevastopol, Crimea, Ukraine. Pp. 205-206.

102. Kukcharev N.N. 1993. The problem of energetic base for schooled pelagic and demersal fishes inhabiting hypoxia zones // Biogeochemical processes in the Arabian Sea. U.S.-C.I.S. Arabian Sea workshop Sevastopol, Crimea, Ukraine. P. 208.
103. Kuharev N. 1998. Extraordinary oxygen regime as a phenomenon of the Arabian upwelling: Life and concentrations of fish in the hypoxic zone – rule or exception? // Int. Conf. the Paradi Assoc. and the Fish. Soc. of Africa, Grahamstown (South Africa), 13-18 Sept. 1998. Abstracts. P. 299.
104. Kunzmann, A. 2011. Hypoxia avoidance behaviour in the Cape silverside, *Atherina breviceps* (and preliminary results on *Trachurus* spec.). BCC 2nd Annual Science Forum of the Benguela Current Commission, Swakopmund, Namibia, 11-13 October (oral presentation).
105. Kunzmann, A., Buchholz, F. 2008. On respiration physiology of fish larvae and krill from the Benguela System. Eastern Boundary Upwelling Ecosystems Symposium, Las Palmas, 2-6 June (oral presentation).
106. Levin Lisa A. 2003. Oxygen minimum zone benthos: adaptation and community response to hypoxia // Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 2003. 41. Pp. 1-45.
107. Levin,-L.A.; Gage,-J.D.; Martin,-C.; Lamont,-P.A. 2000. Macrofaunal community structure within and beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. Deep-Sea-Research-Part-2,-Topical-Studies-in-Oceanography [Deep-Sea-Res-2-Top-Stud-Oceanogr]. Vol. 47. № 1-2. Pp. 189-226.
108. Maas Amy E., Sarah L. Frazar, Dawn M. Outram, Brad A. Seibel and Karen F. Wishner. 2014. Fine-scale vertical distribution of macroplankton and microneuston in the Eastern Tropical North Pacific in association with an oxygen minimum zone // Oxford Journals Science & Mathematics Journal of Plankton Research. Vol. 36. Issue 6. Pp. 1557-1575.
109. Madhupratap, M.; Gopalakrishnan, T.C.; Haridas, P.; Nair, K.K.C. 2001. Mesozooplankton biomass, composition and distribution in the Arabian Sea during the Fall Intermonsoon: implications of oxygen gradients // Deep-Sea Research (Part II, Topical Studies in Oceanography) [Deep-Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.)]. Vol. 48. № 6-7. Pp. 1345-1368.
110. Mandic Milica, Anne E. Todgham and Jeffrey G. Richards. 2008. Mechanisms and evolution of hypoxia tolerance in fish // Proc. Biol. Sci. 2009 Feb 22. 276 (1657). Pp. 735-744. Published online 2008 Nov 7.
111. Matear R.J., Hirst A.C. 2003. Long-term changes in dissolved oxygen concentrations in the ocean caused by protracted global warming // Global Biogeochemical Cycles. Vol. 17. № 4. P. 1125. doi:10.1029/2002GB001997.
112. McCreary Jr., Julian P., Zuojun Yu, Raleigh R. Hood, P.N. Vinayachandran, Ryo Furue, Akio Ishida, Kelvin J. Richards. 2013. Dynamics of the Indian-Ocean oxygen minimum zones // Progress in Oceanography. Vol. 112-113. May-June, 2013. Pp. 15-37.
113. Mora Camilo, Chih-Lin Wei, Audrey Rollo, Teresa Amaro, Amy R. Baco, David Bilkett, Laurent Bopp, Qi Chen, Mark Collier, Roberto Danovaro, Andrew J. Gooday, Benjamin M. Gruber, Paul R. Halloran, Jeroen Ingels, Daniel O. B. Jones, Lisa A. Levin, Hideyuki Nakano, Karl Norling, Eva Ramirez-Llodra, Michael Rex, Henry A. Ruhl, Craig R. Smith, Andrew K. Sweetman, Andrew R. Thurber, Jerry F. Tjiputra, Paolo Usseglio, Les Watling, Tongwen Wu, and Moriaki Yasuhara. 2013. Biotic and human vulnerability to projected changes in ocean biogeochemistry over the 21st century // PLoS Biol. 2013 Oct. 11(10): e1001682.
114. Morrison J.M., L.A. Codispoti, Sharon L. Smith, Karen Wishner, Charles Flagg, Wilford D. Gardner, Steve Gaurin, S.W.A. Naqvi, Vijayakumar Manghnani, Linda Prospero, Jan S. Gundersen. 1999. The oxygen minimum zone in the Arabian Sea during 1995 // Deep-Sea Research II 46 (1999) 1903-1931.
115. Moffitt Sarah E., Tessa M. Hill, Peter D. Roopnarine, and James P. Kennett. 2015. Response of seafloor ecosystems to abrupt global climate change // PNAS April 14, 2015. Vol. 112. № 15. Pp. 4684-4689.
116. Munday Philip L. 2014. Transgenerational acclimation of fishes to climate change and ocean acidification // F1000prime reports, 2014; 6 doi: 10.12703. Pp. 6-99. <http://scicurve.com/paper/25580253>.
117. Naqvi S. W. A., Naik H., Pratihary A., D'Souza W., Narvekar P.V., Jayakumar D.A., Devol A.H., Yoshinari T., and Saino T. 2006. Coastal versus open-ocean denitrification in the Arabian Sea // Biogeosciences, 3. Pp. 621-633. www.biogeosciences.net/3/621/2006/.
118. Olson, D.B., Hitchcock, G.L., Fine, R.A. and Warren, B.A. 1993. Maintenance of the low-oxygen layer in the central Arabian Sea. Deep-Sea Res. II 40. Pp. 673-685.
119. Plante, S., Chabot, D. and Dutil, J.-D. 1998. Hypoxia tolerance in Atlantic cod // Journal of Fish Biology. Vol. 53. Issue 6. Pp. 1342-1356. December, 1998. Article first published online: 1 APR 2005. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00253.
120. Paulmier A., Ruiz-Pino D. 2009. Oxygen minimum zones (OMZs) in the modern ocean // Prog. Oceanogr. 80. Pp. 113-128.

121. *Pierce Stephen D., John A. Barth, R. Kipp Shearman, and Anatoli Y. Erofeev.* 2012. Declining oxygen in the Northeast Pacific // *J. Phys. Oceanogr.* 42. Pp. 495-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JPO-D-11-0170.1>.
122. *Piontovski Sergey A. and Hamed S. Al-Oufi.* 2014. Oxygen Minimum Zone and fish landings along the Omani Shelf // *Journal of Fisheries and Aquatic Science.* 9. Pp. 294-310.
123. *Prince Eric D. and C. Phillip Goodey.* 2006. Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fishes // *Fisheries Oceanography.* Vol. 15. Issue 6. Pp. 451-464. November, 2006.
124. *Rabalais N.N., Diaz R.J., Levin L.A., Turner R.E., Gilbert D. and Zhang J.* 2010. Dynamics and distribution of natural and human-caused hypoxia // *Biogeosciences,* 7. Pp. 585-619. www.biogeosciences.net/7/585/2010/.
125. *Rai Ajai K. and Das S.S.* 2011. Late Quaternary changes in surface productivity and oxygen minimum zone (OMZ) in the northwestern Arabian Sea: Micropaleontologic and sedimentary record at ODP site 728A // *Earth Syst. Sci.* 120. № 1. February, 2011. Pp. 113-121.
126. *Rayea Gen Del, Kevin C. Wenig.* 2015. An aerobic scope-based habitat suitability index for predicting the effects of multi-dimensional climate change stressors // *Deep-Sea Research II* 113 (2015). Pp. 280-290.
127. *Reichart G.J., Lourens L.J., Zachariasse W.J.* 1998. Temporal variability in the northern Arabian Sea oxygen minimum zone (OMZ) during the last 225,000 years // *Paleoceanography.* Vol. 13. Issue 6. Pp. 607-621. December, 1998.
128. *Rebik S.T., Kukharev N.N.* 1998. Chub mackerel biology and stock assessment in the area of the Somali-Arabian upwelling // *African-Fishes-and-Fisheries-Diversity-and-Utilisation-Poissons-et-Peches-Africains-Diversite-et-Utilisation Coetzee,-L.-(ed.); Gon,-J.-(ed.); Kulongowski,-C.-(ed.) Grahamstown-South-Africa FISA; PARADI.* Pp. 163-164.
129. *Review of the state of world marine fishery resources.* 2011 // FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper № 569. Rome, FAO. 334 pp.
130. *Richards Jeffrey G.* 2009. Chapter 10 Metabolic and Molecular Responses of Fish to Hypoxia // *Fish Physiology, Hypoxia.* Vol. 27. Pp. 443-485.
131. *Richards Jeffrey G.* 2011. Behavioral and biochemical adaptations of intertidal fishes to hypoxia // *The Journal of Experimental Biology* 214. Pp. 191-199 © 2011.
132. *Rowe, G.T., Haedrich, R.L.* 1978. The biota and biological processes of the continental slope // *Geology of continental slopes / Doyle, L.J.; Pilkey, O.H. (eds.).*
133. *Setersdal, G., Bianchi, G., Stromme, T., Venema, S.C.* 1999. The DR. FRIDTJOF NANSEN Programme 1975-1993. Investigations of fishery resources in developing countries. History of the programme and review of results // FAO Fisheries Technical Paper. Rome, FAO. № 391. 434 p.
134. *Schneider and Bush-Brown.* 2003. How is deep ocean life affected by Oxygen Minimum Zones? // *Oxygen Minimum Zones. The Traprock.* December, 2003. Vol. 2. Pp. 19-23.
135. *Seibel Brad A.* 2011. Critical oxygen levels and metabolic suppression in oceanic oxygen minimum zones // *J Exp Biol.* 214. Pp. 326-336.
136. *Sivakami, S.; Vivekanandan, E.; Nammalwar, P.; Khan, M.F.; Zacharia, P.U.; Mohanraj, G.; Mathew, K.J.; Jayasankar, P.* 1995. The nonconventional finfish resources of the Indian EEZ // *Technological-advancements-in-fisheries-Proceedings-of-the-National-Symposium-on-Technological-Advancements-in-Fisheries-and-its-Impact-on-Rural-Development-held-at-Cochin-by-School-of-Industrial-Fisheries,-Cochin-university-of-Science-and-Technology-during-5-to-7.* Hameed, M.S. (ed.); Kurup, B.M. (ed.) Cochin-India CUSAT 1998. Pp. 243-255.
137. *Somero, G.N.* 2010. The physiology of climate change: how potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine 'winners' and 'losers'. *Journal of Experimental Biology.* 213. Pp. 912-920. [10.1242/jeb.037473](https://doi.org/10.1242/jeb.037473).
138. *Spicer John I.* 2014. What can an ecophysiological approach tell us about the physiological responses of marine invertebrates to hypoxia? // *J Exp Biol* 217. Pp. 46-56. doi: 10.1242/jeb.101242.
139. *Stewart Julia S., John C. Field, Unai Markaida, William F. Gilly.* 2013. Behavioral ecology of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in relation to oxygen minimum zones // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography.* 15 October, 2013. Vol. 95. Pp. 197-208.
140. *Stramma Lothar, Eric D. Prince, Sunke Schmidtko, Jiangang Luo, John P. Hoolihan, Martin Visbeck, Douglas W.R. Wallace, Peter Brandt & Arne Kortzinger.* 2012. Expansion of oxygen minimum zones may reduce available habitat for tropical pelagic fishes // *Nature Climate Change,* 2. Pp. 33-37 (2012). doi:10.1038/nclimate1304 Received 06 June 2011.
141. *Stramma Lothar, Sunke Schmidtko, Lisa A. Levin, Gregory C. Johnson.* 2010. Ocean oxygen minima expansions and their biological impacts // *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers.* April, 2010. Vol. 57. Issue 4. Pp. 587-595.

142. Torres Joseph J., Michelle D. Grigsby and M. Elizabeth Clarke. 2012. Aerobic and anaerobic metabolism in oxygen minimum layer fishes: the role of alcohol dehydrogenase // *J Exp Biol.* 215. Pp. 1905-1914. doi: 10.1242/jeb.060236.
143. Trushin Yu.K., Savich M.S., Kukharev N.N., Demidov V.F. 1993. Bio-oceanologic conditions of formation of Pacific mackerel accumulations in the Gulf of Aden // *Biogeochemical processes in the Arabian Sea. U.S.-C.I.S. Arabian Sea workshop Sevastopol, Crimea, Ukraine.* P. 207.
144. Vaquer-Sunyer Raquel and Carlos M. Duarte. 2010. Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality // *Limnol. Oceanogr.* 55(3). Pp. 1075-1082.
145. Venu S. Kurup B. M. 2002. Distribution and abundance of deep sea fishes along the west coast of India // [Fish. Technol. Soc. Fish. Technol. (India)]. Vol. 39. № 1. Pp. 20-26.
146. Venu S. 2001. Observations on the distribution, biology and length-weight relationship of deep sea fish *Psenopsis cyanea* (Family: Centrolophidae) in the depth 250-750 m along the EEZ of India // 6th Asian Fisheries Forum Book of Abstracts. P. 255.
147. Venu S., Kurup B.M. 2002. Distribution and biology of the deep sea fish *Psenopsis cyanea* (Alcock) inhabiting continental slope of the west coast of India // *Journal of the Marine Biological Association of India [J. Mar. Biol. Assoc. India]*. Vol. 44. № 1-2. Pp. 176-186.
148. Venu S. 2009. The systematics, distribution and bionomics of deep sea fishes beyond depth 200 m along the South West coast of India // Doctor of Philosophy School of Industrial Fisheries Cochin University of Science and Technology 682 016.
149. Whitney Frank A., Howard J. Freeland, Marie Robert. 2007. Persistently declining oxygen levels in the interior waters of the eastern subarctic Pacific // *Progress in Oceanography*. October, 2007. Vol. 75. Issue 2. Pp. 179-199.
150. Wright Jody J., Kishori M. Konwar & Steven J. Hallam. 2012. Microbial ecology of expanding oxygen minimum zones // *Nature Reviews Microbiology* 10. Pp. 381-394.
151. Wyrtki K. 1973 *Physical Oceanography of the Indian Ocean* // *The Biology of the Indian Ocean. Ecological Studies*. Vol. 3. Pp. 18-36.
152. Wyrtki Klaus. 1962. The oxygen minima in relation to ocean circulation // *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*. 1-2. January-February, 1962. Vol. 9. Issues Pp. 11-23.
153. Yang, T.H., Lai N.C., Graham J.B., Somero G.N. 1992. Respiratory, blood, and heart enzymatic adaptations of *Sebastolobus alascanus* (Scorpaenidae, Teleostei) to the Oxygen Minimum Zone – a Comparative Study // *Biological Bulletin*. 183. Pp. 490-499.
154. Zhu Chang-Dong, Zhen-Hua Wang, Biao Yan. 2013. Strategies for hypoxia adaptation in fish species: a review // *J Comp. Physiol.* DOI 10.1007/s00360-013-0762-3. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.

Поступила 30.05.15 г.

On fish aggregations in the oxygen minimum zone in the North-Western Arabian Sea (review).

N. N. Kukharev. *Findings on specificity and structure of the commercial fish species aggregations in the oxygen minimum zone (OMZ) on the continental slope of the North-Western Arabian Sea ($O_2 < 0.5$ ml/l) at the depths range from 150-200 to 500 m and deeper are presented. The data were collected during the Soviet scientific fishery expedition of AzCherNIRO (later on YugNIRO) on board the research vessel (medium fishing-freezing trawler) «Nikolay Reshetnyak», which was evaluating the biomass of demersal fish species in the North-Western Arabian Sea (Yemen waters) within the period from November, 1984 to May, 1985. The OMZ was previously considered a low population area. However, it is shown that the OMZ of the North-Western Arabian Sea is populated with many demersal fish species. Their biomass in the OMZ on the 225-mile long test site was estimated on the level of 193 ± 42 thousand tons, or 75 % of the total biomass. The species in the OMZ are identified as a special ecological group of eurybiotic fish species that permanently inhabit the OMZ or temporarily reside there due to diurnal vertical migrations. The biomass of permanent OMZ inhabitants mostly consisted of brush-toothed lizardfish *Saurida undosquamis*, hairtails *Lepturacanthus* spp., armored searobin *Satyrichthys adeni*, Aden splitfin *Synagrops adeni*, rosy cod *Physiculus roseus*, duck-billed eels *Nettastoma* sp., lizardfish *Harpodon squamosus*, flathead *Bembrops caudimaculata*, orange roughies *Hoplostethus* spp., sharks (gulper shark *Centrophorus granulosus*, catsharks *Haleelurus* spp. and Pygmy ribbontail catshark *Eridachnis radcliffei*) etc. The biomass of the OMZ migratory species on the continental slope was mainly presented by Indian ruff *Psenopsis cyanea*. Blue mackerel *Scomber australasicus* was recorded for the first time on the continental slope among OMZ migratory species. During the daytime, mackerel aggregations were observed close to the bottom at the depths of 230-270 m in the waters with severe oxygen deficiency (0.15-0.17 ml/l). Mackerel was actively feeding on the organisms of sound scattering*

layers (SSL). In the night-time, migratory species rose up to the depths of 60-80 m. Based on the research results of the fish aggregations in the OMZ of the North-Western Arabian Sea, it is concluded that the OMZ of the continental slope is inhabited by the same fish species that dwell on the continental slope of many other ocean areas outside the OMZ. All mass species observed in the OMZ are not specific for that zone. Spatial distribution of these fish species depends on their preferred temperatures and depths, not on oxygen concentration. Thus, in case of prospective long-term expansion of the OMZ caused by global warming, the fish species of continental slope, naturally adapted to extremely low oxygen concentrations, would be able to inhabit only the part of the OMZ with a favourable temperature regime. However, under the same conditions, such eurythermic migratory fish species as blue mackerel would be able to disperse throughout the entire OMZ irrespective of temperature regime, when searching for food. It is recommended to enhance the studies of the OMZ population and fish natural adaptation abilities in relation to minimum oxygen concentrations in natural environment. Therefore, the World Ocean OMZs can be considered specific ecosystems, isolated by low oxygen concentrations from the large-sized predators of an epipelagic zone, which are more oxygen-demanding.

Keywords: *Psenopsis cyanea*, *Scomber australasicus*, World Ocean, Gulf of Alaska, Arabian Sea, Yemen, oxygen deficiency, oxygen minimum zone, intermediate water masses, mesopelagic zone, epipelagic zone, global warming, continental slope, upwelling, trawl surveys, commercial species, ecological groups, adaptation

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПАТАГОНСКОГО КЛЫКАЧА (*DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*) ПО ОТОЛИТАМ

И. В. Слипко, В. В. Сербин

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: i.v.slipko@gmail.com*

*Предложено усовершенствование методики определения возраста патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) по отолитам, разработанное в ФГБНУ «ЮгНИРО» (Крым, Россия). Материалом для исследования послужили сборы отолитов патагонского клыкача, проведенные на Патагонском склоне в 2013 г., а также единичные отолиты, собранные по стандартной методике АНТКОМ в разные годы. Для исследований использовался один (обычно правый) из пары отолитов. Обработка для считывания возраста выполнена путем попеченного распилювания одного из двух отолитов, извлекаемых из каждой рыбы, прокаливания при 280 °C и последующей шлифовки спила. Это существенно упростило подготовку отолитов для считывания регистрирующих структур. Применение цифрового фотографирования шлифованных отолитов с помощью окуляр-камеры ScopeTek DCM-510 предоставило возможность модифицировать изображение для улучшения контраста опаковой и гиалиновой зон. Метод позволил выявлять зоны роста, отличать кольца от прерывистых линий и иных структур, хранить массив полученных фотоизображений. Сравнение отолитов, собранных обычным путем, и отолитов из голов, прошедших кипячение, показало полную пригодность прокипяченных отолитов для обработки указанным методом и идентичность полученных результатов. Предполагается независимая проверка полученных результатов по вторым отолитам из каждой пары, которую планируется выполнить в лаборатории другого научного центра.*

Ключевые слова: *Dissostichus eleginoides*, отолиты, определение возраста, прокаливание, шлифовка, фотоизображение, зоны роста, кольца, АНТКОМ

ВВЕДЕНИЕ

Патагонский клыкач (*Dissostichus eleginoides*) – крупная промысловая рыба семейства нототениевых, имеющая важное значение в донных биоценозах субантарктических вод [1, 2]. Большая часть жизненного цикла клыкача проходит на глубинах от 300 до 2500 м. Патагонский клыкач относится к высокоценным промысловым видам, его мировой вылов в 2012 г. составил 20,6 тыс. т [8]. Знания о возрасте и росте патагонского клыкача востребованы для оценки запасов и численности этой рыбы, для обеспечения устойчивого промысла без перелова.

Прямое считывание возраста рыбы по регистрирующим структурам – один из трех принципиальных методов оценки возраста патагонского клыкача наряду с программами по мечению и анализом частотного распределения длин рыб [2].

Первые данные о возрасте патагонского клыкача были получены в 1971 г. по чешуе и отолитам [5]. В АтлантНИРО наиболее перспективным был признан метод оценки возраста по чешуе [4]. Работы по определению возраста патагонского клыкача по чешуе проводились и в АзЧерНИРО (ЮгНИРО) [1, 3].

Однако с начала 2000-х годов по ряду причин все прямые определения возраста *D. eleginoides* осуществляются с использованием отолитов [2, 6, 7, 9-13]. Долгое время оставался открытым вопрос о периодичности закладки светлых и темных зон на отолите. Соответствие чередования светлых

и темных зон годовому циклу роста доказано с помощью методики нахождения и анализа в отолитах радиоактивных изотопов углерода. Проводились программы мечения рыб, включающие в себя инъекции рыб хлоридом стронция, тетрациклина или других веществ, оставляющих характерную метку при закладке нового слоя отолита. Для нахождения первого годового кольца были подсчитаны кольца ежедневного прироста мальков клыкача под большим увеличением [6, 7, 9-12].

Работы по определению возраста патагонского клыкача систематически проводятся в традиционных районах промысла этих рыб в Антарктике в зоне АНТКОМ. В районах промысла патагонского клыкача, расположенных за пределами зоны ответственности международных рыбохозяйственных организаций и исключительных экономических зон государств, например, в открытых водах Юго-Западной Атлантики (ЮЗА), на Патагонском склоне, его возраст определяется лишь эпизодически. В то же время, в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву (Статья 119), государства, суда которых ведут промысел в открытых водах, «...при определении размера допустимого улова и установлении других мер по сохранению живых ресурсов открытого моря должны принимать меры с целью поддержания или восстановления популяций вылавливаемых видов на уровнях, при которых может быть обеспечен максимальный устойчивый улов...». В основе расчета допустимого улова и мер по сохранению живых ресурсов лежит установление размерно-возрастной структуры вылавливаемых видов, что необходимо для оценки промыслового запаса и величины допустимого улова. В связи с этим достоверные определения возраста патагонского клыкача из района ЮЗА весьма актуальны. В настоящей работе предлагается усовершенствование методики обработки отолитов, а также считывания регистрирующих структур путем использования цифровой фототехники.

МАТЕРИАЛ

Материалом для исследования послужили сборы отолитов патагонского клыкача, проведенные на Патагонском склоне на ярусоловах «Костар» и «Санстар» в 2013 г., а также единичные отолиты, собранные по стандартной методике АНТКОМ в разные годы.

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

Предлагаемая методика определения возраста патагонского клыкача была разработана в соответствии с общепринятыми подходами по обработке отолитов долгоживущих рыб рода *Dissostichus*, применяемых разными исследователями, и является усовершенствованием существующих методик. За основу взят имеющийся в ЮгНИРО опыт определения возраста Антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni* из районов Индоокеанского сектора Антарктики [3].

Для исследований брался один (обычно правый) отолит из пары. Второй было решено оставить для дальнейших исследований и проверки достоверности разрабатываемой методики. Отолиты рас-

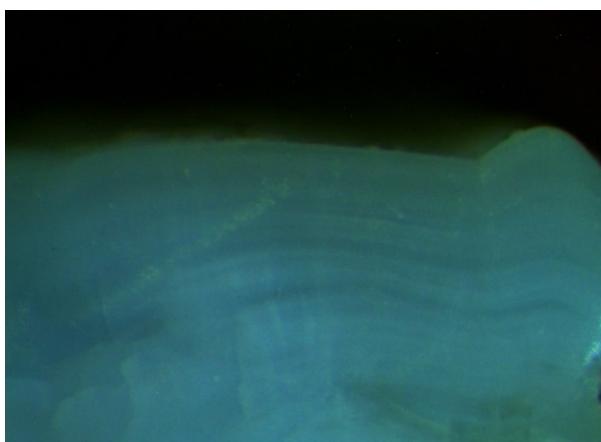


Рис. 1 Препарат отолита клыкача без термической обработки



Рис. 2 Срез отолита после прокаливания в муфельной печи. Возраст 4 года

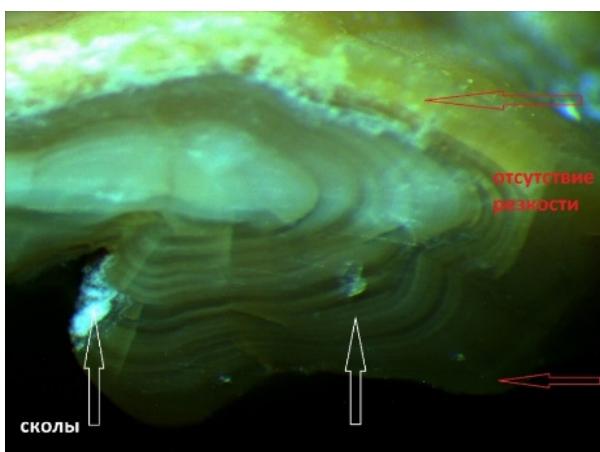


Рис. 3. Дефекты поверхности отолита, требующие устранения финальной шлифовкой и полировкой



Рис. 4 Срез отолита после программной обработки и подсчета годовых колец.
Возраст 12+

под бинокуляром МБС-9 в падающем свете при боковом освещении. Для повышения четкости и надежности считывания регистрирующих структур и в зависимости от размера отолита применялось увеличение от 8x0,6 до 8x4. Фотоизображения получали с помощью окуляр-камеры SkopeTek DCM-510 (с КРОП-матрицей 5 mpix). Полученные фотоизображения подвергались модификации: изменялась яркость, контрастность, иногда использовался эффект расширения динамического диапазона в целях более четкого разграничения темных и светлых колец и локализации зон роста, при-

пиливались надвое в поперечной плоскости через ядро с помощью высокоскоростной пилы, оснащенной дисками толщиной 0,3 мм, с алмазным напылением.

После черновой шлифовки прорезиненным диском с алмазной крошкой становилось возможным различить чередование темных и светлых колец на препаратах. Но определение возраста по такому препарату оставалось затруднительным (рис. 1).

Для улучшения контраста между гиалиновыми и опаковыми зонами отолита было решено прокаливать распиленные отолиты в муфельной печи. Экспериментально применялись температуры от 280 до 400 °C при экспозиции до 5 мин [11]. Было выяснено, что при температурах около 400 °C уже после 3-х минут происходит полное обугливание поверхности отолита, зоны роста становятся невидимыми и требуют дополнительной черновой шлифовки. Хорошие результаты показало использование температуры 280 °C при экспозиции 5 мин (рис. 2).

Такая температура безопасна и при обработке отолитов мелких клыкачей, которые быстрее подвергаются нагреву и разрушению из-за малого объема и, возможно, повышенного количества органики в составе отолита. В результате прокаливания контрастность слоев повысилась, и стало возможным использовать фотографирование для упрощения считывания и создания массива фотоизображений отолитов для последующей верификации и хранения данных. После прокаливания хрупкость отолитов увеличивается. Поэтому для чистовой шлифовки подходит только ручная доводка абразивными пастами и полировка мягкой тканью для устранения сколов, особенно в зоне ядра и края отолита (рис. 3).

Получение однородно ровной поверхности отолита важно для формирования фронтальной плоскости, что позволяет при фотосъемке получать одинаковую глубину резкости всего спила отолита, необходимую для достоверного считывания возраста (рис. 4).

Подготовленные препараты просматривали

под бинокуляром МБС-9 в падающем свете при боковом освещении. Для повышения четкости и надежности считывания регистрирующих структур и в зависимости от размера отолита применялось увеличение от 8x0,6 до 8x4. Фотоизображения получали с помощью окуляр-камеры SkopeTek DCM-510 (с КРОП-матрицей 5 mpix). Полученные фотоизображения подвергались модификации: изменялась яркость, контрастность, иногда использовался эффект расширения динамического диапазона в целях более четкого разграничения темных и светлых колец и локализации зон роста, при-



Рис. 5 Обезжиренные и высушенные отолиты после тепловой обработки

полную пригодность прокипяченных отолитов для обработки указанным выше методом и идентичность полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствование методики определения возраста патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) по отолитам, предложенное в данной работе, состоит в том, что выполняется поперечное распиливание отолитов, извлекаемых из каждой рыбы, и прокаливание при 280 °C с последующей шлифовкой спила. Это существенно упростило подготовку отолитов для считывания регистрирующих структур. Применение цифрового фотографирования шлифованных отолитов с помощью окуляр-камеры SkopeTek DCM-510 позволило модифицировать фотоизображение для улучшения контраста опаковой и гиалиновой зон. При этом оказалось возможным вполне удовлетворительно выявлять зоны роста, отличать кольца от прерывистых линий и иных структур, хранить массив полученных фотодокументов. Предполагается независимая проверка полученных результатов по вторым отолитам из каждой пары.

Следует отметить, что отолиты взрослого клыкача представляют собой достаточно крупные, многослойные структуры. Использование общепринятых методик, предусматривающих получение множества тонких и сверхтонких спилов, связано с большими трудозатратами и требует специального дорогостоящего оборудования [2, 10, 13]. Предлагаемый метод позволяет упростить подготовку отолитов для считывания регистрирующих структур без получения тонких спилов. Показано, что обработка предлагаемым методом в одинаковой степени поддаются отлиты, собранные в разные годы и по разным методикам, как подверженные кипячению и обезжириванию, так и сохранившие на себе длительное время следы органики. Таким образом, выработана методика, позволяющая производить массовые определения возраста и последующую верификацию данных с использованием цифровой фотокамеры.

Вместе с тем, учитывая высокую длительность жизненного цикла патагонского клыкача и, соответственно, значительные трудности, с которыми приходится сталкиваться при выявлении и считывании регистрирующих структур, было бы целесообразно провести проверку полученных результатов путем отправки второго из каждой пары исследованных отолитов в другую, российскую или зарубежную лабораторию, занимающуюся возрастными исследованиями, для проведения независимой оценки возраста.

нятых в качестве годовых. Метод позволил вполне удовлетворительно выявлять зоны роста, отличать кольца от прерывистых линий и иных структур.

Приведенный выше способ определения возраста патагонского клыкача по поперечным срезам отолитов с последующим прокаливанием и получением фотоизображения был применен для сравнительной оценки качества отолитов, собранных обычным способом, и отолитов, извлеченных из голов клыкачей, прокипяченных в пресной воде в течение 5-7 мин. Кипячение голов осуществлялось для получения краинологической выборки – материала для краинометрии. Отолиты после извлечения из черепов очищались от органики и далее обезжиривались раствором поверхностно-активного моющего вещества и мыльной водой. Затем промытые чистой водой и просушенные отолиты помещались в отдельные конверты с пометкой «Прошедшие тепловую обработку» (рис. 5).

Сравнение отолитов, собранных обычным путем, и отолитов из голов, прошедших кипячение, показало

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность и благодарность сотрудникам лаборатории биоресурсов Мирового океана Кухареву Н.Н. и Корзуну Ю.В. за конкретные советы и рекомендации, помощь и поддержку в подготовке и оформлении данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Ю.С. Чиков В.Н. 2012. Размерно-массовая структура и возраст патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Nototheniidae) в районе островов Кергелен // Труды ЮгНИРО. Т. 50. С. 220-226.
2. Отчет семинара по оценке возраста патагонского клыкача (Центр количественных исследований экологии промысла, Университет Олд Доминион, Норфолк, Виргиния, США, 23-27 июля 2001 г.) // Отчет Двадцатого совещания Научного комитета по сохранению морских живых ресурсов Антарктики, Хобарт, (Австралия), 22-26 октября 2001 г. С. 537-556.
3. Слипко И.В. 2012. Анализ размерно-возрастной структуры половозрелой части популяции антарктического клыкача (*Dissostichus mawsoni*, Norman, 1937) подрайона 58.4 Индоокеанского сектора Антарктики // Труды ЮгНИРО. Т. 50. С. 235-240.
4. Фролкина Ж.А. 1977. О методике определения возраста патагонского клыкача // Труды АтлантНИРО. Вып. LXXIII. С. 86-92.
5. Юхов В.Л. 1971. Строение отолитов антарктического и патагонского клыкачей *D. mawsoni* Norman и *D. eleginoides* Smitt Южного океана // Вопр. ихтиологии. Т. 11, вып. 4 (69). С. 587-594.
6. Ashford, J., and Jones, C. 2007. Oxygen and carbon stable isotopes in otoliths record spatial isolation of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) // Geochim. Cosmochim. Acta 71. Pp. 87-94.
7. Collins Martin A., Brickle Paul, Brown Judith, and Belchier Mark. 2010. The Patagonian toothfish: biology, ecology and fishery // Advances in Marine Biology – 58. Burlington: Academic Press. Pp. 227-300.
8. FAO FishStatJ. 2014.
9. Horn, P.L. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand Subantarctic to the Ross Sea, Antarctica // Fish. Res. 56. 275-287.
10. Kalish, John M. 2010. Determination of Patagonian toothfish age, growth and population characteristics based on otoliths // Final Report FRDC Project 97/123 ISBN 0 646 39950 0. 12 p.
11. Krusic-Golub K. and Williams R. 2004. Progress towards validation of ageing of *Dissostichus eleginoides* using otoliths // CCAMLR WG-FSA-04/67.
12. Krusic-Golub K., Green C. and Williams R. 2005. First increment validation of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) from Heard Island // CCAMLR WG-FSA 05/61.
13. Nowara Gabrielle, Jeremy Verdouw and Joe Hutchins. 2008. Otolith preparation and ageing of Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, at the Australian Antarctic Division // http://frdc.com.au/research/Final_Reports/2008-046-DLD.PDF.

Поступила 30.04.15 г.

On methodology of age determination of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) using otoliths. I. V. Slipko, V. V. Serbin. Development of age determination methodology for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) using otoliths was implemented in YugNIRO and proposed for consideration. The investigation materials mainly included otolith samples of *D. eleginoides*, collected at the Patagonian slope in 2013. Preparation for age reading was carried out by means of transversal cutting of one of the two otoliths extracted from each fish, baking it at the temperature of 280 degrees Celsius and subsequent sanding of the saw cut. It simplified the procedure of the otolith preparation for the registering structures reading. Application of digital photography to sanded otoliths with the use of ScopeTek DCM-510 Eyepiece camera provided the opportunity for image modification in terms of enhancing the contrast between opaque and hyaline zones. The method made it possible to identify growth zones, to distinguish between growth rings and broken lines or other structures, to store the obtained imagery in an adequate way. Independent verification of the received results using the second otolith from each pair is recommended.

Keywords: *Dissostichus eleginoides*, otolith reading, age determination, baking, sanding, photo imagery, growth zones, growth rings, CCAMLR

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УЛОВОВ КРИЛЯ ИЗ ТРАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ

Ю. В. Корзун, Н. Н. Жук

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: korzuny@mail.ru*

*Рассмотрено влияние изменений размеров ячеи в траловых мешках на промысловово-биологические характеристики уловов антарктического криля *Euphausia superba*. Материалы для работы были собраны в Атлантическом секторе Антарктики в проливе Брансфилд (зона АНТКОМ, подрайон 48.1) с 6 апреля по 17 мая 2014 г. В процессе промысла были выявлены некоторые проблемы использования бимтрала без системы откачки улова из тралового мешка. При уловах криля свыше 20-25 т наблюдалось чрезмерное увеличение поперечных размеров мешка, превышающих ширину слипа, что в значительной степени затрудняло подъем улова. Отмечено также, что накопление улова в мешке было не пропорционально времени траления. Было сделано предположение, что по мере заполнения мешка крилем условия фильтрации воды через сетную оболочку мешка ухудшаются и область повышенного давления воды смещается к устью трала, т.е. возникает «эффект ведра», при котором криль выжимается через сетную оболочку концевой части мотни трала. В результате увеличения размеров ячеи в кутках был устранен «эффект ведра», на 24 % возросли средние уловы криля на промысловое усилие. Кроме этого, увеличились средние размеры раков и видоизменились их размерные ряды, а также наблюдались изменения в структуре стадий зрелости. В то же время модальная длина тела эвфаузиид, преобладающие стадии зрелости и соотношение полов остались практически неизменными, и по этим характеристикам пробы могут рассматриваться как идентичные друг другу и объединяться в единую выборку для дальнейших исследований.*

Ключевые слова: сравнительный анализ, промысел криля, траление, биологические характеристики, статистика уловов, длина тела, улов на усилие, соотношение полов, половозрелость

ВВЕДЕНИЕ

Сырьевые ресурсы антарктического криля в настоящее время являются наиболее значительным потенциалом для расширения российского рыболовства в Южном океане [5, 17]. Антарктический криль *Euphausia superba* – это небольшой ракок длиной до 6 см, относящийся к эвфаузиевым ракам (отряд Euphausiacea). Биологические особенности криля позволяют ему создавать одну из самых больших биомасс в океане [7]. Биомасса его, по разным оценкам, колеблется от 61 млн. до 6 млрд. т [3, 19 (цит. по [8]), 21 (цит. по [11]), 22, 23]. Только в Антарктической части Атлантики (АчА), где сейчас сосредоточен промысел раков, общий допустимый улов составляет 5,61 млн. т [12]. В последние годы в АчА наблюдается рост уловов криля, однако фактический общий вылов не превышает 300 тыс. т в год, или 50 % от рекомендованного улова, равного 620 тыс. и временно установленного Комиссией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) [5]. Растущий спрос на криль обусловлен тем, что он используется как источник животного белка и жира для быстро развивающегося морского фермерства и как ключевой ингредиент для производства косметики. Промысловики называют криль «розовым золотом» [7]. Большая часть выловленного криля перерабатывается на кормовую муку (40,8 %) и замороженный криль (38,3 %) для кормления объектов аквакультуры. Из раков производят также мясо криля, вареный криль, очищенный от панциря криль, пасту, пищевую муку, гидролизат, хитин, хитозан, причем ассортимент продукции из эвфаузиид

постоянно расширяется [2, 6]. В сезон 2013-2014 гг. на промысле криля в АЧА работал РКТС «Море Содружества» [4]. В ходе промысла трап был модифицирован. Целью данной работы является сравнительный анализ криля из уловов трапов различной модификации для определения влияния произведенных изменений на результаты промысла и биологические характеристики раков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы для данной работы были собраны научным наблюдателем на борту траулера РКТС «Море Содружества» (рис. 1) в Атлантическом секторе Антарктики в проливе Брансфилд (зона АНТКОМ, подрайон 48.1) с 6 апреля по 17 мая 2014 г. Скопления криля облавливались бимтраком. Биологические анализы и массовые промеры раков выполнялись согласно методикам ВНИРО [10] и «Справочнику научного наблюдателя АНТКОМ» [13, 20]. Статистическую обработку данных производили стандартными методами [1, 9, 16], а также средствами Microsoft Office Excel 2007.



Рис. 1 РКТС «Море Содружества» [15]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для облова скоплений раков применялся норвежский бимтрап (рис. 2, табл. 1) [14, 15]. Горизонтальное раскрытие трапа обеспечивалось 18-метровым бимом, вертикальное – загрузкой нижней подборы. В базовом варианте предусматривалось использование системы откачки улова из тралового мешка без подъема последнего на борт судна. Из-за отсутствия данной системы откачки операция подъема улова на борт судна осуществлялась обычным способом – путем подъема тралового мешка по слипу.

В процессе промысла выяснились некоторые проблемы использования бимтрапа без системы откачки улова из тралового мешка. При уловах криля свыше 20-25 т наблюдалось чрезмерное увеличение поперечных размеров мешка, превышающих ширину слипа, что в значительной степени затрудняло подъем улова. Отмечено также, что накопление улова в мешке было не пропорционально времени траления.

Первая проблема устранилась за счет увеличения количества кольцевых пожилин на мешке (рис. 3). Причина второй пробле-

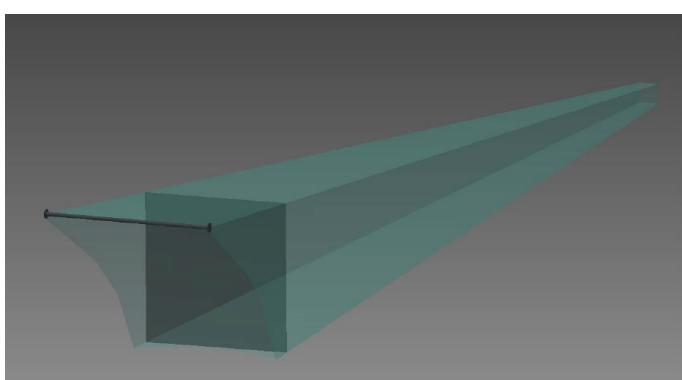


Рис. 2 Схема бимтрапа для системы непрерывного облова криля [15]

Таблица 1
Сравнительная характеристика трашовых мешков [15]

Тип траха	Трашовый мешок							
	Коническая часть			Цилиндрическая часть				Общая длина, м
	Длина, м	Размер ячей, мм	Диаметр нитки, мм	Длина, м	Размер ячей, мм	Диаметр нитки, мм	Длина стропов, м	
Бимтрап	24	80/16	4,5	24	80/16	5,5	5-8	48
Канатный 74/600 м	22	110/24	2x3,1	25	110/20	2x3,1	6-7	47

цилиндрическая часть **коническая часть**

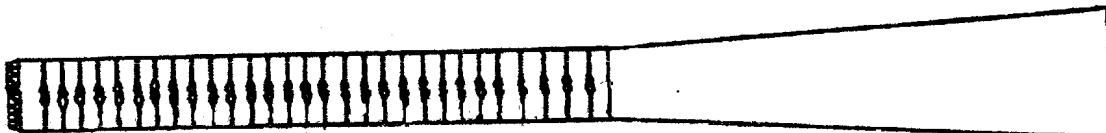


Рис. 3 Схема трашового мешка

мы была не совсем ясна. Было сделано предположение, что по мере заполнения мешка крилем условия фильтрации воды через сетную оболочку мешка ухудшаются и область повышенного давления воды смещается к устью траха, т.е. возникает «эффект ведра», при котором криль выжимается через сетную оболочку концевой части мотни траха. Однако подобная картина не отмечается при тралении обычным канатным крилевым тралом 74/600 м. Анализируя конструктивные параметры данного траха и бимтрапа, пришли к выводу, что габаритные размеры этих трахов и мешков практически одинаковы. Тем не менее есть заметные различия по размеру ячей в сетной части трашовых мешков. Размеры ячеи в мелкоячейной оболочке мешка бимтрапа в конусной и цилиндрической частях составляют 16 мм, а в мешке траха 74/600 м – 24 мм и 20 мм, соответственно. Прочные сетные каркасы сравниваемых трашовых мешков также отличаются по размеру ячей: в мешке бимтрапа – 80 мм, в мешке траха 74/600 м – 110 мм. Таким образом, сравнительный анализ данных мешков позволяет сделать однозначный вывод, что трашовый мешок, изготовленный из сетематериалов с большей

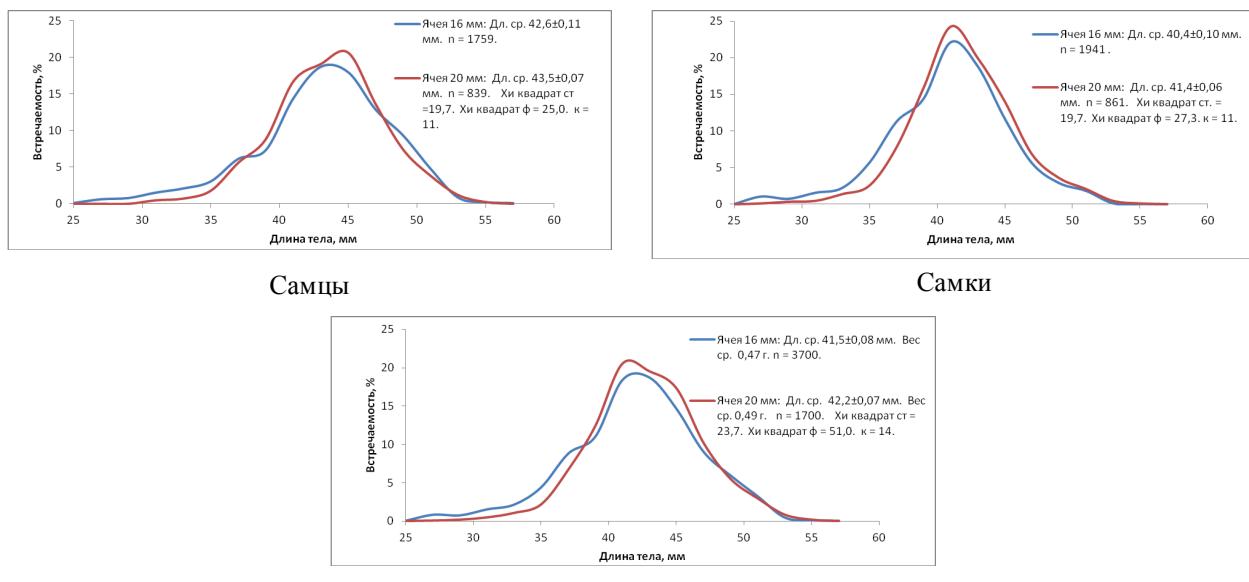


Рис. 4 Размерная структура криля в уловах из трахов различной модификации

ячеей, обладает лучшими фильтрационными качествами. Этот вывод, по результатам промысла, подтвердил замена мешка бимтрава на мешок трала 74/600 м.

Так, сравнение средних уловов на стандартное промысловое усилие ($CPU=1$ час траления) показывает, что после замены мешка они увеличилась с $7,9 \pm 0,70$ т до $9,7 \pm 0,56$, т. е. на $1,9 \pm 0,9$ т ($p=0,95$), или 24 % [4].

На рис. 4 приведены данные о размерном составе криля из тралов различной модификации (табл. 2). На нем видно, что длина тела криля в уловах в исследованный период колебалась в интервале 25-57 мм. После смены траловых мешков средняя длина самцов увеличилась с $42,6 \pm 0,11$ мм до $43,5 \pm 0,07$ мм, у самок – с $40,4 \pm 0,10$ мм до $41,4 \pm 0,06$ мм, общая средняя длина тела криля в уловах возросла с $41,5 \pm 0,08$ мм до $42,2 \pm 0,07$ мм [4]. Размерные ряды самцов, самок и обобщенные ряды из разных мешков также достоверно отличались по критерию Хи квадрат с вероятностью 0,95.

Таблица 2
Характеристика криля из уловов тралов различной модификации

Параметры криля	Пол	Минимальный размер ячей в мешке	
		16 мм	20 мм
Средняя длина тела, мм	Самцы	$42,6 \pm 0,11$	$43,5 \pm 0,07$
	Самки	$40,4 \pm 0,10$	$41,4 \pm 0,06$
	Общее	$41,5 \pm 0,08$	$42,2 \pm 0,07$
Модальный класс, мм / %	Самцы	39-47 / 63,7	39-47 / 70,0
	Самки	35-45 / 78,4	35-45 / 82,0
	Общее	37-45 / 62,9	37-45 / 69,8
Модальная стадия зрелости / %	Самцы	II / 70,9	II / 86,5
	Самки	II / 73,1	II / 84,3
Соотношение полов, %	Самцы	48,2	50,8
	Самки	51,8	49,2

После замены мешков наиболее существенные изменения в структуре размерного состава криля произошли при длине раков 37 мм, при этом доля особей длиной 25-37 мм уменьшилась, а доля более крупных особей увеличилась как у самцов, так и у самок, особенно в модальных классах 39-45 мм. Наиболее четко это выражено в размерном составе самок, где раки длиной 37-56 мм более многочисленны в уловах мешка с размером ячей 20 мм на всем участке графика.

Анализ структуры уловов из разных мешков по стадиям половой зрелости криля также выявил в них различия. Это проявилось в изменении соотношения количества особей на разных стадиях зрелости как у самцов (Хи квадрат $\phi=35,4$; Хи квадрат $st=12,6$; $k=6$), так и у самок (Хи квадрат $\phi=32,9$; Хи квадрат $st=12,6$; $k=6$) (рис. 5).

Крупные особи криля, как правило, находятся на более продвинутых стадиях развития гонад, чем мелкие раки. Поэтому в мешке с большим размером ячей мелкие раки просеялись, в результате чего доля особей I стадии зрелости уменьшилась на 8-9 %, а II стадии – увеличилась на 10-16 %.

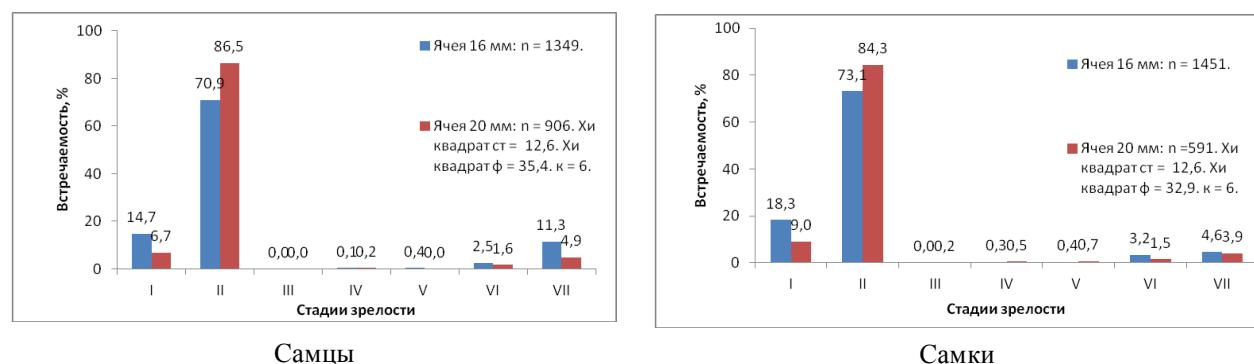


Рис. 5 Стадии зрелости гонад криля из уловов тралов различной модификации

Также уменьшилось количество раков на VI и VII стадиях зрелости (2,4-7,3 %). Что касается соотношения полов, то после модификации трала самцы, которые у антарктического криля в среднем крупнее самок, меньше просеивались, чем самки, в результате этого в уловах начали доминировать самцы, однако в целом соотношение полов осталось близким 1:1.

ОБСУЖДЕНИЕ

При сборе проб орудиями лова целесообразно знать, как воздействует смена орудий лова или их модификация на биологические характеристики объектов в отобранных пробах. В нашем случае, с целью увеличения продуваемости трала, куток норвежского бимтрака заменили на мешок от канатного трала 74/600 м с большим размером ячей. В результате этой замены был, возможно, устранен «эффект ведра» и возросли уловы на стандартное промысловое усилие на 24 %. Кроме этого, увеличились средние размеры раков и видоизменились их размерные ряды, произошли изменения в структуре стадий зрелости, а также наблюдалась незначительная трансформация в соотношении полов. В противоположность перечисленным изменениям размерного состава и биологического состояния криля модальная длина тела, преобладающие стадии зрелости и соотношение полов в уловах остались практически неизменными. Три последних параметра оказались более консервативными характеристиками, по сравнению со средними размерами криля. Таким образом, небольшие изменения размеров ячей в траловых мешках не влияли на модальные характеристики размерного состава и стадий половой зрелости криля, а также на соотношение полов в уловах, и по этим характеристикам пробы криля могут рассматриваться как идентичные друг другу и объединяться в единую выборку для дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В случае замены или модернизации тралов возможны изменения биологических характеристик криля в уловах. При увеличении минимального размера ячей в траловом мешке средняя длина тела и форма кривой размерного состава в уловах криля являются наиболее чувствительными биологическими параметрами к подобным изменениям, а модальная длина, преобладающие стадии зрелости и соотношение полов остаются практически неизменными. При сборе промысло-биологических данных по крилю целесообразно использовать постоянные орудия лова и не подвергать их модификациям. В случае небольшого увеличения размера ячей в кутках пробы криля из уловов модифицированных тралов могут быть объединены в одну выборку для изучения модальных характеристик размерного состава и биологического состояния криля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксютина З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность. 228 с.
2. Антарктический криль : справочник. 2001 / Под ред. В. М. Быковой. М.: ВНИРО. 207 с.
3. Богданов А.С., Любимова Т.Г. 1978. Советские исследования криля в Южном океане // Рыбное хозяйство. Вып. 10. С. 6-9.
4. Жук Н.Н., Корзун Ю.В. 2014. Результаты работы РКТС «Море Содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г. // Український антарктичний журнал. Вып. 13. В печати.
5. Касаткина С.М., Петров А.Ф., Шуст К.В., Юропова Е.Ф. и Сытов А.М. 2014. Характеристика современного промысла антарктического криля *Euphausia superba* (период с 2003 по 2013 г.) в Антарктической части Атлантики (АчА) // Рыбное хозяйство. № 5. С. 69-74.
6. Корзун Ю.В., Ребик С.Т., Козлова С.Л., Богомолова В.В. 2014. Перспективные направления переработки антарктического криля // Труды Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Керчь: ЮгНИРО. Т. 52. С. 131-148.

7. Куртис К., Перл Э. 2011. Сохранение антарктического криля. Доступно через <http://krillcount.org>. Version 2. Дата обращения 15.11.2011.
8. Кухарев Н.Н., Корзун Ю.В., Ребик С.Т., Жук Н.Н. 2014. Современный промысел антарктического криля // Труды Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Керчь: ЮгНИРО. Т. 52. С. 105-130.
9. Лакин Г.Ф. 1973. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических вузов. М.: Высшая школа. 343 с.
10. Методические указания по сбору и первичной обработке в полевых условиях по биологии и распределению криля. 1982. М.: ВНИРО. 48 с.
11. Самышев Э.З. 1991. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. М.: Наука. 168 с.
12. Список действующих мер по сохранению сезон 2013/14 г. АНТКОМ. 259 с. Доступно через: (www.ccamlr.org. Version 2013).
13. Справочник научного наблюдателя. АНТКОМ. 2011. 66 с. Доступно через (<http://www.ccamlr.org/ru/node/74413>, Version 2012).
14. Уведомление о намерении Украины участвовать в промысле криля в 2013/14 г. 2013. CCAMLR-XXXII/10 Rev. 1. 11 р.
15. Уведомление о намерении участвовать в промысле *Euphausia superba*. 2014. CCAMLR. WG-EMM-14/46. 7 с.
16. Урбах В.Ю. 1964. Биометрические методы (Статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине). М.: Наука. 417 с.
17. Чурин Д.А., Бородин Е.В., Чернышков П.П. 2014. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической части Атлантики и Южной части Тихого океана // Рыбное хозяйство. № 5. С. 7-13.
18. Эльдаров А.Л. 1978. Обобщение опыта работы отечественных и зарубежных экспедиций на промысле криля // МРХ СССР. М.Обз. Инф. Сер. «Промышленное рыболовство». Вып. 1. 68 с.
19. Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E.A., Jessopp, M.J. and Loeb, V. 2009. A re-appraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill. Deep-Sea Research I. 56: 727-740.
20. CCAMLR. 1999. Scientific Observer Manual. CCAMLR. Hobart, Australia.
21. McQuillan H. 1962. The Antarctic krill // West. Pish. Vol. 63. № 4.
22. Nemoto T. 1968. Feeding of baleen whales and krill and the value of krill as a marine resource in the Antarctic // Symp. Oceanogr. Antarct. Santiago. Доступно через: (www.journal.nafo.in Version 2013).
23. Nicol, S., A. Constable, and T. Pauly. 2000. Estimates of circumpolar Antarctic krill abundance based on recent acoustic density measurements. CCAMLR Science 7:87-99. Доступно через: (<http://www.ccamlr.org> Version 2013).

Поступила 17.04.15 г.

Comparative studies of krill catches from the trawls of different model types. Yu. V. Korzun, N. N. Zhuk. The effect of mesh size change in codend on fishery and biological properties of krill *Euphausia superba* catches was studied. The material was collected in the Bransfield Strait (Atlantic Antarctic, CCAMLR zone, subarea 48.I) from April 6 to May 17, 2014. While carrying out krill fisheries, a number of problems were detected due to using the beam trawl without any pumping system to transport catches from the codend of the net. When krill catches reached over 20-25 tons, abnormal increase of the codend lateral dimensions was marked, which exceeded the slip width and made it difficult to lift the catch. It was also noted that the catch stock in the codend was not proportional to the trawling period. It was suggested that, while filling the codend with krill, conditions of water filtration through the net cover get worse and an area of high water pressure gets shifted to the trawl opening, thus, «bucket effect» occurs, when krill is squeezed through the net cover of the belly's end. As a result of the mesh size increase in the codend, «bucket effect» was eliminated, krill average catches per fishing effort had an increase of 24 %, and average length and weight of the krill specimens also increased. Simultaneously, modal body length, prevailing sexual maturity and sex ratio of euphausiids remained almost unchanged, and according to these parameters the samples can be regarded as identical and combined into a unified series for further research.

Keywords: comparative studies, krill fisheries, trawling, biological properties, catch statistics, body length, catch per effort, sex ratio, sexual maturity

ПРОМЫСЛОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДВОДНЫХ ГОР, ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В. И. Ланин

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

На примере подводных гор, расположенных в субтропической и антарктической зонах Индийского океана, исследованы закономерности формирования промысловой продуктивности, позволившие объяснить синоптическую и межгодовую изменчивость промысловой обстановки. Рассмотрены гидрофизические и гидродинамические процессы, используя информацию, собранную во время ведения промысла на антарктических банках Обь и Лена и на банке «150» Западно-Индийского хребта. Сделан вывод, что в Мировом океане распространена возможность преобразования топографического вихря в «гидродинамическую ловушку», способную не только улавливать пелагический макрозоопланктон из набегающего потока, но и транспортировать его к вершинам или склонам подводных гор, скапливая его в местах контакта «ловушки» со склонами поднятий и обеспечивая благоприятные для нагула скоплений донных рыб условия. Предпосылкой этому является наличие тонкой структуры пограничного слоя, который формируется или в условиях «двойной диффузии», что свойственно антарктической структуре вод, или при конвекции в виде «солевых пальцев», что свойственно субтропической структуре. В обоих случаях наблюдается разнонаправленный вклад вертикальных градиентов температуры и солености в градиент плотности. Происходящие при развитии дрейфовых течений периодические отрывы «ловушек» от порождающих их подводных гор, неблагоприятно сказывающиеся на промысловой обстановке, способствуют постоянному обновлению кормовой базы рыб, позволяя существовать на поднятиях их промысловым популяциям. Рекомендуется краткосрочное прогнозирование особенностей атмосферной циркуляции, а также учет данных о критических скоростях и направлениях ветра, при которых происходят эти отрывы. Указано, что на шельфовых банках антарктических морей, кроме синоптической изменчивости, может наблюдаться и межгодовая, при которой в отдельные годы из-за отсутствия в придонном слое относительно теплых промежуточных вод шельфовая водная масса однородна и топографический вихрь не получает необходимого для ловушки вертикального развития, так как изначально отсутствуют предпосылки для формирования тонкой структуры пограничного слоя и включения в вертикальное развитие вихря внутриструйного конвективного перемешивания.

Ключевые слова: подводные горы, топографические вихри, «гидродинамическая ловушка», продуктивность, изменчивость промысловой обстановки, объекты промысла

Подводные горы широко распространены в Мировом океане. В одних случаях они представляют собой самостоятельные геологические образования, возвышающиеся над ложем океана на несколько километров, но не достигающие его поверхности, в других – цепь вершин океанических подводных хребтов, расположенных на глубинах от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

Многолетними рыбохозяйственными океаническими исследованиями установлено, что многие подводные горы характеризуются высокой биологической продуктивностью, представленной, в том числе, организмами верхних уровней трофической цепи – ценными видами рыб и промысловых беспозвоночных. Однако рентабельное ведение промысла зачастую осложнено нестабильностью промысловой обстановки. Обусловлено это целым рядом гидрометеорологических факторов, исследованию которых посвящена данная работа. Материалы, используемые в статье, были собраны в научно-исследовательских экспедициях ЮгНИРО, в которых авторы принимали непосредственное участие.

Многие аспекты механизма формирования рыбопродуктивности подводных гор уже рассматривались ранее [5].

Исследование, базирующееся на достаточно репрезентативных океанографических, биологических и промысловых данных, касается изучения условий образования и распада скоплений ценных в пищевом отношении антарктических рыб (серой и мраморной нототении, патагонского клыкача) на антарктических банках Обь и Лена и позволяет объяснить не только приуроченность промысловых скоплений рыб благоприятным кормовым условиям для их нагула, создающимся на склонах банок в достаточно узком диапазоне глубин, донные траления в котором позволяют вести рентабельный промысел, но и объяснить саму возможность существования на банках значительных популяций этих рыб [5].

Безусловно, важнейшим фактором формирования продуктивности подводных гор является вихреобразование, возникающее при обтекании горы течением. При этом основное внимание исследователи уделяли особенностям геострофической циркуляции, не учитывая, а порой и вообще отрицая, роль структуры вод в особенностях вихреобразования над горами [2]. Между тем, как показали настоящие исследования [3], именно структура вод является фактором, способствующим вертикальному развитию топографических вихрей и формированию над горами теоретически предсказанных ранее «столбов Тейлора-Праудмена» или «конусов Тейлора-Хогга» [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим происходящие над антарктическими подводными горами гидрофизические и гидродинамические процессы, используя информацию, собранную автором в одном из научно-исследовательских рейсов ЮгНИРО во время ведения промысла на антарктических банках Обь и Лена и на банке «150» Западно-Индийского хребта.

Океанографический разрез, выполненный над склоном банки Лена, показал, что облавливаемые в это время скопления активно питающейся серой нототении были приурочены к диапазону глубин 300-320 м, где хорошо прослеживается упирающаяся в склон банки градиентная зона, отделяющая нижнюю часть трансформированной антарктической поверхностной водной массы от циркумполлярной глубинной (рис. 1).

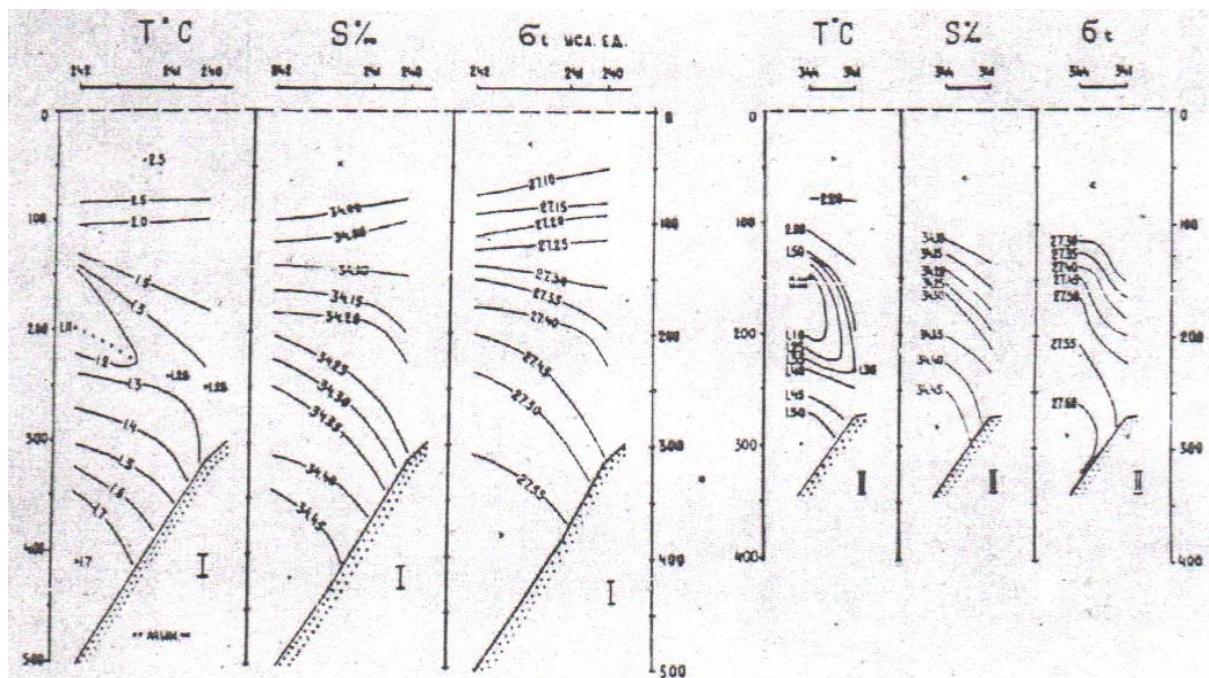


Рис. 1 Распределение гидрологических характеристик на разрезах, выполненных над склоном банки Лена в периоды образования промысловых скоплений донных рыб 11 (I) и 27 (II) апреля 1981 г.

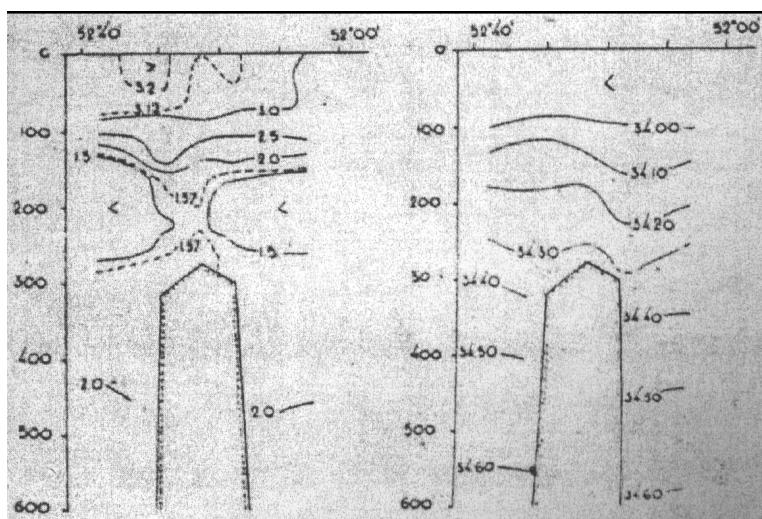


Рис. 2 Трансформация холодной прослойки над вершинной поверхностью банки Лена в 1984 г. По данным меридионального разреза, выполненного в рейсе РТМА «Чатыр-Даг»

ные массы пограничных слоев, которые состоят из нескольких микроскачками плотности (рис. 3).

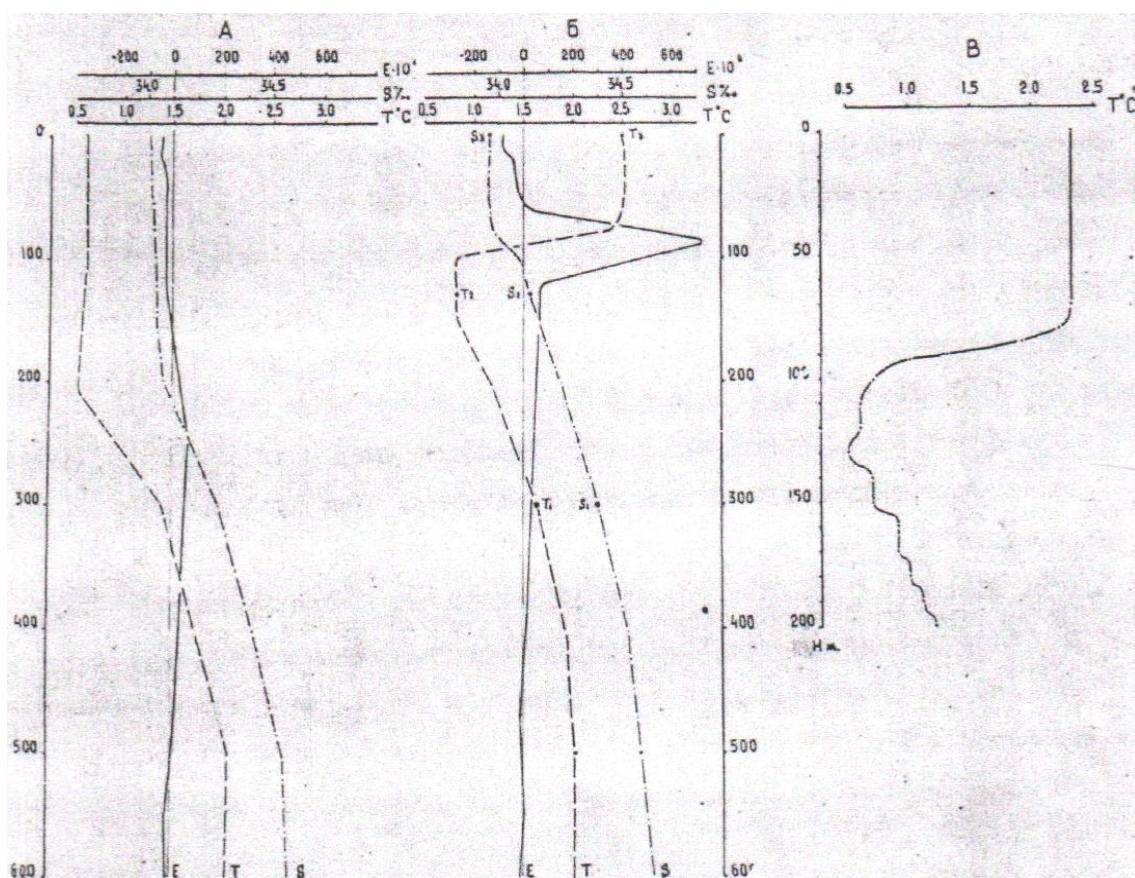


Рис. 3 Характерные кривые вертикального распределения температуры (T), солености (S) и устойчивости (E) в зимний (А – 13.10.1980 г.) и летний (Б – 17.04.1981 г.) периоды в районе банки Лена с координатами $53^{\circ}30'$ ю.ш. и $44^{\circ}00'$ в.д., В – характерная кривая вертикального распределения температуры по данным батитермографного зондирования 22.04.1981 г. в районе банки Обь в точке с координатами $52^{\circ}41'$ ю.ш. и $41^{\circ}25'$ в.д.

Непосредственно над банкой в это время наблюдается разрушение холодной прослойки, которая над ее склоном выражена отчетливо, что особенно хорошо видно на разрезе, проходящем с юга на север через вершину банки (рис. 2).

Несмотря на уменьшающее плотностную стратификацию повышение температуры с глубиной, эта градиентная зона является гидрофизической границей из-за более высокого вклада в плотность вертикальных градиентов солености. Разнородленный вклад вертикальных градиентов температуры и солености в градиент плотности формирует определенную структуру разделяющих водные массы пограничных слоев, которые состоят из нескольких микроскачками плотности (рис. 3).

Вызванное топогенным эффектом возмущение над поднятиями разрушает сложившееся равновесие и приводит к конвективному перемешиванию, при котором вертикальные скорости становятся сопоставимы с горизонтальными скоростями. По полученным данным, трехсотметровый слой поверхности антарктической водной массы над банкой становился однородным в течение трех суток.

Таким образом, топографические вихри при определенных типах гидроструктуры (когда их вертикальному развитию способствует внутрислойное конвективное перемешивание) играют роль «гидродинамических ловушек», способных не только улавливать переносимый течением над поднятием пелагический макроопланктон, но и транспортировать его к вершине или склонам поднятия, формируя благоприятную для нагула донных рыб кормовую базу и заставляя рыб скапливаться в узком диапазоне глубин (рис. 1). Схематически, в обобщенном виде, формирование «гидродинамических ловушек» над поднятием можно представить в виде (рис. 4).

При ведении тралового лова отмечалось, что промысловая обстановка периодически ухудшалась, скопления рыб распадались, а сами рыбы переходили на питание бентосными организмами. Происходило это при резком усилении западных ветров до скорости более 10-12 м/с, но, как только ветер ослабевал, спустя 1-2 суток над поднятием снова развивался однородный слой, в склон «упиралась» градиентная зона, в которой вновь облавливались активно питающиеся пелагическим макроопланктоном донные рыбы.

Таким образом, периодические «отрывы» топографических вихрей от порождающих их поднятий, негативно сказываясь на текущей промысловой обстановке, способствуют постоянному обновлению кормовой базы, позволяя существовать на банках значительным популяциям донных рыб, запасы которых только на банках Обь и Лена составляют около 40 тыс. т, а величина возможного изъятия – около 9 тыс. т [7].

Синоптическая изменчивость промысловой обстановки наблюдалась и на одной из подводных гор Западно-Индийского хребта, расположенного в субтропической зоне Индийского океана. Особенностью субтропической структуры вод являлось наличие бедной биогенными веществами высокосоленой поверхностной водной массы, подстилаемой менее солеными подповерхностными водами, также сравнительно бедными биогенными веществами (рис. 5).

В таких условиях рассчитывать на формирование кормовой базы рыб за счет развития трофической цепи над поднятием вследствие подъема богатых биогенами подповерхностных вод не следует, и единственной возможностью остается формирование «гидродинамических ловушек», причем эффективность их напрямую будет зависеть от количества макроопланктона в набегающем потоке. Возможность формирования «ловушек» на границе раздела поверхностной и подповерхностной водных масс в диапазоне глубин 150-300 м вытекает из наличия здесь разнонаправленных градиентов температуры и солености в плотность, и, как следствие, пограничный слой, как и в антарктической структуре, представлен несколькими однородными конвективными слоями, разделенными микроскачками плотности. По-видимому, «гидродинамические ловушки» над склонами поднятий Западно-Индийского хребта являются квазистационарными. Траловые работы, проводившиеся на «банке 150» с 23 июня по 7 июля показали, что скопления рыб и увеличение уловов наблюдалось при повышении концентрации фосфатов в поверхностных водах (рис. 6), а это возможно только при адвекции с юга изначально более богатых биогенами и планктоном вод.

В данном случае такая адвекция, безусловно, была вызвана наблюдавшимся в начале июля усилением западных ветров до 10-15 м/с и развитием дрейфовых течений, принесших эти воды.

Таким образом, при ведении промысла на подводных горах следует всегда иметь в виду не только возможность, но и неизбежность синоптической изменчивости промысловой обстановки, знать механизм формирования продуктивности, который в разных структурных зонах океана может иметь свои особенности, а также контролировать особенности атмосферной циркуляции в местах ведения промысла и иметь возможность прогнозировать ее изменчивость. Все это позволит более рационально подходить к освоению сырьевых ресурсов подводных гор, которые, как правило, представлены ценными в пищевом отношении видами рыб и промысловых беспозвоночных.

Кроме синоптической изменчивости промысловой обстановки, возможна и межгодовая, когда на одних и тех же поднятиях могут наблюдаться или не наблюдаться промысловые скопления рыбы.

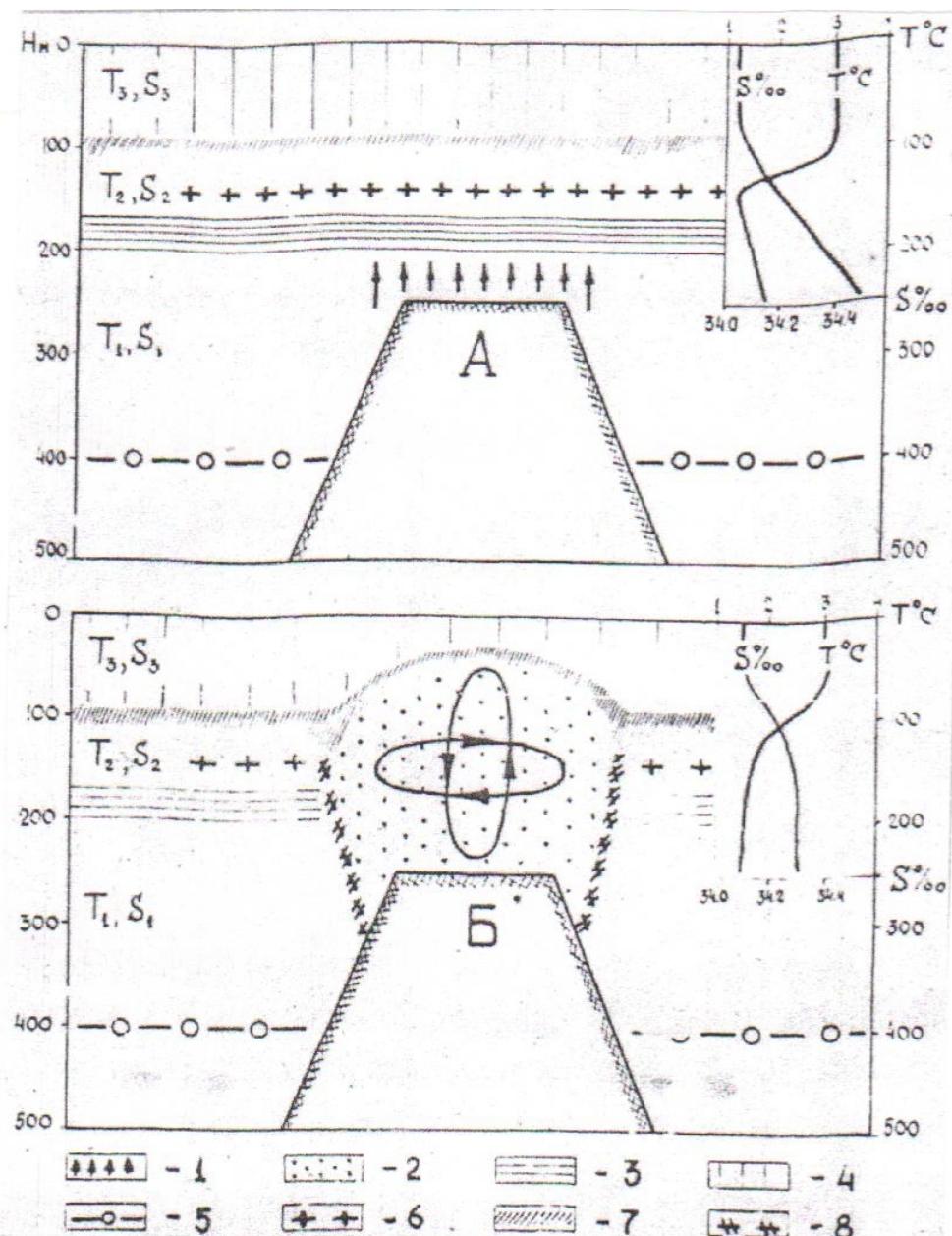


Рис. 4 Схема начального (А) и конечного (Б) этапа вертикального развития топографического вихря в антарктической структуре вод. На врезках приведено вертикальное распределение температуры и солености по фактическим данным. Условные обозначения: 1 – подъем вод над банкой; 2 – заключенный внутри столба Тейлора однородный объем трансформированных вод; 3 – пограничный слой, разделяющий поверхность и промежуточную водные массы; 4 – верхний однородный слой поверхностных вод; 5 – глубинный максимум температуры; 6 – подповерхностный минимум температуры; 7 – сезонный пикноклин; 8 – градиентная зона, отделяющая трансформированные воды от водных масс антарктической структуры, к которой приурочены скопления донных рыб

Об этом наглядно свидетельствуют рыбохозяйственные исследования, проводившиеся в 1984-1988 гг. в море Космонавтов, одном из окраинных морей Индоокеанского сектора Антарктики. Основным промысловым видом рыб шельфовой зоны моря является ледяная Вильсона, относящаяся к придонному комплексу антарктических высокотропных рыб [8], причем в шельфовой зоне моря Космонавтов эти рыбы питаются исключительно крилем, который в сезон антарктического лета концентрируется, как правило, над сезонным пикноклином и редко опускается глубже 100 м. Таким образом, криль, чтобы стать объектом питания донных рыб, должен опуститься вниз, в придонный слой, или донные рыбы должны подниматься вверх для нагула на поверхностных скоплениях криля. То

есть наблюдается ситуация, подобная антарктическим банкам Обь и Лена. Остается выяснить, возможно ли формирование «гидродинамических ловушек» в шельфовой зоне антарктических морей.

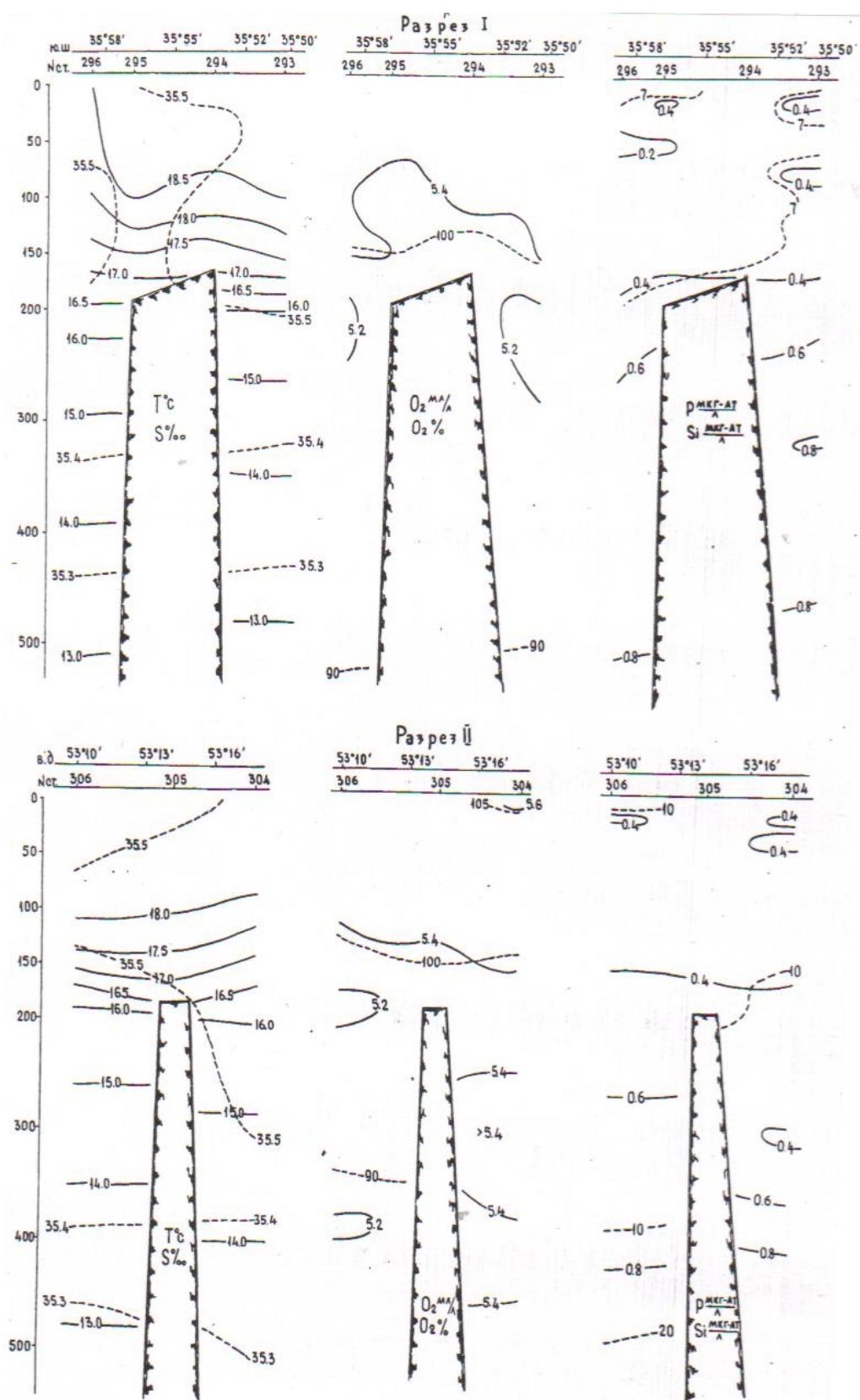


Рис. 5 Распределение океанографических характеристик на меридиональных разрезах в районе банки «150» Западно-Индийского хребта

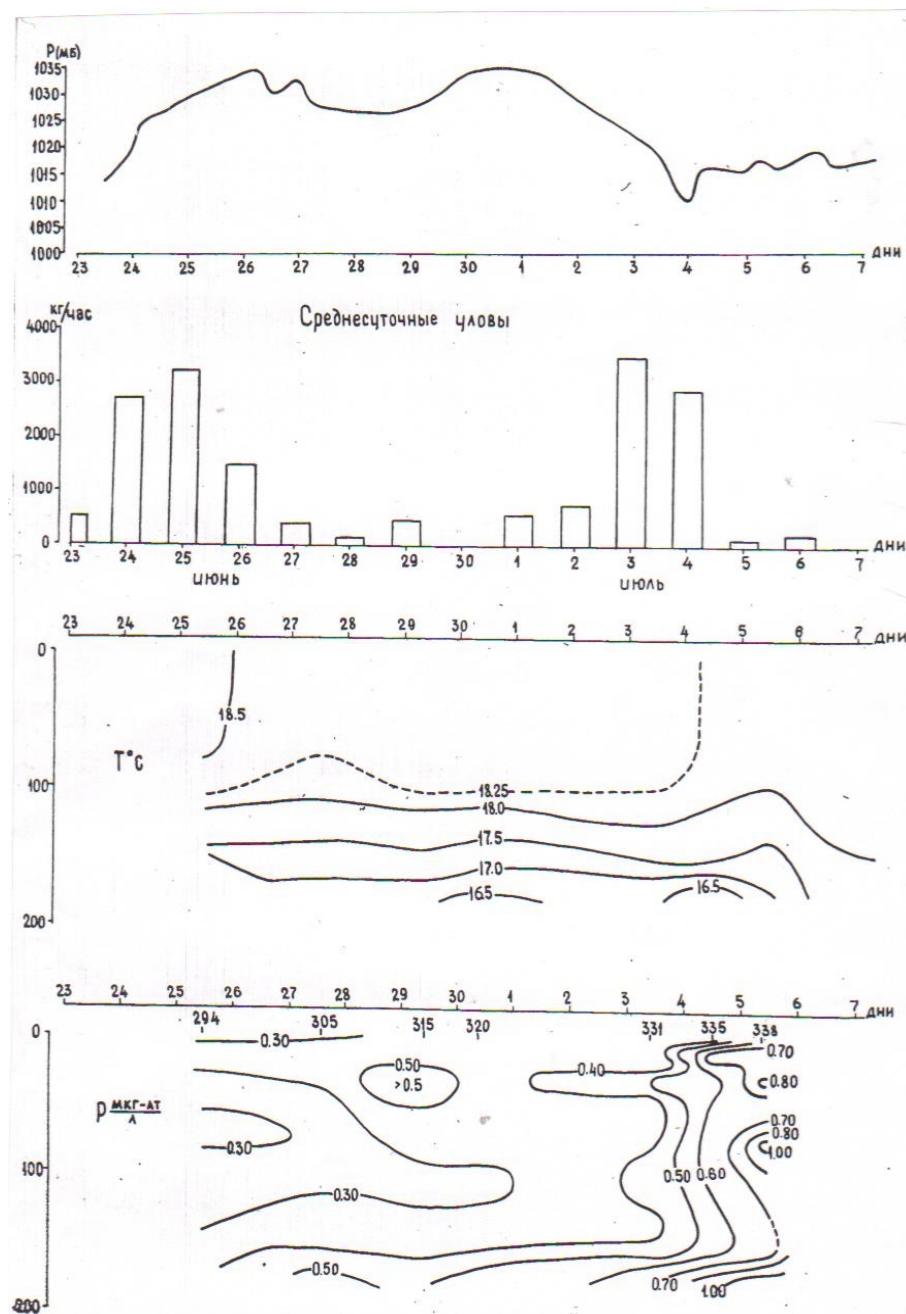


Рис. 6 Синоптическая изменчивость температуры, концентрации фосфатов, атмосферного давления и промысловой обстановки

Бровка шельфа в окраинных антарктических морях располагается, как правило, на глубинах 350-500 м, поэтому любое поднятие дна в шельфовой зоне способно генерировать топографический вихрь.

Основной особенностью вертикальной структуры вод шельфа является их вертикальная однородность. Формируясь в условиях антарктической зимы, они характеризуются низкими, близкими к точке замерзания, отрицательными температурами (-1,7 °C)-(-1,9 °C). Летом в верхней части образуется более теплый сезонный слой, толщина которого не превышает нескольких десятков метров. Таким образом, топографический вихрь затухает в нескольких десятках метров над поднятием и сам по себе не способен стать «гидродинамической ловушкой». Однако, как показали исследования, в отдельные годы в придонный слой вод шельфа поступают более теплые антарктические промежуточные воды, хорошо прослеживающиеся по повышению температуры в придонном слое. Это, в свою очередь, является предпосылкой для развития над шельфовыми банками конвективного пе-

ремешивания, способного привести даже к разрушению сезонного пикноклина и массовому поступлению криля в придонный слой, создавая благоприятную кормовую базу для формирования нагульных скоплений ледяной Вильсона. Как показали исследования, поступление теплых промежуточных вод в зону шельфа антарктических морей Содружества и Космонавтов связано с межгодовой изменчивостью интенсивности Антарктического Циркумполярного течения, ветвь которого отклоняется на юг подводным хребтом Кергелен и имеет квазитрехлетнюю периодичность [3]. Таким образом, для успешного освоения сырьевых ресурсов рыб шельфовой зоны моря Космонавтов следует учитывать наличие или отсутствие возможности поступления теплых вод в придонный слой, от которого зависит преобразование обычного топографического вихря в «гидродинамическую ловушку», улавливающую криль и доставляющую его к вершинам шельфовых банок, формируя нагульные скопления ледяной Вильсона [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод, что возможность преобразования топографического вихря в «гидродинамическую ловушку», способную не только улавливать пелагический макрозоопланктон из набегающего потока, но и транспортировать его вниз, к вершинам или склонам подводных гор, скапливая его в местах контакта «ловушки» со склонами поднятий и обеспечивая благоприятные для нагула скоплений донных рыб условия, – достаточно распространенное в Мировом океане явление. Предпосылкой этому является наличие тонкой структуры пограничного слоя, разделяющего водные массы. Такие пограничные слои формируются или в условиях «двойной диффузии», что свойственно антарктической структуре вод, или при конвекции в виде «солевых пальцев», что свойственно субтропической структуре. И в том, и в другом случае наблюдается разнонаправленный вклад вертикальных градиентов температуры и солености в градиент плотности. Происходящие при развитии дрейфовых течений периодические отрывы «ловушек» от порождающих их подводных гор, неблагоприятно сказывающиеся на текущей промысловой обстановке, способствуют постоянному обновлению кормовой базы рыб, позволяя существовать на поднятиях их промысловым популяциям. В этих условиях важное значение приобретает возможность краткосрочного прогнозирования особенностей атмосферной циркуляции, а также знание критических скоростей и направлений ветров, при которых происходят эти отрывы.

На шельфовых банках антарктических морей, кроме синоптической изменчивости, может наблюдаться и межгодовая, при которой в отдельные годы из-за отсутствия в придонном слое относительно теплых промежуточных вод шельфовая водная масса однородна и топографический вихрь не получает необходимого для формирования ловушки вертикального развития, так как изначально отсутствуют предпосылки для формирования тонкой структуры пограничного слоя и включения в вертикальное развитие вихря внутрислойного конвективного перемешивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырянов В.Н. 1982. Особенности морских течений в районах подводных гор и изолированных поднятий дна океана // Вихри Тейлора. Условия среды и продуктивность моря : Сб. научных трудов. С. 98-109.
2. Кудрянь Е.А. Особенности районов подводных гор Мирового океана // Геополитика и экogeодинамика регионов: Научный журнал. Т. 10. Вып. 1. Симферополь: КНЦ НАНУ. С. 676-679.
3. Ланин В.И., Елизаров А.А., Кукса В.И. 1978. О возможности использования известных элементов гидроструктуры при выделении перспективных районов и выявлении механизмов их формирования в Мировом океане // 3 съезд Советских океанологов, секция Биология океана. Ч. 1. Гидрометеоиздат. С. 165-167.
4. Ланин В.И., Пелевин А.С. 1988. Океанографические предпосылки рыбопродуктивности шельфовой зоны моря Космонавтов и условия формирования скоплений ледяной Вильсона // Биологические ресурсы талассобатиальной зоны Мирового океана : Тез. докл. Всесоюзного совещания по изучению рыбных ресурсов. М. С. 50-52.
5. Ланин В.И. 1985. Океанографические предпосылки формирования повышенной рыбопродуктивности антарктических банок // Биологические основы промыслового освоения открытых районов океана. М.: Наука. С. 210-221.

6. Ланин В.И. 1983. Макромасштабная пространственная неоднородность термохалинной структуры вод в Индоокеанском секторе Антарктики // Результаты океанографических исследований в пелагиали Индийского океана : Сборник научных трудов. М. С. 54-70.
7. Соловьев Б.С. 1979. Сырьевая база и перспективы промысла в Индийском океане за пределами 200-мильной зоны // Промысловые ресурсы открытой части Индийского океана и их использование : Труды ВНИРО. М. Т. 139а. С. 89-100.
8. Шуст К.В., Парфенович С.С., Герасимчук В.В. 1984. Распределение антарктической серебрянки в связи с океанологическими условиями ее обитания и особенностей биологии // Вопросы географии : Сб. Оceans and life. № 125. М.: Мысль. С. 193-200.

Поступила 29.04.15 г.

Fisheries productivity of seamounts, regularities in their formation and rational use. V. I. Lanin.

Regularities in fishery productivity formation were studied using the example of the seamounts, situated in the Subtropical and Antarctic zones of the Indian Ocean; they made it possible to explain synoptic and interannual variability of fishing conditions. Hydrophysical and hydrodynamic processes were considered, using the data, collected while conducting fisheries on the Antarctic banks Ob and Lena, and on the bank «150» of the West-Indian Ridge. It was concluded that, in the World Ocean, there is a possibility of transformation of a topographic vortex into a «hydrodynamic trap», which can not only capture pelagic mesoplankton from incoming flow, but also transport it to summits and slopes of the seamounts, aggregating it in the places, where a «trap» contacts with elevation slopes, providing conditions for feeding the bottom fish species aggregations. Fine structure of a boundary layer, formed either in «double diffusion» conditions (typical for the Antarctic water structure) or under the condition of «salt fingers» convection (typical for the Subtropical water structure), is considered as an important precondition for the described state. In both cases, multidirectional input of temperature and salinity lapse rates into density gradient can be observed. Occasional separations of «traps» from the seamounts generating them occur with the development of drift currents and affect negatively fisheries conditions; however, they facilitate constant replenishment of fish feed supply, making their commercial populations possible to exist on the elevations. It is recommended to do short-term forecasts of the atmospheric circulation peculiarities as well as consider the data on wind critical velocities and directions, which these separations occur under. It is shown that on the shelf banks of the Antarctic seas, interannual variability can occur beside a synoptic one. In the case of interannual variability, there can be years, when a topographic vortex does not demonstrate its vertical development, necessary for a «trap» formation. This is explained by the absence of relatively warm boundary waters in the bottom layer, resulting in homogeneity of shelf water masses; thus, leading to the absence of preconditions to form boundary level fine structure and include intralayer convective overturn in the vertical development of a vortex.

Keywords: seamounts, topographic vorticity, hydrodynamic trap, variability of fishing conditions, target species, zooplankton, benthos, temperature gradients, salinity gradients, Ob and Lena banks, West-Indian Ridge

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ РОССИЙСКО-УКРАИНСКОЙ КОМИССИИ ПО ВОПРОСАМ РЫБОЛОВСТВА В АЗОВСКОМ МОРЕ В СВЕТЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЮРИСДИКЦИИ КРЫМА

А. Н. Михайлюк

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: a.mikhaylyuk@mail.ru*

Выполнен анализ соответствия решений Российской-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море изменению юрисдикции п-ва Крым, произошедшему в 2014 году. При анализе учитывались такие обстоятельства, как отрицание Украиной смены юрисдикции полуострова Крым, отсутствие в настоящее время в Керченском проливе морских вод, находящихся под юрисдикцией Украины и, как следствие, потеря украинскими рыбаками правовых оснований для ведения промысла в Керченском проливе, а также отсутствие до настоящего времени делимитации Азовского моря. В результате проведенного анализа показано, что изменение юрисдикции п-ва Крым не требует существенной корректировки решений Комиссии. Хотя количество решений Комиссии, требующих уточнения вследствие изменения юрисдикции п-ва Крым, довольно велико, соответствующие уточнения носят частный характер. К ним относятся: целесообразность временного отказа от использования при разделе квот такого критерия, как традиционность рыболовства, необходимость исключения распределения между РФ и Украиной сетей для промысла пиленгаса в Керченском проливе, вопросы согласования проведения научных исследований, а также статус постоянного-действующего информационно-методического семинара.

Ключевые слова: Российско-Украинская Комиссия по вопросам рыболовства в Азовском море, Азовское море, Керченский пролив, промысел

Азовское море находится в пределах юрисдикции двух государств: Российской Федерации и Украины. Сотрудничество между ними в области управления биологическими ресурсами в этом водоеме осуществляется на основе Соглашения между Комитетом Российской Федерации по рыболовству и Государственным Комитетом Украины по рыбному хозяйству и рыбной промышленности по вопросам рыболовства в Азовском море от 1993 года (далее – Соглашение). Целью Соглашения является установление совместного пользования живыми ресурсами бассейна Азовского моря (статья 1). Для содействия реализации Соглашения учреждена Российско-Украинская Комиссия по вопросам рыболовства в Азовском море (далее – Комиссия). Деятельность Комиссии была освещена ранее [1]. Целью настоящей публикации является анализ соответствия традиционно принимаемых Комиссией решений касательно управления использованием биологических ресурсов в предстоящем году, а также ранее принятых ею решений длительного действия такому общеизвестному геополитическому факту, как изменение юрисдикции п-ва Крым, произошедшее в 2014 г.

Как известно, Соглашение заключено между центральными органами исполнительной власти в области рыбного хозяйства России и Украины (далее – Стороны). Представители этих органов (по одному-два от каждой Стороны) и образуют Комиссию. Соглашение не предусматривает официального участия в составе Комиссии представителей каких-либо административно-территориальных образований, хотя такие лица обычно включаются в состав делегаций в качестве советников и экспертов (следует иметь в виду, что советники и эксперты не являются членами Комиссии). Таким образом, с точки зрения представительства Сторон в Комиссии факт изменения юрисдикции п-ва Крым не имеет значения. Однако на работе Комиссии он, конечно, отражается: так, в состав россий-

ской делегации на 26 сессии, происходившей в Киеве 21-23 октября 2014 г., не были включены представители крымских организаций (видимо, из соображений безопасности). Их отсутствие привело к тому, что принятые на сессии решения в недостаточной степени учитывают интересы крымских пользователей, однако формально правомочность принятых на этой сессии решений от этого не пострадала. Очередная сессия Комиссии должна состояться в октябре 2015 г. на территории Российской Федерации. Это позволяет надеяться, что на 27 сессии представители крымских организаций будут включены в состав российской делегации и интересы крымских пользователей будут учтены в решениях Комиссии в большей степени, чем это было на 26 сессии. Наличие представителей крымских организаций в составе российской делегации может дать повод руководству украинской делегации выразить свой протест против этого, обусловленный тем, что Украина не признает смену юрисдикции п-ва Крым. Однако этот протест будет необоснованным, поскольку Соглашение никаким образом не регламентирует гражданство лиц, привлекаемых Стороной в качестве советника или эксперта (поэтому, даже если украинская Сторона считает п-в Крым украинским, это не дает ей оснований возражать против привлечения жителей Крыма в состав российской делегации).

Особый интерес представляет анализ изменения правовых оснований для ведения промысла пользователями обоих государств после изменения юрисдикции п-ва Крым. При заключении Соглашения Стороны исходили из предположения, что уже в скором времени акватория Азовского моря будет разграничена, и признали, что «каждая Сторона соглашается разрешать юридическим и физическим лицам другой Стороны вести промысел в своей части Азовского моря». Как уже указывалось ранее [2], приняв такую норму, Стороны Соглашения явно превысили свои полномочия. Кроме того, эта норма Соглашения противоречит действующему законодательству Российской Федерации, поскольку, согласно Федеральному закону «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» (ч. 2 ст. 20), иностранные пользователи могут вести промысел во внутренних морских водах и территориальном море Российской Федерации в порядке, предусмотренном федеральными законами и международными договорами Российской Федерации, подлежащими ратификации (как известно, Соглашение не предусматривает своей ратификации). Таким образом, норма Соглашения о согласии Сторон разрешать юридическим и физическим лицам другой Стороны вести промысел в своей части Азовского моря не создает никаких правовых последствий. Однако до сих пор делимитация Азовского моря не выполнена. Из-за отсутствия границы в Азовском море и в Керченском проливе рыбопромысловые суда обоих государств работали в пределах всей акватории этих объектов (естественно, в разрешенных для промысла районах). После изменения юрисдикции п-ва Крым оба берега Керченского пролива стали российскими, вследствие чего он полностью оказался под российской юрисдикцией. Поскольку в настоящее время в Керченском проливе отсутствуют морские воды, находящиеся под юрисдикцией Украины, то у украинских пользователей нет правовых оснований для ведения промысла в пределах этого географического объекта. В то же время, с точки зрения оптимального использования водных биоресурсов Азовского моря, может быть целесообразным сохранение возможности ведения промысла пользователями обоих государств. Впрочем, даже если российская Сторона не будет препятствовать ведению промысла украинскими пользователями в Керченском проливе, то вряд ли они займутся этим промыслом из-за организационных проблем.

Для Азовского моря из-за изменения юрисдикции п-ва Крым ситуация не меняется: в этом водном объекте имеются морские воды под юрисдикцией как России, так и Украины, граница между этими водами не установлена, что дает возможность пользователям этих государств работать в пределах всей акватории моря. Однако следует учитывать, что у крымских пользователей, в отличие от прочих российских пользователей, фактически будет отсутствовать возможность работы в северной части Азовского моря, прилегающей к украинскому побережью (точнее, севернее линии, установленной распоряжением Президента Украины от 06.10.98 № 515 в редакции распоряжения Президента Украины от 06.08.99 № 187/99-рп с учетом Указа Президента Украины от 24.11.09 № 963/2009). Объясняется это тем, что украинские контролирующие органы (пограничники и рыбоохрана) могут пресекать в зоне своей ответственности, определенной указанными выше нормативно-правовыми актами, промысел, осуществляемый крымскими пользователями, из-за несоответ-

ствия его украинскому законодательству, поскольку Украина не признает переход п-ва Крым под юрисдикцию России.

Важнейшей из функций Комиссии является определение общих допустимых уловов (далее – ОДУ) основных промысловых рыб Азовского моря и распределение ОДУ на национальные квоты. На деятельности Комиссии по определению ОДУ изменение юрисдикции п-ва Крым никак не отразится, поскольку ОДУ зависит от величины запасов водных биоресурсов, а не от государственного устройства. Для распределения ОДУ на квоты Комиссия на своей 11 сессии установила критерии, требующие учета при определении национальных квот вылова азовских промысловых рыб (п. 6.1 протокола). Одним из четырех учитываемых критериев является традиционность использования данного вида водных биоресурсов рыбодобывающими организациями, расположенными соответственно на территориях современных Российской Федерации и Украины. Уловы крымских рыбаков довольно значительны, поэтому изменение юрисдикции п-ва Крым должно существенно отразиться на значениях этого критерия. Поскольку Украина в настоящее время не признает изменения юрисдикции п-ва Крым, то критерий традиционности временно (до признания Украиной изменения юрисдикции) становится невозможным для использования. Впрочем, в последние годы Комиссия практически не использовала установленные ею критерии для распределения квот [1].

Другой важной функцией Комиссии, согласно Соглашению, является согласование мер регулирования и контроля промысла. Согласованные Комиссией меры регулирования промысла сведены в систему в принятом на 21 сессии документе «Меры регулирования промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря» (приложение 8 к протоколу). На следующих сессиях Комиссия принимала решения по изменению этого документа. Содержащиеся в нем меры регулирования одинаково относятся как к водам Российской Федерации, так и Украины (иными словами, они безотносительны к юрисдикции). Следовательно, изменение юрисдикции п-ва Крым никоим образом не влияет на содержание указанного документа.

Ежегодно Комиссия согласует изменение некоторых мер регулирования на предстоящий год. Большинство этих изменений также безотносительны к вопросам юрисдикции, и ее изменение относительно п-ва Крым на них никак не отразится. Однако для некоторых видов промысла Комиссия согласует ограничение общего количества используемых орудий лова и распределение этого количества между Сторонами. В этом случае изменение юрисдикции п-ва Крым имеет значение (хотя и косвенное) в силу того, что ранее крымские пользователи получали в таких случаях доступ к промыслу в украинской квоте, а теперь они получают этот доступ в пределах российской квоты. Это обстоятельство должно учитываться Комиссией при принятии решений, хотя на самой форме решений это не отразится. Последнее обусловлено тем, что в решениях о распределении орудий лова между Сторонами не упоминаются какие-либо административно-территориальные образования. Исключением из указанного является ежегодное согласование Комиссией ограничения количества сетей на промысле пиленгаса в Керченском проливе и распределения их между Сторонами. Как было показано выше, после смены юрисдикции п-ва Крым украинские пользователи потеряли правовые основания для ведения промысла в Керченском проливе. Поэтому Комиссия, ограничивая количество сетей в его пределах, с формально-правовой точки зрения не должна распределять их между Сторонами. Если же такой подход украинская Сторона посчитает неприемлемым для себя, то целесообразно вообще отказаться от такого ограничения (можно ввести его на национальном уровне). Тем не менее на 26 сессии Комиссия согласовала распределение сетей для промысла пиленгаса в Керченском проливе между Сторонами в 2015 г. (п. 7.2.3 протокола).

Для реализации функции согласования мер контроля над промыслом Комиссия ежегодно рассматривает вопросы координации взаимодействия Сторон в деятельности по охране рыбных запасов в Азовском море и Керченском проливе. По результатам этого рассмотрения принимается документ, определяющий порядок осуществления контроля над изъятием промысловыми судами водных биологических ресурсов в Азовском море и Керченском проливе на следующий год. Этот документ по мере возможности заполняет правовой пробел, образовавшийся вследствие отсутствия делимитации этих водных объектов и нерешенности вопросов юрисдикции при осуществлении контроля над промыслом, ведущимся в одних и тех же водных объектах пользователями двух разных госу-

дарств. Как уже указывалось выше, вследствие изменения юрисдикции п-ва Крым весь Керченский пролив оказался под юрисдикцией Российской Федерации. В силу этого, контроль над использованием ресурсов в пределах Керченского пролива вправе осуществлять только российские контролирующие органы. Вследствие этого принимаемый Комиссией на следующий год порядок должен распространяться только на Азовское море без упоминаний Керченского пролива. Тем не менее на 26 сессии Комиссия приняла «Порядок осуществления контроля изъятия промысловыми и иными судами водных биологических ресурсов в Азовском море и Керченском проливе на 2015 год». Следует отметить, что ранее Комиссия решила принять к сведению «информацию Украинской Стороны об осуществлении контроля изъятия водных биологических ресурсов в Азовском море и Керченском проливе специально уполномоченными органами Украинской Стороны от побережья Украины до линии, указанной в Распоряжениях Президента Украины № 515/рп и 187/рп, 1999 года¹» (п. 9.3 протокола 25 сессии). Очевидно, что данное «принятие к сведению» относительно ведения контроля над промыслом в Керченском проливе в настоящее время устарело.

Традиционно Комиссия значительное внимание уделяет согласованию научно-исследовательских работ, выполняемых рыбохозяйственными институтами Сторон и связанных с использованием водных биоресурсов. Перечни согласованных работ, выполняемых АзНИИРХ, ЮгНИРО и АзЮгНИРО (позднее – НИАМ, ныне – ИРЭМ), прилагались к протоколам сессий. После изменения юрисдикции п-ва Крым ЮгНИРО стал российским институтом. Очевидно, украинская Сторона будет возражать против того, чтобы в протоколах сессий Комиссии ЮгНИРО фигурировал как российский институт. Эту конфликтную ситуацию легко предотвратить, если в протоколе указывать только то, что соответствующие работы выполняются Сторонами, и не указывать конкретные организации Сторон. В соответствии с Соглашением экспедиции, проводимые в целях учета водных биоресурсов и океанологического мониторинга Азовского моря, выполняются по согласованным или совместным программам. Согласование программ осуществляется рыбохозяйственными научно-исследовательскими организациями Сторон (АзНИИРХ, ЮгНИРО и АзЮгНИРО/НИАМ/ИРЭМ). Процедура согласования программ научно-исследовательских работ институтов Сторон была определена на 25 сессии Комиссии (п. 5 протокола). В связи с изменением юрисдикции п-ва Крым, а вместе с ним и ЮгНИРО, возникает необходимость в корректировке установленной на 25 сессии процедуры согласования программ таким образом, чтобы в них не фигурировали названия институтов. Последнее, в свою очередь, обусловливает, чтобы программами работ при согласовании обменялись Стороны (т.е. центральные органы исполнительной власти в области рыбного хозяйства), а не непосредственно институты.

На 8 сессии (п. 9.1 протокола) Комиссия приняла решение о создании постоянно действующего информационно-методического семинара (далее – Семинар) на базе АзНИИРХ и ЮгНИРО (на тот момент АзЮгНИРО/НИАМ/ИРЭМ был структурным подразделением ЮгНИРО). Целью этого решения была разработка общей информационной системы, а Семинар рассматривался в качестве «первоочередного шага по ее реализации». На 10 сессии Комиссия утвердила Положение о постоянно действующем информационно-методическом семинаре (приложение 3 к протоколу). В качестве цели Семинара была определена унификация методик сбора и обработки полевых материалов по оценке запасов основных промысловых рыб Азовского моря, а также форм хранения первичных данных для создания в перспективе единой информационной системы. За прошедшее время указанные выше промежуточные задачи, по-видимому, были выполнены в достаточной степени, а о создании единой информационной системы было забыто, ввиду отсутствия необходимости в ней. Вследствие этого в последние годы работа Семинара носила формальный характер. В 2014 г. ЮгНИРО не принимал участия в работе Семинара. Поскольку изменение статуса ЮгНИРО создает серьезные организационные трудности для участия его в Семинаре, было бы целесообразным прекращение Комиссией деятельности Семинара под предлогом выполнения им своей функции. В случае возник-

¹ Приводимая в данном протоколе ссылка неточна; правильная ссылка была указана выше: распоряжение Президента Украины от 06.10.98 № 515 в редакции распоряжения Президента Украины от 06.08.99 г. № 187/99-рп с учетом Указа Президента Украины от 24.11.09 № 963/2009.

новения в будущем необходимости рассмотрения каких-либо информационно-методических вопросов, подготовку соответствующих рекомендаций Комиссия может поручить созданной ею Рабочей группе по научным исследованиям, оценке и рациональному использованию запасов водных биологических ресурсов (п. 3.2 Протокола 21 сессии) или создать для этого специальную рабочую группу. Следует отметить, что «Положение о Российско-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море» (далее – Положение), принятое на 1 сессии Комиссии, предусматривает: «По мере необходимости Комиссия может учреждать рабочие группы». При этом данный документ не предусматривает создания Комиссией каких-либо семинаров.

В соответствии с Соглашением (п. 4 ст. 7), Комиссия на первой сессии приняла свои «правила процедуры», изложенные в указанном выше Положении. Данный документ не требует никакой корректировки в связи с изменением юрисдикции п-ва Крым.

Хотя в Положении указано, что обмен корреспонденцией по вопросам, входящим в компетенцию Комиссии, производится непосредственно между представителями Сторон (п. 7 ст. 2), Комиссия поручила (п. 8.4 Протокола 9 сессии) АзНИИРХ и ЮгНИРО осуществлять обмен определенной Комиссией информацией. Еще ранее Комиссия «поручила АзНИИРХ и ЮгНИРО осуществлять контроль за подготовкой и предоставлением необходимой для работы Комиссии документации, а также ее хранение» (п. 7.2 Протокола 6 сессии). После изменения юрисдикции п-ва Крым эти поручения относительно ЮгНИРО устарели, и следует ожидать, что по инициативе украинской Стороны Комиссия для этих целей определит другую организацию.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что изменение юрисдикции п-ва Крым не требует существенной корректировки решений Комиссии. Хотя оно вызывает необходимость довольно большого количества уточнений этих решений, однако соответствующие уточнения носят частный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлюк А.Н. 2008. Российско-Украинская Комиссия по вопросам рыболовства в Азовском море как механизм совместного управления водными биоресурсами // Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-Черноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия: Материалы международной научной конференции, 15-18 декабря 2008 г. Ростов-на-Дону: [Б. и.]. С. 18-25.
2. Михайлюк А.Н. 2010. Проблемы управления биологическими ресурсами Азовского моря: международно-правовой аспект // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути решения: Международная научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского, г. Ростов-на-Дону, 20-23 сентября 2010 г. Ростов-на-Дону: [Б. и.]. С. 226-228.

Поступила 27.04.15 г.

Analysis of the decisions of the Russian-Ukrainian Commission on Fisheries Issues in the Azov Sea in relation to the jurisdiction changes in Crimea. A. N. Mikhaylyuk. *Conformity review of the decisions made by the Russian-Ukrainian Commission on Fisheries Issues in the Azov Sea with the jurisdiction changes in the Crimean Peninsula, which took place in 2014, is carried out. When analysing, a number of considerations were taken into account: refusal of Ukraine to accept the jurisdiction changes in Crimea, current absence of the water areas under the jurisdiction of Ukraine in the Kerch Strait, and, as a consequence, the loss of legal foundation for fisheries in the Kerch Strait for Ukrainian fishermen, as well as current absence of delimitation of the Azov Sea. Analysis results showed that the jurisdiction changes in the Crimean Peninsula do not necessitate significant adjustments to the Commission decisions. Although a great number of Commission decisions require amendments as the result of the jurisdiction changes, these amendments are minor. Among them are: reasonability of temporal abstention from the use of such criterion as «fishing tradition» during quota allocation, necessity to exclude allocation of the fishery nets, used for so-iuy mullet fishing in the Kerch Strait, between the Russian Federation and Ukraine, the issues of scientific studies coordination, status of the current information and methodology workshop.*

Keywords: Russian-Ukrainian Commission on Fisheries Issues in the Azov Sea, Azov Sea, Kerch Strait, fisheries management, biological resources, international agreements, fishery organizations

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКИХ МЕДУЗ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

С. Л. Козлова, В. В. Богомолова, Л. М. Есина, Л. М. Горобец

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: sveta.kerch@mail.ru*

*Работа посвящена анализу возможности использования черноморской медузы корнерот (*Rhizostoma pulmo*) в пищевых целях. Представлен обзор технологий и различных видов продукции из подобного сырья. Приведены материалы и методы исследований, использованные в экспериментальной части. В исследованиях выполнена токсикоэкологическая экспертиза черноморской медузы *Rhizostoma pulmo*, выловленной в декабре 2013 г. у побережья Крыма, по содержанию нормируемых токсичных элементов. Установлено, что этот вид сырья соответствует действующим нормам. В работе получены солено-сушеные полуфабрикаты из разделанной медузы по технологии посола в смеси поваренной соли и алюмокалиевых квасцов и последующим получением двух высушенных образцов с содержанием воды 60-70 и 8,5 %. Приведены экспериментальные данные по содержанию белка (8,8 %) в солено-сушеном полуфабрикате с массовой долей воды 8,5 %. Исследован аминокислотный состав белков данного продукта. Установлено, что скорее всех исследованных незаменимых аминокислот белковых веществ продукта больше 100 %. Определены режимы гидротермической обработки солено-сушеного продукта из черноморской медузы корнерота, обеспечивающие максимальный выход готового к употреблению продукта. Обработку необходимо проводить при 100 °C в течение 10 сек с последующим охлаждением водой. Этот режим обработки увеличивает выход готового к употреблению продукта на 9 %. Приведенные результаты органолептических исследований показывают, что готовая к употреблению продукция из черноморской медузы обладает требуемой хрустящей, упругой консистенцией. Наиболее привлекательная (нежная) консистенция характерна для варианта гидротермической обработки, одновременно обеспечивающего максимальный выход продукта.*

Ключевые слова: медуза, солено-сушеный полуфабрикат, тяжелые металлы, консистенция, пищевая продукция

ВВЕДЕНИЕ

По данным ФАО, в мире ежегодно добывается около 300 тыс. т медуз для использования в пищевых, кормовых и лечебных целях. В странах Европы и Юго-Восточной Азии медуз используют в пищу в виде солено-сушеного полуфабриката, который предварительно отмачивают, а затем термически обрабатывают с добавлением различных ингредиентов, специй, пряностей.

Так, из сцифоидной медузы *Stomolophus meleagris* изготавливают солено-сушеный продукт, содержащий в среднем 5,5 % белка, 68 % воды, 26 % золы и 25 % соли. Общая продолжительность обработки – 1 неделя. Посол проводят смесью поваренной соли (7,5-25 %) и квасцов (1-2,5 %) [10].

В Китае, как правило, продукция из медуз продается в упаковке, содержащей три пакета – медуза в рассоле, соус (рапсовое масло) и приправы (кусочки зеленого лука, соль и перец). Перед употреблением необходимо смешать содержимое всех пакетов. Продукт имеет хрустящую текстуру, соленый и немного кислый вкус [8].

Основным показателем продуктов из медуз является их консистенция, вкус играет второстепенную роль, он изначально нейтрален, а при добавлении различных ингредиентов принимает их вкусовые качества [12].

Из сцифоидных медуз *Catostylus mosaicus*, обитающих в водах Австралии, был разработан готовый к употреблению маринованный продукт. На первом этапе медузу разделяют и просаливают с использованием поваренной соли, квасцов и добавлением хлорной извести, затем направляют на удаление жидкости. Продолжительность обработки составляет около 15 суток. Полученный полуфабрикат, содержащий 26 % поваренной соли и 70 % воды, промывают водой для обессоливания, нарезают полосками толщиной около 3 мм. Полоски направляют на гидротермическую обработку в пресной воде с температурой 80 °C в течение 10 мин, охлаждают в воде, выдерживают для регидратации при комнатной температуре в течение 3 ч. На завершающем этапе к полоскам из медузы добавляют маринад в количестве 20 % от массы продукта [12].

В ТИНРО разработана технология пресервов из тихоокеанских сцифоидных медуз аурелии (*Aurelia aurita*) и ропилемы (*Rhopilema asamushi*): «Медуза в винном соусе», «Медуза в белом вине со специями», «Медуза в тминно-масляной заливке», кулинарной продукции (салаты, «Морская капуста, фаршированная рисом и медузой») и напитков из медузы («Тыквенно-томатный», «Витаминный», «Коктейль-aperитив» и др.) [2].

Технология производства этих пресервов включает следующие операции: разделывание медузы, удаление загрязнений, синерезис (выдерживание 2-3 ч при температуре 2-6 °C для осмотического выделения жидкости), посол в комплексной фиксирующей среде – 15 % раствор NaCl с содержанием 5 %-го отвара коры дуба (при температуре 2-6 °C), нарезка полуфабриката, укладывание в банки, заливка соусом или смешивание с другими компонентами по рецептуре, укупоривание, созревание (48 ч при температуре 4 °C), хранение (при температуре 0-5 °C в течение 3 мес.). Ломтики медузы в пресервах имеют желеобразную консистенцию, обладают привкусом и ароматом внесенных компонентов [6].

В Японии разработан способ получения сладкой медузы путем ее трехкратного погружения в концентрированный фруктовый сок с полисахаридами (мальтоза или гидрогенизированная крахмальная патока) и последующего удаления жидкости из медузы [11]. Подобный продукт был получен из аурелии Азово-Черноморского бассейна (*Aurelia aurita*) [1]. Он представляет собой прозрачные эластичные пластинки розового цвета с легким запахом ягод и кисло-сладким вкусом (за счет выдерживания отмоченной солено-сушеным медузой в малиновом сиропе) без посторонних привкусов и запахов.

Наряду с пищевыми продуктами разработана кормовая добавка из медуз для рыб и моллюсков, способная придавать гидробионтам устойчивость к болезням, а также способствовать повышению выживаемости рыбы и моллюсков [13].

В США разработаны перевязочные материалы из коллагена сцифоидной медузы *Rhopilema pomadica*, обладающие повышенными свойствами пролиферации фибробластов при заживлении ран. К ткани медузы добавляли кислоту для получения раствора соли коллагена, затем раствор перемешивали для образования вязкого коллоидного геля, из которого формировали пленки (повязки) толщиной 25-100 мкм [7].

Среди добываемых медуз наиболее ценными считаются представители класса сцифоидных (*Scyphozoa*), к которым также принадлежат медузы Черного моря – корнерот (*Rhizostoma pulmo*) и аурелия (*Aurelia aurita*). Их запасы в Черном море весьма значительны [4] и практически не используются, что определяет необходимость и актуальность проведения исследований по разработке технологий продуктов различного назначения из этих видов сырья.

В соответствии с вышеизложенным, целью исследования являлось изучение возможности производства пищевой продукции из медуз Черного моря, характеризующейся высокими потребительскими свойствами.

Для достижения поставленной цели в работе рассматривались следующие задачи:

- дать токсикоэкологическую характеристику черноморской медузы по содержанию нормируемых токсичных элементов;
- получить солено-сушеный полуфабрикат из медузы;
- исследовать химический состав и рассчитать аминокислотный скор полученных продуктов;
- определить органолептические характеристики солено-сушеным медузой после ее гидротермической обработки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сырьем в исследованиях служила свежая черноморская медуза корнерот (*Rhizostoma pulmo*), выловленная в декабре 2013 г. у побережья Крыма в р-не п. Заветное.

Сырье перед направлением в обработку разделяли с удалением щупалец и желудка. Обработку разделанного полуфабриката проводили по наиболее оптимальной для данного вида сырья [3] технологии, рекомендованной Hsieh Y-H.P. [9]:

- выдерживание зонтиков медуз в течение 2 недель при температуре 4 ± 2 °C в смеси поваренной соли и алюмокалиевых квасцов (100 частей соли и 15 частей квасцов в расчете 10 % массы смеси от массы зонтиков);
- конвективное высушивание при температуре воздуха 18 ± 2 °C.

Сушку проводили до получения продукта с содержанием воды 60-70 % (соленый полуфабрикат – СП) и 8,5 % (солено-сущеный полуфабрикат – ССП).

Для последующей гидротермической обработки СП отмачивали в воде в течение 3-4 ч до содержания соли поваренной 0,8-1,2 %, нарезали на полоски толщиной около 1 см и помещали в кипящую воду на несколько секунд для получения хрустящей консистенции продукта.

Полученные продукты из черноморской медузы оценивали по содержанию белка и воды, которые определяли в соответствии с ГОСТ 7636-85. Качество белка продукта оценивали по аминокислотному скому его белков. Содержание аминокислот определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе Hitachi с последующей компьютерной обработкой данных по программе Мультихром для Windows. Количество токсичных элементов определяли методом атомной абсорбции с применением пламенного спектрофотометра AAS-30 Carl Zeiss. Содержание ртути – анализатором HG-1 Hiranuma.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таблица 1

Содержание токсичных элементов
в свежей медузе

Токсичные элементы	Содержание в медузе, мг/кг	Допустимый уровень, мг/кг
Свинец	0,070	не более 10,0
Кадмий	0,010	не более 2,0
Ртуть	0,007	не более 0,2

Экспериментальные данные по содержанию токсичных элементов в свежей медузе представлены в табл. 1.

Из представленных данных следует, что содержание токсичных элементов в свежей медузе не превышает установленные нормы [5].

Исследования общего химического состава продукта с пониженной влажностью ССП из медуз показали, что он содержит 8,8 % белка и 8,5 % воды. Аминокислотный скор белков ССП представлен в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика биологической ценности белков солено-сущеного полуфабриката из медузы

Аминокислоты	Содержание аминокислот в солено-сущеном полуфабрикате из медуз, мг/100 г белка	Содержание аминокислот в идеальном белке (по ФАО), мг/100 г белка	Аминокислотный скор белков солено-сущеного полуфабриката из медуз, %
Валин	5159,7	5000,0	103,2
Изолейцин	4619,1	4000,0	115,5
Лейцин	8108,1	7000,0	115,8
Лизин	9189,1	5500,0	167,1
Метионин+цистин	4029,3	3500,0	115,1
Тreonин	4373,4	4000,0	109,3
Фенилаланин+тирозин	7272,6	6000,0	121,2

Из приведенных данных следует, что скор всех исследованных незаменимых аминокислот ССП из медузы больше 100 %. Это свидетельствует о высокой биологической ценности белков данного продукта.

Результаты органолептических исследований СП в зависимости от режимов гидротермической обработки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика образцов СП при различных режимах гидротермической обработки

№ варианта обработки	Продолжительность выдерживания в кипящей воде, сек	Потери массы продукта, %	Консистенция
1	10	-6,5	Хрустящая (сочный хруст), упругая
2	10+холодная вода	+9	Хрустящая (сочный хруст), но более нежная текстура
3	15	-4	Хрустящая (сочный хруст), упругая
4	30	-15	Хрустящая (сочный хруст), упругая
5	60	-12	Хрустящая (сочный хруст), но более нежная текстура

В результате проведенных исследований установлено, что гидротермическая обработка при 100 °C в течение 10 сек с последующим охлаждением водой позволяет увеличить выход готового к употреблению продукта на 9%. Все исследуемые образцы обладали требуемой хрустящей, упругой консистенцией. В то же время было отмечено, что наиболее привлекательная (нежная) консистенция характерна для вариантов гидротермической обработки № 2 и 6. С учетом повышенного выхода продукта во втором варианте обработки, он может быть рекомендован для приготовления готового к употреблению продукта из черноморской медузы корнерот (*Rhizostoma pulmo*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экспериментально установлено, что содержание токсичных элементов в медузах Черного моря, выловленных в декабре 2013 г. у побережья Крыма в р-не п. Заветное, не превышает установленные нормы.
2. Доказана высокая биологическая ценность белков солено-сушеного продукта из медузы. Скор всех исследованных незаменимых аминокислот превышает 100 %.
3. Установлено, что гидротермическая обработка при 100 °C в течение 10 сек с последующим охлаждением водой позволяет значительно увеличить выход готового продукта с одновременным достижением традиционных органолептических характеристик.
4. Проведенными исследованиями показана возможность и целесообразность производства солено-сушеных продуктов из медуз Черного моря.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Артемову Роману Викторовичу (ФГБНУ «ВНИРО») за помощь в определении аминокислотного состава исследуемого продукта, а также Иванюте Алле Петровне (ФГБНУ «ЮгНИРО») – за помощь в определении содержания тяжелых металлов в сырье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолова В.В., Козлова С.Л. 2014. «Кришталеве м'ясо» медузи // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді. Харків: ХДУХТ. Ч. 1. С. 3.

2. Воробьев В.В., Юферова А.А., Базилевич В.И. 2008. Функциональные свойства продуктов питания из сцифоидных медуз // Рыбное хозяйство. № 3. С. 101-103.
3. Козлова С.Л., Богомолова В.В. 2013. Сравнительный анализ технологий посола медуз // Інтегроване управління водними ресурсами. Київ: ДІА. С. 386-391.
4. Новиков Н.П., Ребик С.Т., Тимохин, И.Г. 2011. Черноморские медузы как потенциальный объект промысла // Труды ЮГНИРО. Керч: ЮГНИРО. Т. 49. С. 40-46.
5. Онищенко Г.Г. 2011. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14.11.2001 № 36 (ред. от 06.07.2011) «О введении в действие Санитарных правил» (вместе с «СанПиН 2.3.2.1078-01. 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.11.2001) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.03.2002 N 3326). Доступно через: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5214/. 24.02.2015.
5. Юферова А.А. 2009. Биотехнологическое обоснование получения пищевой продукции из промысловых медуз. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Владивосток. 24 с.
6. Angel S. 2010. Colloidal collagen burn wound dressing produced from jellyfish. Доступно через: <http://www.google.de/patents/US20100285102>. 24.02.2015.
8. Chan R. 2012. YKOF Instant Natural Jellyfish. Доступно через: <http://roseschan.blogspot.com/2012/09/ykof-instant-natural-jellyfish.html>. 24.02.2015.
9. Hsieh Y-H.P., Rudloe J. 1994. Potential of utilizing jellyfish as food in Western countries // Trends in Food Science & Technology. Vol. 5. Issue 7. P. 225-229.
10. Huang YAO-W. 1988. Cannonball Jellyfish (*Stomolophus meleagris*) as a Food Resource // Journal of Food Science. Vol. 53. Issue 2. P. 341-343.
11. Mikio I. 2010. Method for producing jellyfish sweet. Доступно через: <http://www.freepatentsonline.com/JP2010200718.html>. 24.02.2015.
12. Poole S., Edwards J., Naidoo R. 2002. Creating a shelf stable marinated jellyfish product from the underutilised species *Catosylus mosaicus*. Hamilton: AFFS – Food Technology Queensland Department of Primary Industries. 104 p.
13. Takuya S., Shinichi K., Taro K., Takafumi M., Genichiro S., Hiroyuki I., Kanji D., Ryusuke S., Junichi M. 2012. Feed additive for fish and shellfish and feed for fish and shellfish using the same. Доступно через: <http://www.freepatentsonline.com/JP2012157338.html>. 24.02.2015.

Поступила 10.03.15 г.

Study of the possibility to apply the Black Sea jellyfish in food technology. S. L. Kozlova, V. V. Bogomolova, L. M. Esina, L. M. Gorobets. Possibility of using the Black Sea jellyfish *Rhizostoma (Rhizostoma pulmo)* for food purposes is analysed. Review of various practices and product types of such base material is presented. Literature data and methods, applied during the experiments, are presented. Toxicological expert evaluation of the regulated toxic elements content was carried out for the Black Sea jellyfish *Rhizostoma pulmo*, captured off the Crimean coast in December, 2013. It was found out that this type of raw material conforms to operating standards. During the research, dried salted semi-products made of cleaned jellyfish were treated with brine in the mixture of sodium chloride and aluminium potassium sulphate, with further drying up. Two samples with 60-70 and 8.5 % of water content were obtained. The experimental data on protein content (8.8 %) in dried salted semi-product with 8.5 % of water content are presented. Amino-acid composition of the proteins in this product is studied. It is marked that the score of all studied essential amino-acids of the product protein substance exceeds 100 %. The regimes of hydrothermal treatment for dried salted product of the Black Sea jellyfish *Rhizostoma*, which ensure the highest possible yield of ready-to-serve product, are identified. The treatment is recommended to be carried out under the temperature of 100 degree Celsius for 10 seconds, with the subsequent hydrocooling. This treatment regime increases the yield of ready-to-serve product by 9 %. The presented results of organoleptic examination show that the ready-to-serve product, made of the Black Sea jellyfish, has the required crunchy, elastic texture. The most desirable (tender) texture is characteristic of the hydrothermal treatment that also ensures the highest possible yield of the product.

Keywords: jellyfish, dried salted semi-prepared product, consistency, heavy metals, food products

РАЗРАБОТКА МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА НА ПРЕСЕРВЫ ИЗ МИДИЙ

Л. М. Есина, С. Л. Козлова

*ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: yugniro@mail.ru*

*В статье приведены основные положения, которые были рассмотрены при разработке межгосударственного стандарта на пресервы из мидий. Исследованы размерно-массовые характеристики черноморских мидий естественных популяций, направляемых на производство пресервов. Определен выход мяса, извлекаемого из створок мидий после их предварительного бланирования, а также потери мяса мидий при различных способах последующей тепловой обработки. С целью сокращения производственных потерь показана целесообразность замены процесса обжаривания в технологической схеме производства пресервов на гидротермическую обработку в кипящей воде. Установлен ассортимент пресервов, включенный в стандарт и допускающий для их производства использование мидий родов *Mytilus* и *Ctenomytilus*. Определено, что по органолептическим показателям и содержанию мяса мидий опытные образцы пресервов соответствовали показателям, установленным стандартом. В работе были проанализированы нормативные правовые акты в сфере безопасности продукции. В перечень показателей безопасности, контролируемых в пресервах, включены токсичные элементы, диоксины, фикотоксины, микробиологические показатели, генно-модифицированные организмы. Были рассмотрены вопросы маркировки пресервов в соответствии с требованиями технического регламента в части маркировки пищевой продукции. Рекомендованы сроки годности пресервов и режимы их хранения. Для гибкого применения стандарта предоставлена возможность изготовителям устанавливать срок годности пресервов, отличающийся от рекомендованного срока. Разработанный стандарт прошел процедуры согласования с межгосударственным комитетом стандартизации в области консервирования, голосования национальными органами по стандартизации, заинтересованными в применении стандарта на пресервы из мидий. Разработанный на основании проведенных работ стандарт был принят Росстандартом и вступает в действие в январе 2017 г.*

Ключевые слова: ассортимент, безопасность, межгосударственный стандарт, мидии, показатели качества, пресервы, технический регламент

ВСТУПЛЕНИЕ

Высокие объемы мировой добычи мидий обусловлены уникальным составом их мяса. Мясо мидий содержит 6-13 % белка, в котором имеется значительное количество таких незаменимых аминокислот, как тирозин, лизин, лейцин, аргинин, гистидин. В составе мидий 0,5-2,4 % липидов, имеющих большую биологическую ценность, т.к. на 30-40 % они состоят из незаменимых для организма человека полиненасыщенных жирных кислот омега 3 и омега 6 – докозагексаеновой, линолевой, арахидоновой и др. [16]. Мясо мидий содержит легкоусвояемый гликоген, витамины B₆, PP, более 30 микроэлементов, а также высокую концентрацию витаминов группы А, В (B₁, B₂, B₆, B₁₂), D, PP, экстрактивные вещества, придающие мясу приятный вкус и аромат и возбуждающие аппетит. В мясе мидий много минеральных элементов: фосфора, калия, кальция, железа, меди, кобальта, марганца, цинка, йода. Кроме того, имеются и редко встречающиеся элементы: серебро, титан, ванадий, никель, молибден, необходимые для жизнедеятельности человека [9, 21].

Пресервы из мидий в соусах, маринаде и заливках характеризуются оригинальными рецепттурами, в состав которых входят овощи и фрукты. Готовое к употреблению мясо мидий в сочетании с овощными и фруктовыми гарнитурами, с различными заливками и соусами может удовлетворить самые изысканные вкусы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время отсутствует документ, устанавливающий на межгосударственном уровне требования к пресервам из мидий и выполняющий функции доказательной базы соответствия продукции требованиям технических регламентов Таможенного союза. В отраслевом сборнике технологических инструкций содержится только описание технологии изготовления пресервов из кальмара, морского гребешка и трубача. Следует отметить, что на международном уровне также отсутствует аналог разрабатываемого проекта стандарта. Комиссией Кодекс Алиментариус установлены требования только к живым и сырьем (охлажденным и замороженным) двустворчатым моллюскам [22].

Основными целями разработки ГОСТ «Пресервы из мидий» являются:

- расширение ассортимента пресервов, выпускаемых из мидий;
- реализация требований ФЗ «О техническом регулировании» [12] и создание доказательной базы соответствия продукции положениям и требованиям технических регламентов Таможенного союза [14, 18];
- повышение уровня безопасности продукции для жизни и здоровья человека, обеспечение ее качества и конкурентоспособности [11];
- защита прав потребителей [10].

Для достижения указанных целей поставлены и решены следующие задачи:

- приведение разрабатываемого стандарта в соответствие с требованиями межгосударственной системы стандартизации [2, 3], технических регламентов Таможенного союза [17-19], действующих санитарно-эпидемиологических норм и правил [1, 7];
- уточнение характеристик и норм отдельных показателей, уточнение номенклатуры показателей [5];
- унификация требований в части маркировки, упаковки, правил приемки и методов контроля.

Проект стандарта разработан и оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5-2001 [4].

Областью применения разработанного стандарта являются пресервы из мидий в соусах, различных заливках, маринаде или масле с добавлением или без добавления пищевых компонентов. Такая широкая сфера действия стандарта позволит включать в стандарт другой ассортимент, если готовая продукция будет отвечать требованиям, установленным стандартом. Видовой состав мидий, которые могут быть использованы для производства пресервов, включает виды родов *Mytilus* и *Crenomytilus* [13].

При этом допускается использование мидий, добываемых/выращиваемых не только в прибрежных водах России (мидия черноморская, мидия тихоокеанская, мидия дальневосточная), но и мидий из других территориальных вод, которые могут быть импортированы (мидия чилийская, мидия корейская, мидия австралийская).

За основу при разработке межгосударственного стандарта «Пресервы из мидий» был взят документ отраслевого уровня СОУ 15.2-34821206-019:2008 «Пресервы из мидий. Технические условия» [15], которым ранее руководствовались предприятия Крыма. Все необходимые данные (рецептуры, нормы закладки, технологические параметры) для выпуска пресервов имеются в технологической инструкции по производству пресервов из мидий [20].

В соответствии с [14], в готовых пресервах установлена минимальная массовая доля мяса мидий – не менее 55 %. В связи с этим для определения соответствия пресервов, изготовленных по технологической инструкции [20], показателю «Массовая доля составных частей» были приготовлены следующие образцы пресервов, рецептуры которых представлены в таблице.

Для образцов использовались живые мидии естественных популяций Черного моря. Средняя длина створок мидий составляла 6,7 см (max – 7,8 см; min – 5,3 см), средняя масса одного экземпляра – 22,5 г. Выход бланшированного мяса мидий составил 15,7 %.

в г на 1 условную банку

Название компонента	Наименование пресервов		
	Мидии в майонезном соусе «Жемчужина»	Мидии с болгарским перцем в маринаде	Мидии «Острые»
Мидии вареные	185	185	—
Мидии обжаренные	—	—	185
Майонез	101	—	—
Масло растительное	—	—	146
Лук	25	—	—
Болгарский перец	—	50	—
Чеснок	—	—	7
Пряный отвар	36	111,2	—
Кислота лимонная		0,8	—
Кислота уксусная, раствор концентрацией 90 г/дм ³	—	—	9
Раствор бензойнокислого натрия концентрацией 100 г/дм ³	3	3	3

По технологической инструкции бланшированное мясо мидий перед закладкой в банку должно повторно пройти тепловую обработку (варку или обжаривание) с целью уменьшения бактериальной обсемененности. При этом потери мяса мидий после варки в кипящей воде от 3 до 5 мин составили 11,3 % от массы бланшированного мяса мидий, а после обжаривания в растительном масле в течение 5-7 мин – 34,7 % от массы бланшированных мидий. Как видно, потери при обжаривании мидий значительно превышают потери при варке мидий. В связи с этим с целью уменьшения потерь мяса мидий и удешевления готового продукта при разработке технологической инструкции к ГОСТ «Пресервы из мидий» (на замену ТИ [20]) следует рассмотреть вопрос о замене процесса обжаривания бланшированного мяса мидий на процесс варки.

Показатель «Массовая доля составных частей» определяли в образцах пресервов в соответствии с ГОСТ 26664-85 [6] после выдерживания пресервов в течение 11 суток при температуре минус 2 °С.

Массовая доля мидий составила:

- 75,8 % в пресервах «Мидии в майонезном соусе «Жемчужина»;
- 59,6 % в пресервах «Мидии с болгарским перцем в маринаде»;
- 58,7 в пресервах «Мидии «Острые».

Таким образом, рецептуры, нормы закладки пресервов по ТИ [20] гарантируют изготовление пресервов с массовой долей мяса мидий не менее 55 %.

На основании анализа ТИ [20], а также с целью более полного информирования потребителя о свойствах продукта были уточнены наименования некоторых пресервов, и в проект стандарта был включен следующий ассортимент пресервов:

- Мидии в ароматизированном масле;
- Мидии в майонезно-горчичной заливке;
- Мидии в майонезно-свекольном соусе;
- Мидии в майонезном соусе «Жемчужина»;
- Мидии в маринаде;
- Мидии в пикантной заливке;
- Мидии в томатном соусе «Огонек»;
- Мидии с болгарским перцем в маринаде;
- Мидии с луком в уксусно-масляной заливке;
- Мидии со сливами в пряной заливке.

Стандартом допускается указывать в наименовании пресервов товарное наименование мидий. Например, при использовании черноморских мидий товарное наименование «Мидии в маринаде» может быть заменено при маркировке на «Мидии черноморские в маринаде». Это позволит более полно информировать потребителя о свойствах продукта, подчеркнуть привлекательность данного продукта, изготовленного из отечественного сырья, в данном случае – из черноморских мидий.

Перечень контролируемых стандартом физических и химических показателей был составлен с учетом ГОСТ 4.31-82 [5] и включает в себя следующие показатели: «Массовая доля поваренной соли» (1,5-3,0 %), «Массовая доля составных частей» (мяса мидий не менее 55 %), «Общая кислотность (в пересчете на уксусную кислоту)» (от 0,2 % до 1,0 %), «Массовая доля минеральных примесей (песка, известковых образований «жемчуга»)» (не более 0,07 %), «Массовая доля бензойнокислого натрия» (не более 0,1 %).

Требования к показателям «Вкус» и «Запах» изложены в общепринятой редакции. Характеристика консистенции изложена отдельно для мяса мидий, овощей и фруктов. Мясо мидий должно быть целым. Допускается нарушение целостности мяса в отдельных экземплярах. В результате механических операций при извлечении мяса из створок может происходить разрыв мантии.

В стандарте приведена характеристика состояния овощей, фруктов и заливки, включены требования к характеристике разделки. При разделке мидий удаляют створки мидий и биссус. Удаление при разделке желудка, печени, кишечника, жабр не обязательно, поскольку для производства пресервов используются в основном культивируемые мидии, биотехнология их выращивания предусматривает процесс отсадки (выдержки) мидий в емкостях с проточной водой с целью их очистки [8].

Подраздел «Маркировка» стандарта изложен в общепринятой редакции. В стандарт включена ссылка на ТР ТС 022/2011 [19], оговаривается обязательное указание срока годности пресервов, а также надписи: «Изготовлено из мидий аквакультуры» – для пресервов, изготовленных из мидий, являющихся объектом аквакультуры.

В разделе «Правила приемки» определены порядок и периодичность контроля показателей качества и безопасности пресервов. В результате анализа показателей безопасности в соответствии с Едиными требованиями Таможенного Союза [7], СанПиН 2.3.2.1078-01 [1] и проектом ТР ТС «О безопасности пищевой рыбной продукции» [14] в пресервах из мидий должны нормироваться следующие показатели:

- токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, олово (в сборной жестяной таре), хром (в хромированной таре);
- диоксины;
- фикотоксины (сакситоксин, домоевая кислота, окадаиковая кислота);
- микробиологические показатели (патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы; *L. monocytogenes*, МАФАМ, БГКП (coliформы), *S. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии, плесени, дрожжи).

Также в перечень контролируемых показателей включены генно-модифицированные организмы (ГМО), поскольку в рецептурах пресервов содержатся компоненты (овощи, растительное масло), которые, предположительно, могут содержать ГМО.

Контроль пресервов из мидий по паразитологическим показателям не предусмотрен [1, 14, 18].

В соответствии с [1], для объектов промысла прудовых и садкового содержания должны определяться антибиотики тетрациклической группы, однако разведение мидий происходит в морской акватории, поэтому применение антибиотиков не осуществляется, и требование по контролю данного показателя не включено в проект стандарта.

В стандарте приведены рекомендуемые условия хранения и срок годности пресервов – не более 3 месяцев с даты изготовления при температуре от минус 2 °С до минус 6 °С. В то же время в соответствии с принятым порядком и с учетом требований нормативных правовых актов в области безопасности пищевой продукции государства, принявшего стандарт, изготовитель может установить другой срок годности пресервов, отличающийся от срока, указанного в стандарте.

Проект стандарта был согласован членами МТК 299 «Консервы и пресервы из рыбы и нерыбных объектов, тара, методы контроля». Окончательная редакция ГОСТ «Пресервы из мидий» направлена для размещения на сайте АИС МГС с целью его рассмотрения и голосования национальными органами по стандартизации, заинтересованными в применении данного стандарта [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект стандарта «Пресервы из мидий. Технические условия» разработан в соответствии с требованиями межгосударственной системы стандартизации и обеспечивает создание доказательной базы соответствия продукции требованиям технических регламентов Таможенного союза.

В стандарте реализованы требования Федерального Закона «О техническом регулировании», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», а также учтены положения проекта ТР ТС «О безопасности пищевой рыбной продукции», прошедшего внутригосударственное согласование и призванного осуществлять правовое регулирование в области установления обязательных требований безопасности продукции из водных биологических ресурсов.

Внедрение межгосударственного стандарта на пресервы из мидий будет способствовать расширению географии поставок продукции, удовлетворению требований потребителей, повышению уровня безопасности продукции для жизни и здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (с изменениями и дополнениями): СанПиН 2.3.2.1078-01, URL : gosstandart.info/documents/sanpin2.3.2.1078-01.doc.
2. ГОСТ 1.0-92 Межгосударственная система стандартизации. Основные положения. 2003. М.: Изд-во стандартов. 8 с.
3. ГОСТ 1.2-2009 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены. 2010. М.: Изд-во стандартов. 19 с.
4. ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. 2002. М.: Изд-во стандартов. 68 с.
5. ГОСТ 4.31-82 Система показателей качества продукции. Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Номенклатура показателей. 1983. М.: Изд-во стандартов. 30 с.
6. ГОСТ 26664-85 Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей. 1986. М.: Изд-во стандартов. 9 с.
7. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные решением Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299, URL : http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx.
8. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю мидий в районах их выращивания, на обрабатывающих предприятиях и по очистке мидий от бактериального загрязнения, утвержденная главным санитарным врачом СССР 31.12.1987. Керчь. 1988. 61 с.
9. Маркультура мидий на Черном море. 2007 / под ред. В.Н. Иванова. Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика». С. 168-179.
10. Защитите прав потребителя: федер. закон от 17.12.1999 № 212-ФЗ, URL : http://www.consultant.ru/popular/consumerism/
11. О качестве и безопасности пищевых продуктов: федер. закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ, URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173383/
12. О техническом регулировании: федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ, URL : http://www.consultant.ru/popular/techreg/
13. Приказ Минсельхоза России от 16 октября 2012 г. № 548 об утверждении перечней видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное рыболовство и прибрежное рыболовство / ред. от 27.01.2014, URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160409/
14. Проект Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой рыбной продукции», URL: http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20Fish.pdf.
15. COУ 15.2-34821206-019:2008 Пресервы из мидий. Технические условия. 2008. Керчь: ЮгНИРО. 25 с.
16. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. 1999 / Под ред. В.П. Быкова. М.: ВНИРО. С. 80-91.

17. Технический регламент Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки», URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Documents/TR%20TS%20Upakovka.pdf>.
18. Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>.
19. Технический регламент Таможенного союза 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf>.
20. ТИ 15.2-34821206-011:2008 Технологическая инструкция по изготовлению пресервов из мидий. 2008. Керчь: ЮгНИРО. 22 с.
21. Трощенко О.А. 2008. Инвестиционная привлекательность марикультуры двустворчатых моллюсков у берегов Крыма // Материалы III Международной конференции : Современные проблемы экологии Азовско-Черноморского региона / А.А. Субботин, С.В. Щуров. Керчь: ЮгНИРО. С. 30-37.
22. CODEX STAN 292-2008 STANDARD FOR LIVE AND RAW BIVALVE MOLLUSCS (Стандарт на живые и сырье двустворчатые моллюски), URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/>

Поступила 10.03.15 г.

Development of the International Standard on mussel preserves. L. M. Esina, S. L. Kozlova. *The main provisions that were considered during the development of interstate standard on mussel preserves are presented. Weight and dimensional measurements of the Black Sea mussels from natural populations, forwarded to preserve production, are studied. The yield of meat, extracted from mussel shells after their preliminary blanching, is studied, as well as the loss of mussel meat during various methods of subsequent thermal treatment. In order to reduce production losses, it is considered practical to replace the process of frying with hydrothermal treatment in boiling water in procedure scheme for preserve production. The selection of preserves, included in the standard and allowing the use of mussels of *Mytilus* и *Crenomytilus* genera, was established. It was identified that pilot samples of preserves meet the requirements, specified in the standard, by their organoleptic properties and mussel meat content. Regulatory legal acts in the sphere of food safety were analysed. Toxic agents, dioxins, phycotoxins, microbiological parameters, genetically modified organisms were included into the list of safety indicators, regulated in preserves. The issues of preserves labelling in accordance with technical regulation on labelling of food products were considered. Storage lives of preserves and their storage conditions were advised. For flexible application of the standard, the possibility to determine storage life of preserves that differs from recommended one was provided for manufacturers. The developed standard underwent the procedures of approval by the interstate committee on standardization of canned goods and voting by national standards bodies, interested in implementation of the standard on mussel preserves. The standard, developed on the basis of the works carried out, was adopted by the Federal Agency on Technical Regulating and Metrology and comes into effect as of January, 2017.*

Keywords: selection of products, safety, international standard, mussels, quality indicators, preserves, technical regulations, proteins, lipids, boiling, organoleptic properties

ПЛАНОВАЯ РЕСТАВРАЦИЯ ПАЛЕОРУСЕЛ САЛГИРА

Д. А. Синельников

Крымская академия наук

С целью изучения гидрологических условий территории равнинного Крыма для проведения водной мелиорации исследована густая сеть палеорусел, образованных многовековой деятельностью реки Салгир (Крым, Россия). Учитывая, что для определения совокупного влияния данной сети на гидрологический режим территории, необходима плановая реставрация палеорусел, выражаясь на местности в виде многочисленных балок, сухоречий, погребенных ложбин стока, изучен рельеф на топографических картах, а также проведены выборочные полевые исследования и дешифрирование космических снимков. По результатам проведенных работ выяснено, что устья древних долин Салгира в настоящее время представляют собой морские заливы, образовавшиеся вследствие подъема уровня Черного и Азовского морей. Сделан вывод, что в совокупности все перемещения древнего русла Салгира являются системой, которая прослеживается в виде веера полос из речных отложений, галечников и песков, текущих из района Симферополя на северо-запад и север.

Ключевые слова: плановая реставрация, палеорусла, сухоречья, погребенные ложбины стока, космические снимки, дешифрирование, сеть палеорусел.

Водная мелиорация предусматривает тщательное изучение территории, особенно ее геологических и гидрологических условий. Сложившаяся до настоящего времени практика, к сожалению, недостаточно полно учитывает влияние древних русел рек, ложбин стока и т.п., имеющихся на осваиваемых территориях. Особенно это важно при проектировании и осуществлении масштабного мелиоративного строительства.

Все реки за период своего функционирования образуют несколько отдельных русел, проявляющихся на местности в виде балок, староречий или погребенных ложбин стока, которые в совокупности образуют взаимосвязанную систему, оказывающую заметное влияние на гидрологический режим всего бассейна реки, поскольку все ее элементы участвуют в перераспределении ее водного баланса. В период своей деятельности палеорусла при впадении в водоемы образуют лиманные устья, лагуны и другие береговые формы. При увеличении уровня вод водоема устья палеорек затапливаются, образуя прибрежные водоемы (озера, переувлажненные болота и др.). Замечено, что ширина устьевой части долины реки пропорциональна мощности ее потока и продолжительности ее активного функционирования [4].

На территории равнинного Крыма система палеорусел образована многовековой деятельностью реки Салгир. На местности эта система выражена многочисленными балками, сухоречьями, погребенными ложбинами стока. Влияние на гидрологический режим этой части Крыма несомненно и в свое время увеличилось в связи с введением в эксплуатацию Северо-Крымского канала. Для определения этого совокупного влияния необходима прежде всего плановая реставрация палеорусел Салгира.

Нами проведены предварительные исследования в этом направлении. Основу этих исследований составили изучение топографических карт, дешифрирование космических снимков и выборочные полевые обследования. На топографических картах по формам рельефа выявились балки, углубленные сухоречья, ложбины стока.

Части этих объектов, не выражаются на местности по естественным причинам или по результатам хозяйственной деятельности, дешифрировались по космическим снимкам [3]. Полученные результаты сравнивались с уже имеющимися сведениями из ранее проведенных исследований. Данные о балках и сухоречьях степного Крыма приведены в трудах Подгородецкого П.Д., в монографии Алферова А.М., Тимченко З.В. «Реки и озера Крыма» и в других трудах [1, 2].

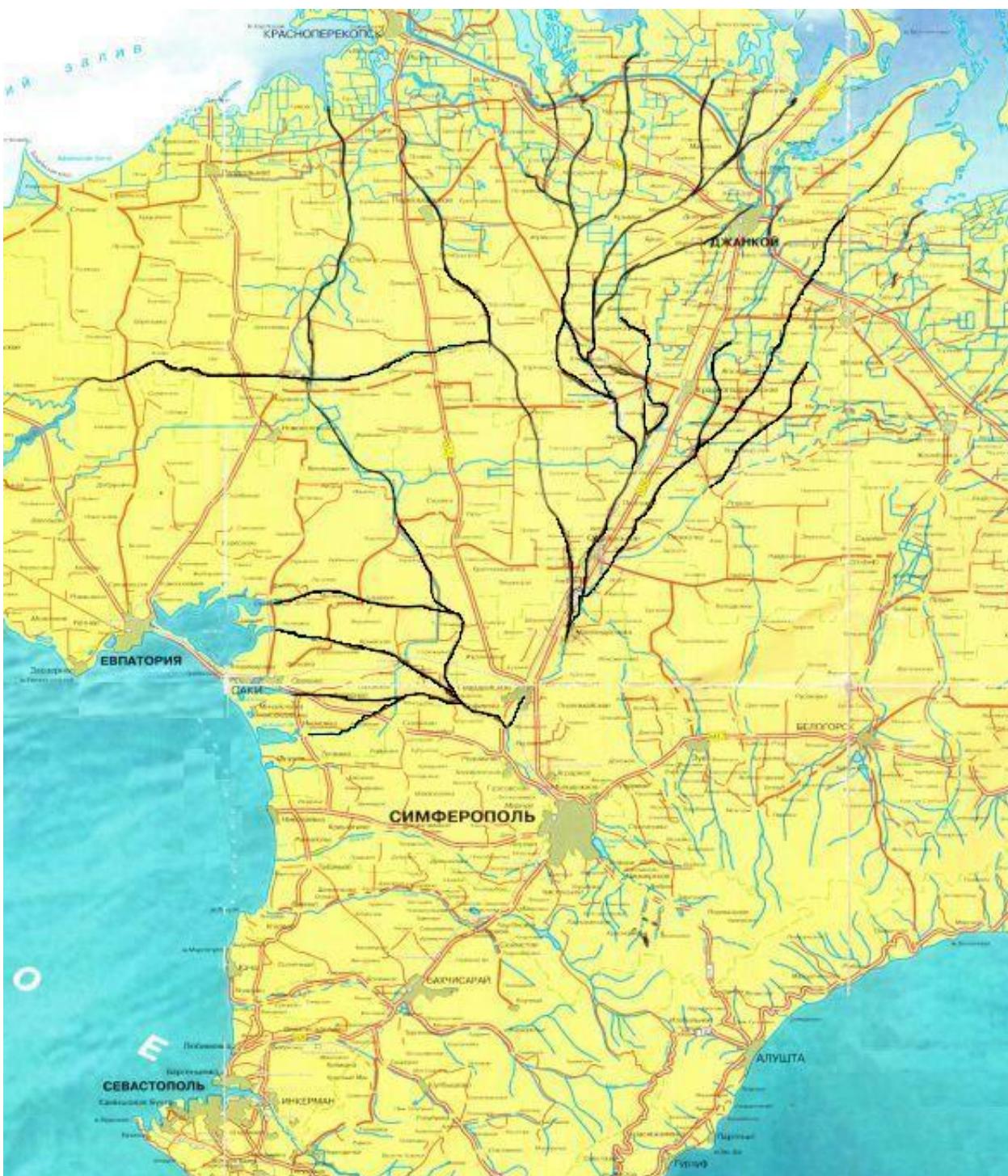
На топографических картах различных масштабов палеорусла выражаются в виде горизонталей, вытянутых в сторону понижений рельефа. В районах плоского или отнивелиированного рельефа горизонтали выравниваются, поэтому трудно определяется направление и местоположение отдельной ложбины или ее частей. В таких случаях использовались космические снимки. Благодаря свойству концентрации фотона на снимках довольно четко читаются загрунтованные и погребенные части древних водотоков.

По результатам проведенных работ выяснено, что балки, сухоречья и древние ложбины стока степного Крыма в совокупности представляют собой взаимосвязанную систему палеорусел Салгира (рисунок). Устья этих долин в настоящее время представляют собой морские заливы, образовавшиеся вследствие подъема уровня Черного и Азовского морей. К ним относятся заливы: Самарчик, Воронцовский, Чатырлак, Айгульское, Саки, Сасык, Донузлав. Самарчик представляет собой самую крупную балку, впадающую в Каркинитский залив. Донузлав является долиной большой палеореки, прослеживающейся в северо-восточном направлении к заливу, расположенному восточнее г. Джанкой.

Все палеорусла Салгира имели истоки вблизи его основной современной долины. Основное западное ответвление от нее находится в районе села Укромное и прослеживается по понижениям рельефа в 2-х км южнее с. Шафранное, и в этом районе оно разделяется на три отдельные ложбины. Одна из них пролегает вблизи села Межгорье и далее проявляется на местности как балка межгорная, южнее с. Червонное она соединяется с озером Сакское. Вторая ложбина прослеживается от с. Шафранное до с. Степное и далее до с. Игоревка, в 2-х км южнее с. Крымское и в районе с. Шелковичное совпадает с балкой, преобразованной в пруд, и соединяется с озером Сасык. Третья ложбина прослеживается от развилки у с. Шафранное, у восточной окраины с. Степное, далее проходит в 2-х км восточнее с. Сторожевое до с. Низинное в направлении с. Крайнее-с. Трудовое и, через долину урочища Приозерное в районе с. Охотниково, соединяется с озером Сасык.

Второе основное палеорусло Салгира начинается южнее с. Сухоречье и прослеживается в направлении с. Новоандреевка, далее пролегает в 2-х км от с. Ленинское через с. Звездное на с. Новивановку и, меандрируя по долине восточнее с. Котельниково и западнее с. Дубровское, пересекает красногвардейскую ветвь Северо-Крымского канала. Пролегая далее вдоль урочища Белокаменка, по понижениям рельефа оно направляется к западной окраине с. Кремлевка и в северном направлении прослеживается до с. Карповка; отсюда, поворачивая дугой на запад южнее с. Братское, разделяется на две отдельные ложбины. Одна из них простирается в западном направлении вдоль вытянутой возвышенности с отметкой 136 и через села Сусанино, Кормовое, Зимино пролегает по балке, соединяясь с долиной большой палеореки, которая в настоящее время занята озером Донузлав. Историки древнего мира отождествляют Донузлав с рекой Ипокирь (Геродот. 490 г. до н.э.) и с рекой Каркинит (Птолемей. 355 г. до н.э.). Эта ложбина у с. Сусанино имеет ответвление и прослеживается в северном направлении в 3-х километрах от с. Привольное, далее по балке соединяется с долиной реки Самарчик, впадающей в залив. Судя по ширине и длине этого залива, это палеорусло Салгира было достаточно мощным по величине водотока и функционировало продолжительное время. Ответвление этого палеорусла от точки разделения в районе с. Братское просматривается западнее с. Гвардейское и в 1 км от с. Пшеничное, далее пересекает Северо-Крымский канал у с. Первомайское, прослеживаясь в районе с. Матвеевка, соединяется с долиной реки Воронцовка. Последняя впадает в озеро, которое также является древним устьем Салгира.

Одно из русел Пра-Салгира начинается в районе г. Октябрьское, пролегает вдоль железной дороги через села Комаровка, Партизанское, прослеживается в 1 км западнее с. Янтарное и в этом районе разделяется на две ложбины. Одна пролегает в 4-х км восточнее с. Красная Поляна, восточнее с. Карповка в направлении сел Александровка, Краснодарка, Роскошное, Абрикосово, Островское, Мельничное и далее соединяется с долиной реки Чатырлак.



Палеорусла Салгира

Исследованиями геолога А. Слудского было доказано, что русло реки Чатырлак является одним из русел Салгира. Здесь, у с. Островское, долина раздваивается и одним ответвлением пролегает до с. Магазинка и соединяется с озером Килеутское, которое также является одним из устьев Салгира. Другая долина от с. Роскошное прослеживается в северном направлении и в 4-х км восточнее с. Абрикосово также, в свою очередь, раздваивается. Одно ответвление пролегает в 4-х км западнее с. Павловка, далее к с. Новокрымское и соединяется с озером Айгульское, которое также служило одним из устьев Салгира. Второе ответвление, пролегая через села Владимировка, Тутовое, Целинное, соединяется с прибрежным водоемом, являющимся затопленным устьем древнего Салгира. Эти ответвления также пересекают Северо-Крымский канал.

Ответвление долины, начинающейся севернее с. Клепинино, пролегает западнее с. Победное и в этом районе разделяется на два русла. Западное просматривается в восточном направлении через села Ястребцы, Яркое, Марьино, Ковыльное, пересекает Северо-Крымский канал у с. Мартыновка и у с. Зеленый Яр соединяется с заболоченной частью урочища Победа. Второе ответвление начинается южнее с. Марьино, пролегает через села Овощное, Маслово, пересекает Северо-Крымский канал и соединяется с заболоченной частью Сиваша у с. Маслово и с. Мелководное, а также у сел Копани и Ермаково.

Восточное ответвление начинается южнее с. Победино, пролегает западнее с. Вишняковка, Мироновка, Дмитриевка и далее прослеживается по обводненной долине, расположенной у северной окраины г. Джанкоя, где потом соединяется с заболоченной частью урочища Водное.

Ответвление от долины современного Салгира просматривается севернее с. Новоандреевка, пролегает далее восточнее с. Октябрьское, в направлении сел Менделеево, Удачное, Некрасовка, Щербаковка, Видное, Знаменка, и соединяется с долиной реки Победная, которая впадает в Сиваш по древней долине Салгира в районе урочища Водное. С этим же заливом у с. Митюрино соединяется ложбина, отделяющаяся от современной долины Салгира южнее с. Молочное и пролегающая в направлении сел Ульяновка, Доходное, Восход, Чапаево, Рубиновка, Новая жизнь. Имеется ответвление, начинающееся у с. Молочное, пролегающее по направлению сел Климово, Нахимово, Майское, Стальное и соединяющееся далее с рекой Стальная. Второе ответвление у с. Молочное просматривается в направлении сел Новодолинка, Мускатное и далее, у сел Стефановка и Славянка, образует несколько устьевых лиманов.

В совокупности все перемещения древнего русла Салгира представляют собой систему, которая, по данным крымских ученых, прослеживается в виде веера полос из речных отложений, галечников и песков, перемещающихся из района Симферополя на северо-запад и север [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Алферов А.Н., Тимченко З.В. 2005. Реки и озера Крыма. Симферополь: Доля. 216 с.
2. Подгородецкий П.Д. 1988. Крым // Природа: Справ. изд. Симферополь: Таврия. 192 с.
3. Синельников Д.А. 1983. Теоретико-методические аспекты дешифрирования космических снимков на примере анализа морфологии древних ложбин стока Обь-Иртышского междуречья // Космические методы изучения природной среды Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск. С. 42-49.
4. Турега О.Н., Синельников Д.А. 2008. К палеогеографическим реконструкциям плановых очертаний речных долин юго-запада Восточно-Европейской платформы северного стока Азово-Черноморского бассейна // Культура народов Причерноморья. Вып. 143. С. 14-16.

Поступила 27.04.15 г.

Scheduled restoration of the Salgir River paleochannels. D. A. Sinelnikov. In order to study hydrological conditions in the flat lands of Crimea (Russia) and carry out water reclamation, the paleochannel network, formed by long-term activities of the Salgir River, was examined. Taking into consideration the fact that the scheduled restoration of paleochannels, which are displayed on the landscape in the form of numerous gulches, dry brooks and buried watercourses, is crucial when estimating the cumulative impacts of this network on the hydrological regime of the studied area, the relief layout on topographic maps was studied; selective field studies and photointerpretation of satellite imagery were carried out. Due to the obtained results it was found out that the mouths of the ancient Salgir bottom glades are currently presented by the sea gulfs, formed as a result of the rise of the Black and Azov Seas levels. The conclusion was made that all shifts of the ancient Salgir River bed comprise the system, which can be traced in the form of the fan-shaped lines of river sediments, shingle beds and sands, streaming from Simferopol area north-westwards and northwards.

Keywords: scheduled restoration, paleorivers, dry brooks, buried watercourses, satellite imagery, photointerpretation, a network of paleochannels

СОДЕРЖАНИЕ

Петренко О. А., Жугайло С. С., Авдеева Т. М. Результаты многолетних исследований уровня загрязнения морской среды Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна	4
Боровская Р. В., Боровская К. В. Роль апвеллинга в рекреационной деятельности Крыма	19
Кочергин А. Т., Крискевич Л. В., Боровская Р. В. Гидрометеорологические условия и их влияние на возникновение заморных явлений в Азовском море в летний период 2013 г.	29
Шляхов В. А. О подготовке материалов, обосновывающих возможный вылов водных биологических ресурсов в морских водах, прилегающих к Крыму	34
Заремба Н. Б. Сезонные изменения состава и численности зоопланктона в Керченском проливе в 2000-2013 гг.	46
Терентьев А. С. Макрозообентос южной оконечности косы Тузла (Керченский пролив)	54
Полупанов В. Н., Мисарь М. А. Метод морфометрического анализа раковин двустворчатых моллюсков с учетом анизометрии линейных размеров (на примере черноморской мидии)	60
Милованов А. И. Особенности пространственного распределения бычков (Gobiidae, Perciformes) в Керченском проливе	75
Туркулова В. Н., Новоселова Н. В., Булли Л. И., Бобова А. С., Булли Ф. А., Зайченко Е. А. Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮГНИРО»	80
Замятина Е. А., Семик А. М. Исследование состава ихтиофауны, прилавливаемой в вентери при научно-исследовательском лове травяной креветки (<i>Palaemon adspersus</i>) в морских прибрежных районах Крымского полуострова	92
Страфикопуло А. М., Вайнерман А. С. Обоснование исключения из Правил рыболовства «каравки» как самостоятельного орудия лова для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна	98
Парамонов В. В. Нерегулируемые промысловые виды в Северо-Западной Атлантике (СЗА, зона НАФО) и возможность освоения их ресурсов	108
Зайцев А. К. Современное состояние популяций серой нототении (<i>Lepidonotothen squamifrons</i>) в Индоокеанском секторе Антарктики	124
Ребик С. Т. Возраст и темп роста австралийской скумбрии (<i>Scomber australasicus</i> Cuvier, 1831) в Аденском заливе	131
Пшеничнов Л. К. Гигантский крючьюносный кальмар <i>Onykia ingens</i> на банке «Обь» (Индоокеанский сектор Антарктики)	143
Кухарев Н. Н. О скоплениях рыб в зоне кислородного минимума в северо-западной части Аравийского моря (обзор)	149
Слипко И. В., Сербин В. В. К методике определения возраста патагонского клыкача (<i>Dissostichus eleginoides</i>) по отолитам	173
Корзун Ю. В., Жук Н. Н. Сравнительный анализ уловов криля из тралов различных модификаций	178

Ланин В. И. Промысловая продуктивность подводных гор, закономерности формирования и рационального использования	184
Михайлюк А. Н. Анализ решений Российской-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море в свете изменения юрисдикции Крыма	193
Козлова С. Л., Богомолова В. В., Есина Л. М., Горобец Л. М. Изучение возможности использования черноморских медуз в технологии пищевой продукции	198
Козлова С. Л., Есина Л. М. Разработка межгосударственного стандарта на пресервы из мидий	203
Синельников Д. А. Плановая реставрация палеорусел Салгира	209

CONTENTS

Petrenko O. A., Zhugaylo S. S., Avdeeva T. M. Results of long-term investigations on the contamination level in the Azov and Black Seas fishery basin marine environment	4
Borovskaya R. V., Borovskaya K. V. The role of upwelling in recreational activities of Crimea	19
Kochergin A. T., Kriskevich L. V., Borovskaya R. V. Hydrometeorological conditions and their impact on the occurrence probability of fish kill phenomena in the Azov Sea during the summer season of 2013	29
Shlyakhov V. A. On preparation of substantiations for possible catches of aquatic biological resources in the sea areas adjacent to the Crimean Peninsula	34
Zaremba N. B. Seasonal variations of zooplankton species composition and abundance in the Kerch Strait in 2000-2013	46
Terentyev A. S. Macrozoobenthos of the Tuzla Spit southern end (Kerch Strait)	54
Polupanov V. N., Misar M. A. Morphometric method for the bivalve molluscs shells with regard to linear dimension anisometry (using Mediterranean mussel as an example)	60
Milovanov A. I. Features of spatial distribution of gobies (Gobiidae, Perciformes) in the Kerch Strait	75
Turkulova V. N., Novoselova N. V., Bulli L. I., Bobova A. S., Bulli F. A., Zaichenko Y. A. Analysis of so-iuy mullet growth and survivability rate during the 3-year rearing cycle in conditions of the indoor fish farm of the Federal State Budgetary Scientific Institution «YugNIRO»	80
Zamyatina E. A., Semik A. M. Studies of ichthyofauna composition as by-catch in the fyke nets during the research catch of the grass shrimp (<i>Palaemon adspersus</i>) in the coastal areas off the Crimean Peninsula	92
Staphikopulo A. M., Vainerman A. S. Justification for exclusion of the uncovered stationary traps with closing entrances («karavkas») from Fishery Regulations for the Azov and Black Seas Fishery Basin	98
Paramonov V. V. Unregulated commercial species in the Northwest Atlantic (NAFO Convention Area) and the possibility of their resources development	108
Zaytsev A. K. Current state of grey notothenia (<i>Lepidonotothen squamifrons</i>) populations in the Indian Ocean Sector of the Antarctic	124
Rebik S. T. Age and growth rate of blue mackerel (<i>Scomber australasicus</i> Cuvier, 1831) in the Gulf of Aden	131
Pshenichnov L. The greater hooked squid <i>Onykia ingens</i> on Ob Bank (the Indian Ocean Sector of Antarctic)	143
Kukharev N. N. On fish aggregations in the oxygen minimum zone in the North-Western Arabian Sea (review)	149
Slipko I. V., Serbin V. V. On methodology of age determination of Patagonian toothfish (<i>Dissostichus eleginoides</i>) using otoliths	173
Korzun Yu. V., Zhuk N. N. Comparative studies of krill catches from the trawls of different model types	178

Lanin V. I. Fisheries productivity of seamounts, regularities in their formation and rational use	184
Mikhaylyuk A. N. Analysis of the decisions of the Russian-Ukrainian Commission on Fisheries Issues in the Azov Sea in relation to the jurisdiction changes in Crimea	193
Kozlova S. L., Bogomolova V. V., Esina L. M., Gorobets L. M. Study of the possibility to apply the Black Sea jellyfish in food technology	198
Esina L. M., Kozlova S. L. Development of the International Standard on mussel preserves	203
Sinelnikov D. A. Scheduled restoration of the Salgir River paleochannels	209

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском рыболовохозяйственном бассейне и Мировом океане

основан в 1994 г.

Основатели журнала:

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

Научное издание

Издаётся по постановлению ученого совета
ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(протокол № 5 от 13.08.2015 г.)

Научный редактор *O. A. Петренко*
Технический редактор *E. A. Савчук*
Компьютерная верстка *E. A. Савчук*

Подписано в печать 30.10.2015 г.

Формат 60x84/8

Усл.-печ. л. 25,3

Тираж 100 экз.

Зак. №

Напечатано с оригинал-макета в типографии ИП Бражников Д.А.
295053, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 63,
тел. (3652) 70-63-31, +7(978) 717-29-01
E-mail: braznikov@mail.ru