



**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ  
БАССЕЙНЕ И МИРОВОМ ОКЕАНЕ  
(ЮБИЛЕЙНЫЙ ВЫПУСК)**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ**

**ТОМ 2**

КЕРЧЬ — 2017

**Главный редактор**  
к. геогр. н. **Б. Н. ПАНОВ**

**Редакционная коллегия:**

д. б. н., проф. Н. П. Новиков  
д. б. н., проф. Е. П. Губанов  
д. б. н., проф. А. П. Золотницкий  
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. Чернявская  
к. т. н., доцент А. С. Виннов  
А. А. Солодовников  
В. Н. Туркулова

**Editor-in-chief**

Ph.D. (Geography) **V. N. PANOVA**

**Editor Board:**

Fellow (Biology) N. P. Novikov  
Fellow (Biology) Ye. P. Gubanov  
Fellow (Biology) A. P. Zolotnitskiy  
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. (Engineering) S. L. Chernyavskaya  
Ph.D. (Engineering) A. S. Vinnov  
A. A. Solodovnikov  
V. N. Turkulova

Адрес редакции

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 298300, Республика Крым, Россия.

Телефон (приемная): +7 (36561) 21012

Факс: +7 (36561) 61627

E-mail: [info-kf@azniirkh.ru](mailto:info-kf@azniirkh.ru)

<http://yugniro.ru/>

УДК 001.89(262.5)(26)

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане.** — Керчь: КФ («ЮгНИРО»), 2017. — Т. 2. — 166 с.

*Во втором томе юбилейного сборника «Трудов ЮгНИРО» за 2016-2017 годы представлены результаты исследований института в области таксономии и биологии ихтиофауны в районах Восточно-Индийского подводного хребта, а также на поднятиях умеренной зоны Индийского океана. Дан исторический анализ многолетних океанических и технологических исследований АзЧерНИРО (с 1988 года – ЮгНИРО). Приведены данные о размерном составе уловов антарктического криля *Euphausia superba* в зависимости от технологии лова, обоснован экосистемный подход АНТКОМ к управлению его промыслом. Рассмотрена целесообразность создания морских охраняемых районов в регионе моря Росса. Представлены данные о популяционной структуре сельдевой акулы *Lamna nasus* в Юго-Западной Атлантике. Приведены результаты изучения некоторых аспектов прибрежного рыболовства в Азовском море, перечислены возможные пути его развития, обоснованы ограничения сроков добычи цист артемии в Крыму. Охарактеризована технология производства кормовых продуктов, а также нормирование выхода мороженой продукции из водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна. Дано описание разработанной клеточно-автоматной двумерной модели переноса взвеси.*

**Main results of complex research in the Azov and Black Seas Fishery Basin and the World Ocean.** — Kerch: KB («YugNIRO»), 2017. — Vol. 2. — 166 p.

*The current issue of the YugNIRO Proceedings (vol. 54, book 2) covers the research period of 2016-2017 and represents the output of the institute's studies in the sphere of taxonomy and biology of ichthyofauna in the area of Ninety East Ridge as well as on the moderate zone submarine rise in the Indian Ocean. Historical accounts on the long-term oceanic and technological research of AzCherNIRO (later on YugNIRO) are given. The data on size composition of the Antarctic krill *Euphausia superba* catches depending on catch technology are presented. CCAMLR ecosystem approach for the krill fisheries management is grounded. Feasibility of the marine protected areas formation in the Ross Sea is considered. The data on population structure of the porbeagle *Lamna nasus* in the South Western Atlantic are given. Some aspects of the coastal fisheries in the Azov Sea are investigated, possible scenarios of its development are discussed. Limits on the brine shrimp cysts seasonal catches in the Crimea are grounded. Technology of the feed products processing as well as standardization of the frozen products output from aquatic biological resources of the Azov and Black Seas Basin are characterized. Description of the developed cell-automata two-dimensional model of the suspended matter transfer is provided.*

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ ВОСТОЧНО-ИНДИЙСКОГО ПОДВОДНОГО ХРЕБТА

**И. Г. Тимохин, ст. н. с., С. И. Усачёв, ст. н. с.,  
Н. П. Новиков, д. б. н., проф., С. Т. Ребик, ст. н. с.**

*Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: usachev\_s\_i@azniirkh.ru*

*Приводится наиболее полный список таксономического состава ихтиофауны Восточно-Индийского хребта по результатам 9 научно-исследовательских экспедиций ЮгНИРО и Югрыбпромразведки (Керчь), выполненных в течение 1976-1988 гг. Всего было выполнено 320 тралений преимущественно в южной части хребта на глубинах от 120 до 2000 м. Результаты обработки показали, что ихтиофауна указанного региона насчитывает 192 вида из 77 семейств, относящихся к различным биотопическим группировкам. Представлены данные по вертикальному распределению, частоте встречаемости в уловах, а также краткая биологическая характеристика наиболее массовых видов (Mystophidae, Alerocerphalidae, Ophidiidae, Macrouridae). Различным биологическим исследованиям (измерение длины, определение массы, пола, состояния гонад, состава пищи и др.) было подвергнуто около 13 тыс. экземпляров рыб разных видов. Рассмотрена степень сходства с ихтиофаунами других подводных поднятий Индийского океана. Результаты исследования показали, что талассобатиальная ихтиофауна Восточно-Индийского подводного хребта проявляет значительное сходство с таковой Западно-Индийского и Мозамбикского хребтов. Коэффициент фаунистического сходства на уровне семейств составляет 43 и 48 %, на уровне родов – 25 и 35 %, на уровне видов – 20 и 28 %, соответственно.*

**Ключевые слова:** Mystophidae, Alerocerphalidae, Ophidiidae, Macrouridae, Восточно-Индийский хребет, видовой состав, ихтиофауна, вертикальное распределение, биология, встречаемость в уловах

### ВВЕДЕНИЕ

Ихтиофауна Восточно-Индийского хребта, самого протяженного подводного поднятия Индийского океана, до настоящего времени изучена недостаточно. Имеющиеся работы посвящены главным образом описанию новых таксонов, новым находкам редких и малоизученных видов [1, 5-7, 12, 13, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 26] или обобщению данных по отдельным систематическим группам. Наиболее полный перечень видов рыб Восточно-Индийского хребта приведен в работе Щербачева [20], однако он охватывает только талассобатиальную ихтиофауну.

Цель настоящей статьи – обобщение всех фактических данных о составе ихтиофауны Восточно-Индийского хребта, накопленных во время исследований в научных экспедициях и научно-поисковых рейсах ЮгНИРО и Югрыбпромразведки в Индийском океане в 70-80-е гг. XX века, с учетом имеющихся литературных сведений по этому вопросу.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом предлагаемой статьи послужили результаты 9 научно-поисковых и научно-исследовательских экспедиций ЮгНИРО и Югрыбпромразведки (Керчь), проводивших исследования на Восточно-Индийском хребте в период с 1976 по 1988 г. Всего было выполнено 320 тралений преимущественно в южной части хребта на глубинах от 120 до 2000 м. В качестве орудий лова применялись донные и разноглубинные тралы ДТ «1625», ТР 123, ТР/ТМ 110/610, ТР/ТМ 110/468.

Различным биологическим исследованиям (измерение длины, определение массы, пола, состояния гонад, состава пищи и др.) было подвергнуто около 13 тыс. экземпляров рыб разных видов.

Состав и расположение таксонов (табл. 1) приведены в соответствии с классификацией Нельсона [24], за исключением отряда Auloriformes, система которого дана по Дэвису [21]. Терминология жизненных форм батимальных рыб дана в соответствии с классификацией, предложенной Париным и Пахоруковым [10]. В качестве показателя сходства ихтиофаун в работе использован выраженный в процентах коэффициент Чекановского-Серенсена, рассчитанный по формуле:

$$K = \frac{2C}{A+B} \cdot 100,$$

где  $A$  – число видов в одной фауне,  $B$  – число видов в другой фауне,  $C$  – число видов, общее для двух фаун.

Для обозначения частоты встречаемости рыб в траловых уловах приняты следующие обозначения: + – редкие виды (частота встречаемости менее 10 %), ++ – обычные виды (частота встречаемости 10-50 %), +++ – массовые виды (частота встречаемости более 50 %).

Таблица 1

## Таксономический состав ихтиофауны Восточно-Индийского хребта

Таксоны	Частота встречаемости в траловых уловах	Жизненная форма
1	2	3
<b><u>Chimaeriformes</u></b>		
<b>Chimaeridae</b>		
<i>Hydrolagus</i> sp.	+	донный
<b>Rhinochimaeridae</b>		
<i>Harriotta haeckeli</i> Karrer, 1972	+	донный
<b><u>Hexanchiformes</u></b>		
<b>Hexanchidae</b>		
<i>Heptranchias perlo</i> (Bonnaterre, 1788)	+	придонный
<b><u>Squaliformes</u></b>		
<b>Centrophoridae</b>		
<i>Centrophorus</i> sp.	+	придонный
<b>Dalatiidae</b>		
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	++	
<b>Somniosidae</b>		
<i>Centroscymnus coelolepis</i> Bocage & Capello, 1864	++	придонный
<b>Etmopteridae</b>		
<i>Etmopterus granulosus</i> (Gunther, 1880)	+	придонный
<i>Etmopterus pusillus</i> (Lowe, 1839)	+	придонный
<i>Etmopterus</i> sp.	+	придонный
<b>Squalidae</b>		
<i>Squalus blainvillei</i> Risso, 1826	+	
<b><u>Rajiformes</u></b>		
<b>Rajidae</b>		
<i>Rajidae</i> gen. sp.	+	донный
<b><u>Albuliformes</u></b>		
<b>Halosauridae</b>		
<i>Aldrovandia affinis</i> (Gunther, 1877)	+	донный
<i>Aldrovandia oleosa</i> Sulak, 1977	+	донный
<i>Aldrovandia phalacra</i> (Vaillant, 1888)	+	донный
<i>Halosauropsis macrochir</i> (Gunther, 1878)	+	донный
<b>Notacanthidae</b>		
<i>Polyacanthonotus challengerii</i> (Vaillant, 1888)	+	

1	2	3
<b><u>Anguilliformes</u></b>		
<b>Congridae</b>		
<i>Gnathophis habenatus</i> (Richardson, 1845)	+	
<b>Moringuidae</b>		
<i>Pseudoxenomystax albescens</i> (Barnard, 1923)	+	
<b>Nemichthyidae</b>		
<i>Avocettina acuticeps</i> (Regan, 1916)	+	батипелагический
<i>Borodinula</i> sp.	+	
<i>Nemichthys</i> sp.	+	мезобатипелагич.
<b>Simenchelidae</b>		
<i>Simenchelys parasiticus</i> Gill, 1883	+	
<b>Nettastomatidae</b>		
<i>Venefica proboscidea</i> (Vaillant, 1888)	+	донный
<i>Venefica multiporosa</i> Karrer, 1973	+	донный
<b>Serrivomeridae</b>		
<i>Serrivomer beanii</i> Gill & Ryder, 1883	+	батипелагический
<b>Synaphobranchidae</b>		
<i>Ilyophis brunneus</i> Gilbert, 1891	+	донный
<i>Ilyophis blachei</i> Saldanha & Merrett, 1982	+	донный
<i>Synaphobranchus affinis</i> Gunther, 1877	+	донный
<i>Synaphobranchus brevidorsalis</i> Gunther, 1887	+	донный
<i>Synaphobranchus oregoni</i> Castle, 1961	+	донный
<b><u>Saccopharyngiformes</u></b>		
<b>Cyematidae</b>		
<i>Cyema atrum</i> (Gunther, 1877)	+	батипелагический
<b>Eurypharyngidae</b>		
<i>Eurypharynx pelecanoioides</i> Vaillant, 1882	+	батипелагический
<b><u>Osmeriformes</u></b>		
<b>Microstomatidae</b>		
<i>Nansenia</i> sp.	+	мезопелагический
<b>Platyroctidae</b>		
<i>Platyroctes apus</i> Gunther, 1878	+	
<i>Mentodus rostratus</i> (Gunther, 1878)	+	наддонный
<i>Mentodus perforatus</i> Sazonov et Trunov, 1978	+	наддонный
<i>Searsiodes multispinis</i> Sazonov, 1976	+	
<b>Bathylaconidae</b>		
<i>Bathylaco nigricans</i> Goode et Bean, 1896	+	
<i>Bathylaco nielseni</i> Sazonov et Ivanov, 1980	+	
<i>Bathylaco squamosus</i> Nielsen & Larsen, 1968	+	
<i>Herwigia krefftii</i> Nielsen & Larsen, 1968		
<b>Alepocephalidae</b>		
<i>Alepocephalus australis</i> Barnard, 1923	++	наддонный
<i>Alepocephalus blanfordii</i> Alcock, 1890	+	наддонный
<i>Alepocephalus dentifer</i> Sazonov & Ivanov, 1980	+	наддонный
<i>Asquamiceps velaris</i> Zugmayer, 1911	+	
<i>Asquamiceps caeruleus</i> Markle, 1976	+	
<i>Asquamiceps indagatio</i> Parr, 1954	+	
<i>Asquamiceps</i> sp.	+	
<i>Bathytroctes microlepis</i> Gunther, 1878	+	наддонный
<i>Bathytroctes squamosus</i> Alcock, 1890	+	наддонный
<i>Conocara fiolenti</i> Sazonov & Ivanov, 1979	+	
<i>Conocara murrayi</i> (Koefoed, 1927)	+	
<i>Conocara</i> sp. 1	+	
<i>Einara macrolepis</i> (Koefoed, 1927)	+	
<i>Leptoderma</i> sp. 1	+	
<i>Narcetes stomias</i> (Gilbert, 1890)	+	наддонный

1	2	3
<i>Rouleina attrita</i> (Vaillant, 1888)	++	
<b>Stomiiformes</b>		
<b>Gonostomatidae</b>		
<i>Cyclothone</i> sp.	+	мезобатипелагич.
<i>Diplophos</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Gonostoma elongatum</i> Gunther, 1878	+	мезопелагический
<i>Margrethia obtusirostra</i> Jespersen & Taning, 1919	+	
<i>Vinciguerria nimbaria</i> (Jordan et Williams, 1898)	+	
<b>Phosichthyidae</b>		
<i>Phosichthys argenteus</i> Hutton, 1873	++	
<b>Sternoptychidae</b>		
<i>Argyropelecus aculeatus</i> Valenciennes, 1850	++	мезопелагический
<i>Argyropelecus olfersi</i> (Cuvier, 1829)	++	мезопелагический
<i>Argyropelecus sladeni</i> Regan, 1908	++	мезопелагический
<i>Sternoptyx obscura</i> Garman, 1899	++	мезопелагический
<b>Stomiidae</b>		
<i>Macrostomias longibarbus</i> (Brauer, 1902)	+	мезопелагический
<b>Astronesthidae</b>		
<i>Astronesthes boulengeri</i> Gilchrist, 1902	+	мезопелагический
<i>Borostomias</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Neonesthes capensis</i> (Gilchrist & von Bonde, 1924)	+	
<b>Chauliodontidae</b>		
<i>Chauliodus sloani</i> Bloch & Schneider, 1801	+	мезопелагический
<b>Melanostomiidae</b>		
<i>Eustomias bigelowi</i> Welsh, 1923	+	мезопелагический
<i>Eustomias bifilis</i> Gibbs, 1960	+	мезопелагический
<i>Eustomias brevibarbus</i> Lowe, 1843	+	
<i>Leptostomias</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Leptostomias</i> sp. 1	+	мезопелагический
<i>Melanostomias tentaculatus</i> Regan et Trewavas, 1930	+	
<i>Opostomias</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Photonectes margarita</i> (Goode et Bean, 1896)	+	мезопелагический
<b>Idiacanthidae</b>		
<i>Idiacanthus fasciola</i> Peters, 1877	+	мезопелагический
<b>Malacosteidae</b>		
<i>Malacosteus niger</i> Ayres, 1848	+	мезобатипелагич.
<b>Aulopiformes</b>		
<b>Bathysauridae</b>		
<i>Bathysaurus mollis</i> Gunther, 1878	+	
<b>Giganturidae</b>		
<i>Gigantura indica</i> Brauer, 1901	+	
<b>Bathysauropsidae</b>		
<i>Bathysauropsis gracilis</i> (Gunther, 1878)	+	
<b>Ipnopidae</b>		
<i>Bathypterois atricolor</i> Alcock, 1896	+	донный
<i>Bathypterois filiferus</i> Gilchrist, 1908	+	донный
<i>Bathypterois grallator</i> (Goode & Bean, 1886)	+	донный
<i>Bathypterois perceptor</i> Sulak, 1977	+	донный
<i>Bathytyphlops marionae</i> Mead, 1958	+	
<i>Bathytyphlops sewelli</i> (Norman, 1939)	+	
<i>Ipnops agassizi</i> Garman, 1899	+	
<b>Notosudidae</b>		
<i>Scopelosaurus</i> sp.	+	мезопелагический
<b>Alepisauridae</b>		
<i>Alepisaurus ferox</i> Lowe, 1833	+	мезопелагический
<i>Omosudis lowei</i> Gunther, 1887	+	мезопелагический

1	2	3
<b>Paralepididae</b>		
<i>Notolepis</i> sp.	+	
<i>Paralepis</i> sp.	+	
<b><u>Myctophiformes</u></b>		
<b>Myctophidae</b>		
<i>Ceratoscopelus warmingii</i> (Lutken, 1892)	++	мезопелагический
<i>Diaphus effulgens</i> (Goode et Bean, 1896)	++	мезопелагический
<i>Diaphus luetkeni</i> (Brauer, 1904)	++	
<i>Diaphus mollis</i> Taning, 1928	++	мезопелагический
<i>Diaphus ostenfeldi</i> Taning, 1932	++	мезопелагический
<i>Diaphus perspicillatus</i> Ogilby, 1898	++	
<i>Electrona rissoi</i> (Cocco, 1829)	++	мезопелагический
<i>Gonichthys barnesi</i> Whitley, 1937	+	мезопелагический
<i>Gymnoscopelus</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Hygophum</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Lampadena</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Lampanyctus festivus</i> Taning, 1928	+	мезопелагический
<i>Lampanyctus niger</i> Gunther, 1887	+	мезопелагический
<i>Lampanyctus pusillus</i> (Johnson, 1890)	+	мезопелагический
<i>Myctophum phengodes</i> (Lutken, 1892)	+	мезопелагический
<i>Scopelopsis multipunctatus</i> Brauer, 1904	+	мезопелагический
<i>Symbolophorus barnardi</i> Taning, 1928	+	мезопелагический
<b>Neoscopelidae</b>		
<i>Scopelengys tristis</i> Alcock, 1890	+	
<b><u>Lampriformes</u></b>		
<b>Lampridae</b>		
<i>Lampris guttatus</i> (Brunnich, 1788)	+	эпипелагический
<b>Lophotidae</b>		
<i>Lophotus</i> sp.	+	эпимезопелагич.
<b><u>Gadiformes</u></b>		
<b>Macrouridae</b>		
<i>Bathygadus cottoides</i> Gunther, 1878	+	
<i>Caelorynchus</i> sp.	+	донный
<i>Cetonurus globiceps</i> (Vaillant, 1888)	++	
<i>Coryphaenoides asprellus</i> (Smith & Radcliffe, 1912)	+	придонный
<i>Coryphaenoides castaneus</i> Shcherbachev & Iwamoto, 1995	+	придонный
<i>Coryphaenoides striaturus</i> Barnard, 1925	++	придонный
<i>Coryphaenoides woodmasoni</i> (Alcock, 1890)	+	придонный
<i>Macrosomia phalacra</i> Merret, Sazonov, Shcherbachev, 1983	+	бентопелагический
<i>Macrouroides inflaticeps</i> Smith & Radcliffe, 1912	+	
<i>Mataeocephalus cristatus</i> Sazonov, Shcherbachev, Iwamoto, 2003	+	придонный
<i>Mesobius antipodum</i> Hubbs et Iwamoto, 1977	+	
<i>Nezumia</i> sp.	+	придонный
<i>Paracetomurus pusillus</i> Sazonov & Shcherbachev, 1982	++	
<i>Sphagemacrurus pumiliceps</i> (Alcock, 1890)	++	
<b>Moridae</b>		
<i>Antimora rostrata</i> (Gunther, 1878)	++	придонный
<i>Halargyreus johnsonii</i> Gunther, 1862	++	
<i>Laemonema globiceps</i> Schmidt, 1938	+	придонный
<i>Tripterophycis gilchristi</i> Boulenger, 1902	+	
<b><u>Ophidiiformes</u></b>		
<b>Ophidiidae</b>		
<i>Acanthonotus armatus</i> Gunther, 1878	+	
<i>Bassobythites macropterus</i> Brauer, 1904	+	
<i>Bassozetus glutinosus</i> Alcock, 1889	+	наддонный

1	2	3
<i>Bassozetus multispinis</i> Shcherbachev, 1980	+	наддонный
<i>Barathrodemus nasutus</i> Smith et Radclife, 1913	+	
<i>Bathyonus caudalis</i> (Garman, 1899)	+	
<i>Bathyonus pectoralis</i> Goode et Bean, 1896	+	
<i>Brotulotaenia crassa</i> Parr, 1934	+	мезобатипелагич.
<i>Dicrolene hubrechtii</i> Weber, 1913	+	наддонный
<i>Dicrolene mesogramma</i> Shcherbachev, 1980	+	наддонный
<i>Eretmichthys pinnatus</i> Garman, 1899	+	
<i>Eretmichthys ocella</i> Garman, 1899	+	
<i>Holcomycteromus pterotus</i> (Alcock, 1889)	+	
<i>Porogadus melampeplus</i> (Alcock, 1896)	+	
<i>Porogadus</i> sp. 1		
<i>Tauredophidium hextii</i> Alcock, 1889	+	
<i>Xyelacyba myersi</i> Cohen, 1961	+	
<b>Aphyonidae</b>		
<i>Aphyonus gelatinosus</i> Gunther, 1878	+	
<b>Lophiiformes</b>		
<b>Chaunacidae</b>		
<i>Chaunax umbrinus</i> Gilbert, 1905	+	донный
<b>Ogcocephalidae</b>		
<i>Halieutaea</i> sp.	+	
<i>Halieutopsis</i> sp.	+	донный
<b>Melanocetidae</b>		
<i>Melanocetus murrayi</i> Gunther, 1878	+	батипелагический
<b>Oneirodidae</b>		
<i>Oneirodes</i> sp.	+	батипелагический
<b>Stephanoberciformes</b>		
<b>Melamphaidae</b>		
<i>Poromitra crassiceps</i> (Gunther, 1878)	+	мезобатипелагич.
<i>Scopelogadus mizolepis</i> (Gunther, 1878)	+	мезобатипелагич.
<b>Gibberichthyidae</b>		
<i>Gibberichthys latifrons</i> Thorp, 1969	+	
<b>Berciformes</b>		
<b>Anoplogastridae</b>		
<i>Anoplogaster cornuta</i> (Valenciennes, 1833)	+	мезопелагический
<b>Berycidae</b>		
<i>Beryx splendens</i> Lowe, 1834	+++	придонно-пелагич.
<b>Diretmidae</b>		
<i>Diretmus argenteus</i> Johnson, 1864	+	мезопелагический наддонный
<b>Trachichthyidae</b>		
<i>Hoplostethus atlanticus</i> Collett, 1889	+	наддонный
<b>Cetomimiformes</b>		
<b>Barbourisiidae</b>		
<i>Barbourisia rufa</i> Parr, 1945	+	
<b>Rondeletiidae</b>		
<i>Rondeletia loricata</i> Abe & Hotta, 1963	+	мезобатипелагич.
<b>Zeiformes</b>		
<b>Oreosomatidae</b>		
<i>Alloctytus verrucosus</i> (Gilchrist, 1906)	+	наддонный
<b>Scorpaeniformes</b>		
<b>Bembridae</b>		
<i>Bembradium roseum</i> Gilbert, 1905	+	донный
<b>Scorpaenidae</b>		
<i>Scorpaenidae</i> gen. sp.	+	донный
<b>Setarchidae</b>		

1	2	3
<i>Setarches guentheri</i> Johnson, 1862	+	донный
<b>Perciformes</b>		
<b>Bramidae</b>		
<i>Brama brama</i> (Bonaterre, 1788)	++	эпипелагический
<i>Brama raii</i> (Bloch, 1791)	++	эпипелагический
<i>Pteraclis velifera</i> (Pallas, 1811)	+	эпимезопелагич.
<b>Centrolophidae</b>		
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)	++	наддонно-пелагич.
<i>Schedophilus velaini</i> (Sauvage, 1879)	++	эпипелагический
<b>Nomeidae</b>		
<i>Cubiceps pauciradiatus</i> Gunther, 1872	++	эпипелагический
<i>Cubiceps capensis</i> (Smith, 1849)	++	эпипелагический
<b>Emmelichthyidae</b>		
<i>Emmelichthys nitidus</i> Richardson, 1845	+++	наддонно-пелагич.
<i>Plagiogeneion rubiginosus</i> (Hutton, 1875)	+++	наддонно-пелагич.
<b>Epigonidae</b>		
<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)	+++	наддонно-пелагич.
<b>Chiasmodontidae</b>		
<i>Chiasmodon</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Dysalotus alcocki</i> Gilchrist, 1906	+	
<i>Kali</i> sp.	+	мезопелагический
<i>Pseudoscopelus</i> sp.	+	мезопелагический
<b>Gempylidae</b>		
<i>Nealotus tripes</i> Johnson, 1865	+	эпимезопелагич.
<i>Ruvettus pretiosus</i> Cocco, 1833	++	наддонно-пелагич.
<b>Pentacerotidae</b>		
<i>Pseudopentaceros richardsoni</i> (Smith, 1844)	+++	
<b>Scombridae</b>		
<i>Thunnus albacares</i> (Bonaterre, 1788)	+	эпипелагический
<b>Xiphiidae</b>		
<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758	+	эпипелагический
<b>Trichiuridae</b>		
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)	++	наддонно-пелагич.
<b>Tetraodontiformes</b>		
<b>Molidae</b>		
<i>Mola mola</i> (Linnaeus, 1758)	+	эпипелагический

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Восточно-Индийский хребет (Хребет 90-го градуса в зарубежной литературе) – самое крупное подводное поднятие Индийского океана протяженностью около 5000 км. Он простирается в меридиональном направлении по 90° в. д. от Бенгальского залива почти до западной оконечности Австрало-океанического поднятия. Хребет узкий, шириной 120 миль, состоит из большого числа поднятий в виде гор на едином цоколе, расположенном на глубинах 2000-2500 м. Наименьшая глубина – 549 м от уровня моря. Оба склона хребта имеют сложный поперечный профиль. На пологих склонах и гребне Восточно-Индийского хребта преобладают фораминиферовые илы. При этом мощность осадков достигает 300-400 м. На крутых склонах и вершинах гор осадки отсутствуют, обнажаются коренные породы – базальты. Восточно-Индийский хребет разделен седловинами с глубинами до 3600 м на севере и менее 3000 м – на юге [3, 4, 15].

Ихтиофауна Восточно-Индийского хребта, как показывают результаты обработки и изучения собранных материалов, достаточно разнообразна по своему таксономическому составу. Она насчитывает 192 вида из 77 семейств, относящихся к различным биотопическим группировкам (табл. 1).

Основу ихтиофауны составляют представители десяти семейств: Muctophidae, Alepocephalidae, Macrouridae, Ophidiidae, Melanostomiatidae, Ipnopidae, Gonostomatidae, Synaphobranchidae, Moridae и Halosauridae. На долю этих семейств приходится половина (51 %) всех зарегистрированных на хребте видов. Наибольшим числом видов представлены 4 семейства: Muctophidae (17 видов), Alepocephalidae (17 видов), Ophidiidae (17 видов) и Macrouridae (14 видов). В то же время необходимо отметить, что 46 семейств представлены всего одним видом. Такая особенность прослеживается и на других подводных хребтах и поднятиях Индийского океана [8, 9, 14, 17].

Среди рыб, обитающих на Восточно-Индийском подводном хребте, кроме видов, уже используемых промыслом, можно выделить 16 видов, заслуживающих внимания в качестве потенциальных объектов промысла, а также видов с довольно высокой частотой встречаемости в уловах. Ниже (табл. 2) приводится их краткая биологическая характеристика.

Из всех биотопических группировок рыб, зарегистрированных на Восточно-Индийском подводном хребте (табл. 1), доминируют (близко к двум третям) придонно-пелагические виды рыб, относящиеся к талассобатиальному комплексу в понимании Андрияшева [2].

Таблица 2

**Краткая биологическая характеристика промысловых\*, потенциально промысловых и часто встречающихся видов рыб, обитающих на Восточно-Индийском подводном хребте**

Вид	Глубина лова, м	Длина, см		Масса, г		Стадии зрелости гонад	Состав пищи
		min	max	min	max		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Dalatias licha</i>	420-800	66 TL	102 TL	1530	5290	-	изоподы, рыба сальпы, креветки, кальмары, рыба
<i>Synaphobranchus oregoni</i>	1300-1880	36,0 TL	91,0 TL	50	1450	II-III	пирозомы, рыба
<i>Alepocephalus australis</i>	1200-1800	26,7 SL	35,0 SL	140	1700	II-III	нет данных
<i>Bathytroctes squamosus</i>	1500-1600	16,4 SL	26,0 SL	37	235	II-III	нет данных
<i>Conocara murrayi</i>	1500-1600	16,5 SL	33,1 SL	45	380	II	нет данных
<i>Conocara sp. 1</i>	1500-1600	25,4 SL	33,2 SL	90	280	II	нет данных
<i>Bathytrophops marionae</i>	1500-1600	32 SL	37 SL	215	245	IV	нет данных
<i>Diaphus effulgens</i>	160-320	8,5 SL	15,6 SL	10	57	II-III	эвфаузииды, эвфаузииды, креветки, кальмары, стернопихиды, миктофиды
<i>Lampris guttatus</i>	430-800	61 TL	98 TL	3200	11000	II-III	нет данных
<i>Bassozetus multispinis</i>	1500-1550	40 SL	47 SL	290	410	нет данных	нет данных
<i>Xyelacyba myersi</i>	1500-2000	18,7 SL	49,5 SL	8	1670	III-IV	нет данных, пирозомы, сальпы, гиперииды, гаммариды, эвфаузииды, креветки, крылоногие моллюски, кальмары, миктофиды
<i>Beryx splendens*</i>	120-800	14,4 SL	45,0 SL	15	2710	II-VI	нет данных
<i>Brama raii</i>	420-600	37 TL	53 TL	1900	3250	II-VI	нет данных
<i>Centrolophus niger</i>	430-800	62 SL	98 SL	3320	12500	IV-V	нет данных

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Schedophilus velaini*</i>	220-420	42,0 SL	69,0 SL	1950	7117	II-V	пирозомы, сальпы, гребневика, изоподы, эвфаузииды, креветки, кальмары, рыба
<i>Emmelichthys nitidus*</i>	120-320	11,8 SL	38,5 SL	23	1505	II-VI	пирозомы, эвфаузииды, креветки, кальмары, рыба
<i>Plagiogeneion rubiginosus*</i>	120-600	12,0 SL	40,0 SL	35	1420	II-IV	пирозомы, эвфаузииды, гиперииды, кальмары, рыба
<i>Epigonus telescopus</i>	460-590	18,0 SL	26,8 SL	82	240	II-V	пирозомы, эвфаузииды, креветки, кальмары, стернопихиды, миктофиды
<i>Pseudopentaceros richardsoni*</i>	150-800	36,0 SL	62,0 SL	770	4890	II-VI	пирозомы, сальпы, гаммариды, креветки, кальмары, личинки рыб
<i>Lepidopus caudatus</i>	220-600	32,4 TL	145,0 TL	530	3170	II-IV-V	эвфаузииды, кальмары, миктофиды

SL – стандартная длина, TL – общая длина.

Следует отметить, что талассобатиальная ихтиофауна Восточно-Индийского подводного хребта проявляет значительное сходство с таковой Западно-Индийского и Мозамбикского хребтов. Коэффициент фаунистического сходства на уровне семейств составляет 43 и 48 %, на уровне родов – 25 и 35 %, на уровне видов – 20 и 28 %, соответственно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов А.А.* Эпигонусы (род *Epigonus*, Epigonidae) Мирового океана: видовой состав и распределение // *Вопр. ихтиологии.* – 1992. – № 2. – С. 17-32.
2. *Андряшев А.П.* О некоторых вопросах вертикальной зональности морской донной фауны // *Биологические ресурсы гидросферы и их исследование. Биологические ресурсы Мирового океана / под. ред. С.А. Студенцкого.* – М.: Наука, 1979. – С. 117-138.
3. *Гершанович Д.Е.* Основные физико-географические особенности Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 7-20.
4. *Канаев В.Ф., Нейман В.Г., Парин Н.В.* Индийский океан. – М.: Мысль, 1975. – 284 с.
5. *Котляр А.Н.* Систематика и распространение трахихтовых рыб (Trachichthyidae, Bergyciformes) Индийского океана // *Тр. ин-та океанологии АН СССР.* – 1980. – Т. 110. – С. 171-224.
6. *Котляр А.Н.* Систематика и распространение видов рода *Hoplostethus* Cuvier (Bergyciformes, Trachichthyidae) // *Тр. ин-та океанологии АН СССР.* – 1986. – Т. 121. – С. 97-140.
7. *Котляр А.Н.* Остеология и распространение *Barbourisia rufa* (Barbourisiidae) // *Вопр. ихтиологии.* – 1995. – Т. 35. – № 3. – С. 282-289.

8. Новиков Н.П., Тимохин И.Г., Иванов Н.А., Усачев С.И. Ихтиофауна Западно-Индийского подводного хребта (состав, рыбопромысловая оценка, пути рационального использования) // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – Т. 46. – С. 145-159.
9. Парин Н.В. О составе талассобатиальной ихтиофауны и промысловой продуктивности Мозамбикского подводного хребта (Индийский океан) // Вопр. ихтиологии. – 2008. – Т. 48. – № 3. – С. 309-314.
10. Парин Н.В., Пахоруков Н.П. Топическая классификация ассоциированных с дном рыб, обитающих в талассной эпимезобентали Мирового океана (по данным наблюдений из подводных обитаемых аппаратов) // Вопр. ихтиологии. – 2003. – Т. 49, № 1. – С. 21-33.
11. Пиотровский А.С., Корнилова Г.Н., Кухарев Н.Н. Масляные рыбы // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 334-336.
12. Сазонов Ю.Н., Иванов А.Н. Новые виды рыб семейства Alepocephalidae (Osteichthyes, Salmoniformes) с подводных хребтов тропической части Индийского океана // Вопр. ихтиологии. – 1979. – Т. 19, вып. 6 (119). – С. 1006-1013.
13. Сазонов Ю.Н., Иванов А.Н. Гладкоголовы (Alepocephalidae и Leptoichthyidae) талассобатиали Индийского океана // Тр. ин-та океанологии АН СССР. – 1980. – Т. 110. – С. 7-104.
14. Тимохин И.Г., Новиков Н.П. Сравнительная характеристика ихтиофауны подводных хребтов юго-западной части Индийского океана // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – № 7. – С. 30-31.
15. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. – М.: Научный мир, 2001. – 606 с.
16. Щербачев Ю.Н. Предварительный обзор глубоководных офидиид (Ophidiidae, Ophidiiformes) Индийского океана // Тр. ин-та океанологии АН СССР. – 1980. – Т. 110. – С. 105-176.
17. Щербачев Ю.Н., Сазонов Ю.Н. Батиальная и талассобатиальная ихтиофауна Индийского океана // Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана : тез. докл. научн.-практ. конф. (12-13 марта 1981 г.). – Мурманск, 1981. – С. 137-139.
18. Щербачев Ю.Н. *Barbourisia rufa* Parr (Barbourisiidae, Cetomimiformes) и *Aphyonus gelatinosus* Günther (Aphyonidae, Ophidiiformes) в Индийском океане / Бюл. МОИП. отд. биол. – 1983. – Т. 88, вып. 2. – С. 52-55.
19. Щербачев Ю.Н. Предварительный список талассобатиальных рыб тропических и субтропических вод Индийского океана // Вопр. ихтиологии. – 1987. – Т. 27, вып. 1. – С. 3-11.
20. Щербачев Ю.Н., Котляр А.Н., Абрамов А.А. Ихтиофауна и рыбные ресурсы подводных поднятий Индийского океана // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 159-185.
21. Davis, M.P. Evolutionary relationships of the Aulopiformes (Euteleostei: Cyclosquamata): a molecular and total evidence approach // Nelson, J.S., Schultze, H.-P., Wilson, M.V.H. (eds.) Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts. Munchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. – 2010. – Pp. 431-470.
22. Iwamoto, T., Shcherbachev, Y.N. Macrourid fishes of the subgenus Chalinura, genus Coryphaenoides, from the Indian Ocean // Proc. Calif. Acad. Sci. – 1991. – Vol. 47, No 7. – Pp. 207-233.
23. Merrett, N.R., Sazonov, Y.I., Shcherbachev, Y.N. A new genus and species of rattail fish (Macrouridae) from the eastern North Atlantic and eastern Indian Ocean, with notes on its ecology // J. Fish. Biol. – 1983. – Vol. 22. – Pp. 549-561.
24. Nelson, J.S. Fishes of the World. 4<sup>th</sup> ed. – New York: John Wiley & Sons, 2006. – 602 p.
25. Sazonov, Y.I., Shcherbachev, Y.N., Iwamoto, T. The grenadier genus Mataeocephalus Berg, 1898 (Teleostei, Gadiformes, Macrouridae), with descriptions of two new species // Proc. Calif. Acad. Sci. – 2003. – Vol. 54, No 17. – Pp. 279-301.
26. Shcherbachev, Y.N., Iwamoto, T. Indian Ocean grenadiers of the subgenus Coryphaenoides, genus Coryphaenoides (Macrouridae, Gadiformes, Pisces) // Proc. Calif. Acad. Sci. – 1995. – Vol. 48, No 14. – Pp. 285-313.

Поступила 10.05.2016 г.

**Taxonomic composition of ichthyofauna of the Ninety East Ridge. I. G. Timokhin, S. I. Usachev, N. P. Novikov, S. T. Rebik.** *The most complete list of the ichthyofauna taxonomic composition in the Ninety East Ridge is presented based on literature data and results from 9 research expeditions carried out by YugNIRO and «Yugrybpromrazvedka» (South Fish Exploratory Service, Kerch) in 1976-1988. Altogether, 320 trawlings were conducted mainly in the southern part of the ridge at the depth range of 120-2000 m. In total, 192 species from 77 families associated with different biotope groups have been reported. Data on vertical distribution, frequency of occurrence in catches as well as brief biological properties of most mass species belonging to Myctophidae, Alepocephalidae, Ophidiidae, and Macrouridae families are given. 13,000 fish specimens were processed, measured (body length and weight) and analyzed*

*(sex and gonad stage determination, stomach contents analysis, etc.). Degree of similarity with ichthyofaunas from another underwater rises in the Indian Ocean is considered. The research results showed that thalassobathyal fauna of the Ninety East Ridge is characterized by a high degree of similarity with those from the West-Indian Ridge and Mozambique Ridge. Coefficient of faunistic similarity within the families made up 43 and 48 %, within the genera – 25 and 35 %, within the species – 20 and 28 %, correspondingly.*

**Keywords:** Myctophidae, Alepocephalidae, Ophidiidae, Macrouridae, Ninety East Ridge, Indian Ocean, species composition, check-lists, ichthyofauna, vertical distribution, biological properties, frequency in catches, faunistic similarity

## ПАРАМЕТРЫ РОСТА ЮЖНОЙ СВЕТАЩЕЙСЯ АКУЛЫ (*ETMOPTERUS GRANULOSUS* GÜNTHER, 1880) НА ПОДВОДНЫХ ПОДНЯТИЯХ УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

С. Т. Ребик, *ст. н. с.*

*Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: rebik\_s\_t@azniirkh.ru*

*В статье рассматривается зависимость между длиной и массой, а также средние значения длины возрастных когорт у южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) и рассчитываются параметры ее линейного и весового роста. В результате анализа размерного состава южной светящейся акулы при выполнении ее массовых промеров на борту промыслового судна, работавшего на подводных поднятиях Западно-Австралийского (31 ярусная постанковка) и Западно-Индийского хребтов (80 ярусных постанвок) в марте-апреле 2008 г. на глубинах 1050-1600 м было установлено, что ее длина колебалась в пределах от 35 до 87 см, а основу уловов составляли особи длиной 55-75 см. По нашим расчетам, зависимость между массой и длиной у южной светящейся акулы описывается параболической кривой вида  $W = 0,0034 * TL^{3,112}$ . На вариационной кривой выделены точки, соответствующие возрастным когортам от 1 до 8 лет. Вычислением параметров роста исследуемого вида по Берталанфи определены следующие значения: предельная теоретическая длина ( $L_{\infty}$ ) = 91,9 см, предельная теоретическая масса ( $W_{\infty}$ ) = 4378 г, параметр относительной скорости роста ( $k$ ) = 0,2293, возраст акулы при «нулевой длине» ( $t_0$ ) = -1,1225 лет. Полученные параметры позволили вычислить возраст для южной светящейся акулы максимального размера (87 см), который составил 12 лет.*

**Ключевые слова:** Индийский океан, *Etmopterus granulosus*, статистика уловов, длина, масса, возраст, размерный состав, подводные поднятия

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение роста рыб – актуальная проблема как теоретической, так и прикладной ихтиологии. Получение количественных показателей роста необходимо для построения динамических моделей развития популяций, а также для определения в них численности рыб.

Известно, что темп роста тела акул, как и других рыб, в течение жизни неравномерен. В первые годы жизни (3-7 лет) молодь быстро растет, набирая вес. Среднегодовой прирост в этот период может достигать 10-12 см, составляя около 12 % длины тела. В дальнейшем темпы линейного роста акул снижаются и, по достижении половой зрелости, становятся незначительными, предельные же размеры акул не намного превышают размеры достижения ими половой зрелости [1, 9]. Установлено, что у самок темп роста ниже, чем у самцов, что связано с расходом питательных веществ на созревание яйцеклеток [1].

В настоящее время существуют разные методики определения возраста рыб: по регистрирующим структурам (в частности, у акул по колючкам плавников и позвонкам) или по вариационным кривым размерного состава уловов. В некоторых случаях применение анализа вариационных кривых показывает весьма удовлетворительные результаты [6, 10].

Определение возраста акул по регистрирующим структурам до настоящего времени находится в стадии разработки. Наиболее точные данные получены по поперечным спилям шипов спинных плав-

ников для колючих акул рода *Squalus* [3-5, 11]. Кроме этого, для определения возраста ведутся работы по использованию их позвонков [12, 13].

В настоящей работе предпринята попытка установить зависимость между длиной и массой, а также средние значения длины возрастных когорт у южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) и рассчитать параметры ее линейного и весового роста.

Вычисления параметров роста проводились по методикам, приведенным в работе К. Хоендорфа [7, 8].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалы для настоящей работы были получены на борту намибийского промыслового судна «Antillas Reefer», проводившего глубоководный лов акул донным ярусом испанского типа на Западно-Австралийском (ЗАХ) и Западно-Индийском (ЗИХ) хребтах в марте-апреле 2008 г. на глубинах 1050-1200 м на банках ЗАХа (31 ярусная постанова) и 1200-1600 м на банках ЗИХа (80 ярусных постановок).

Целевым видом промысла была португальская акула *Centroscymnus coelolepis*, однако южная светящаяся акула (рис. 1) облавливалась в качестве весьма значимого прилова. По имеющимся на борту судна определителям вид был определен как *Etmopterus baxteri* Garrick, 1957, последующие уточнения таксономического положения этих акул показали, что *Etmopterus baxteri* является младшим синонимом для вида *Etmopterus granulosus* Günther, 1880.



Рис. 1 Внешний вид южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880), выловленной на Западно-Австралийском хребте

Все работы на борту судна выполнялись согласно методикам, принятым в рыбохозяйственных исследованиях ЮгНИРО [2, 4].

Массовому промеру был подвергнут 391 экземпляр южной светящейся акулы на ЗАХе и 3590 особей на ЗИХе, измерялась их общая длина (TL).

Размерный состав южной светящейся акулы в уловах, полученных на банках Западно-Австралийского и Западно-Индийского хребтов, был практически идентичен, что позволило объединить выборки с обоих хребтов в один массив.

Выявление возрастных когорт на вариационной кривой проводилось по методике, описанной у Н.И. Чугуновой [6], а впервые примененной Шаном в 1910 г. [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Зависимость между длиной и массой у южной светящейся акулы была установлена на основании индивидуального промера со взвешиванием 109 особей (рис. 2). Измерениями был охвачен практически весь представленный в уловах размерный ряд рыб от 35 до 87 см (0,35-3,90 кг). В работе не дифференцировались данные по признаку пола, поскольку доля самцов в массиве была незначительной.

Полученные способом наименьших квадратов значения зависимости между длиной и массой у исследуемого вида аппроксимируются параболической степенной кривой вида:

$$L = 6,2071 * W^{0,3213}, \quad (1)$$

а между массой и длиной – кривой вида:

$$W = 0,0034 * L^{3,112}, \quad (2)$$

где L – общая длина в сантиметрах и W – масса тела в граммах.

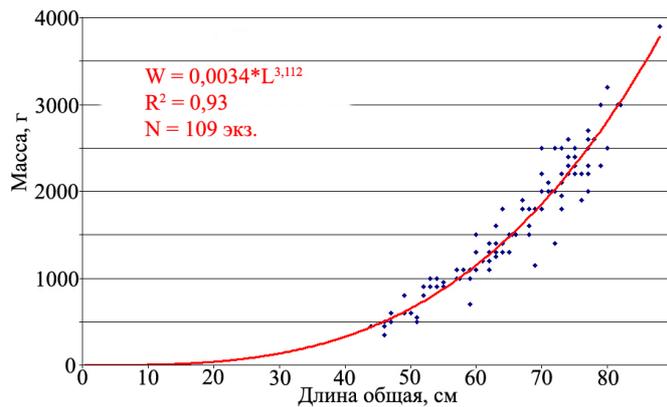


Рис. 2 Зависимость между массой и длиной у южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) на банках ЗИХа и ЗАХа

На основании выведенной зависимости можно констатировать, что рост южной светящейся акулы является близким к изометрическому, поскольку приросты массы возрастают близко к кубу длины, т.е. значение степени в формуле (2) близко к трем (= 3,112).

Полученные формулы позволили рассчитать среднюю массу для разных возрастных когорт, значения которой представлены в таблице.

**Зависимость между возрастом и длиной.** Минимальная длина южной светящейся акулы, измеренной в рейсе, составила 35 см, максимальная – 87 см, в уловах

### Линейный рост и увеличение массы южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) на банках Западно-Австралийского и Западно-Индийского подводных хребтов, полученные разными методами (донный ярус, апрель-май 2008 г.)

Возраст, лет	Длина возрастных когорт, полученная по графику размерного состава в уловах, см	Средняя длина возрастных когорт, рассчитанная по Берталанфи, см	Средняя масса возрастных когорт, рассчитанная по Берталанфи, г
0	14	20,9	43
1	35*	35,4	225
2	47,5	47,0	543
3	53	56,2	947
4	63	63,5	1386
5	71	69,3	1821
6	74,5	74,0	2226
7	77,5	77,6	2590
8	80,5	80,6	2905
9		82,9	3174
10		84,7	3400
11		86,2	3587
12		87,4	3740
13		88,3	3866
14		89,0	3967
15		89,6	4049

\* Длина для годовиков принята исходя из аналогичного показателя у черноморской колючей акулы *Squalus acanthias* [3].

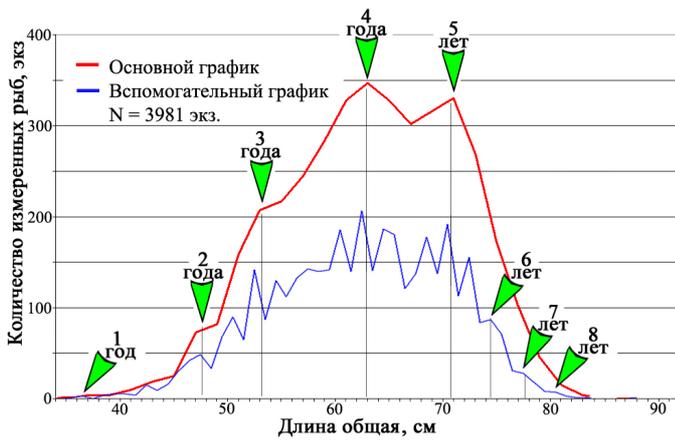


Рис. 3 Размерный состав уловов южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) на банках Западно-Австралийского и Западно-Индийского подводных хребтов (донный ярус, апрель-май 2008 г.)

На основном графике выделяются два перегиба на восходящей (левой) части и два модальных пика, которые отчетливо видны и на вспомогательном графике (когорты 2, 3, 4, и 5 лет). Кроме этого, на вспомогательном графике просматриваются три перегиба на нисходящей (правой) части (когорты 6, 7 и 8 лет).

В связи с тем, что в уловах практически отсутствуют акулы длиной менее 40 см, на графике, по нашему мнению, почти не просматривается когорта годовиков. Исходя из аналогичного показателя для родственного вида – черноморской колючей акулы *Squalus acanthias* [3], для обозначения этой когорты была принята длина 35 см.

В результате проведенных рассуждений были определены реперные величины длин для возрастных когорт от 0 до 8 лет (таблица, рис. 3).

Существует достаточно много разработок математического описания различных типов роста. Поскольку рост рыб (и в частности акул) происходит с асимптотически убывающей скоростью, его можно аппроксимировать уравнением Берталанфи [7, 8].

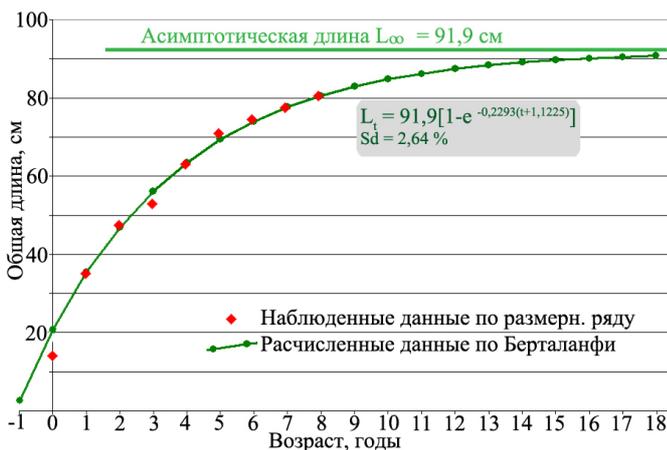


Рис. 4 Линейный рост южной светящейся акулы (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) на банках ЗИХа и ЗАХа

Расчеты показали, что параметры формулы Берталанфи для южной светящейся акулы на хребтах умеренной зоны Индийского океана имеют следующие значения: предельная теоретическая длина ( $L_{\infty}$ ) = 91,9 см, параметр относительной скорости роста ( $k$ ) = 0,2293, возраст акулы при «нулевой

доминировали особи длиной 50-75 см. Выполненные в рейсе биологические анализы самок южной светящейся акулы показали, что этот вид относится к группе яйцеживородящих акул. Длина новорожденных акул, судя по размерам вполне сформированных и готовых к рождению эмбрионов, составляет 13-15 см, поэтому на начальном этапе исследований нулевая длина вида определена в размере 14 см. Были построены два графика размерного состава акул в уловах: основной, с дискретностью в 2 см, и вспомогательный, с дискретностью в 1 см. На данных графиках хорошо видны перегибы и пики, которые мы интерпретируем как моды возрастных когорт (рис. 3).

Для расчета параметров кривой Берталанфи за основу были взяты данные когорт от 0 до 8 лет, полученные по размерному ряду акул в уловах. Построенная по полученным точкам аппроксимирующая кривая (рис. 4) имеет среднеквадратическое отклонение  $Sd = 2,64\%$ , что характеризует малую относительную погрешность [7, 8], т. е. расчетная кривая имеет высокое приближение к наблюдаемым значениям, полученным по вариационной кривой размеров в уловах.

Анализируя параметры полученной кривой, можно утверждать, что максимальный возраст южной светящейся акулы, облавливаемой на подводных поднятиях умеренной зоны Индийского океана, вряд ли превышает 13-15 лет.

длине» ( $t_0$ ) = -1,1225 лет. Таким образом, формула Бергаланфи для линейного роста исследуемого объекта имеет вид [7, 8]:

$$L_t = 91,9[1 - e^{-0,2293(t+1,1225)}], \text{ см.} \quad (3)$$

Если формулу (2) применить в выражении (3), получим зависимость между возрастом и увеличением массы по Бергаланфи, которая будет иметь вид:

$$W_t = 4378[1 - e^{-0,2293(t+1,1225)}]^{3,112}, \text{ г.} \quad (4)$$

Полученные параметры позволили вычислить возраст для южной светящейся акулы максимального размера (87 см), который составил 12 лет.

## ВЫВОДЫ

1. Максимальный возраст южной светящейся акулы, облавливаемой на подводных поднятиях умеренной зоны Индийского океана, не превышает 13-15 лет.
2. Зависимость между длиной и массой южной светящейся акулы описывается параболической кривой вида  $W = 0,0035 * L^{3,112}$ , т. е. ее рост в умеренной зоне Индийского океана является близким к изометрическому.
3. Линейный рост исследуемого вида аппроксимируется кривой Бергаланфи вида:

$$L_t = 91,9[1 - e^{-0,2293(t+1,1225)}].$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов Е.П., Кондюрин В.В., Мягков Н.А. Акулы Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 20-21.
2. Домашенко Г.П. Методическое пособие по проведению ихтиологических работ на научно-исследовательских, научно-поисковых и промысловых судах в Черном море. – Керчь, 1986. – 28 с.
3. Кирносова И.П. Параметры роста и смертности черноморской колючей акулы *Squalus acanthias* L. // Биологические ресурсы Черного моря : сб. научн. тр. ВНИРО. – 1990. – С. 113-123.
4. Мягков Н.А. Методическое руководство по сбору материалов и первичному изучению акул. – М.: ВНИРО, 1982. – 42 с.
5. Пробатов А.Н. Материалы по изучению черноморской колючей акулы *Squalus acanthias* L. // Ученые записки РГУ. – 1957. – Т. 57, вып. 1. – С. 5-26.
6. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: АН СССР, 1959. – С. 144-147.
7. Хоендорф К. Функции Бергаланфи и их применение для характеристики роста рыб (перевод А-244). – М., 1977. – 58 с.
8. Hohendorf, K. Eine Diskussion der Bertalanffi-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen // Kieler Meeresforschungen, 1966. – Vol. XXII, No 1. – Pp. 70-97. (Фонды НТБ ЮгНИРО, перевод А-244).
9. [http://www.akully.ru/sharks/8-long\\_life/index.shtm](http://www.akully.ru/sharks/8-long_life/index.shtm) (дата обращения: 15.05.2016).
10. Shann, E.W. Some notes on the life history and rate of growth in *Gobius minutes* // Annals and magazine of natural history. – 1910. – Ser. 8. – Vol. 5. – P. 217-239.
11. Soldat, V.T. Age and size of spiny dogfishes *Squalus acanthias* in the northwest Atlantic // NAFO Sci. Count. Studies. – 1982. – Vol. 3. – P. 47-52.
12. Stevens, J. Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark // Mar. Boil. Ass. U.K. – 1975. – Vol. 55, No 3. – P. 657-665.
13. Tanaka, S. Age and growth of sharks by vertebrae // Mar. Sci. Mon. – 1978. – Vol. 10, No 2. – P. 52-56.

Поступила 06.06.2016 г.

**Growth rates of the southern lanternshark (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) on the underwater seamounts of the Indian Ocean temperate zone. S. T. Rebik. A length-weight relationship and mean values of the length in different age cohorts of the southern lanternshark (*Etmopterus granulosus* Günther, 1880) were identified. The rates of its linear and weight growth were calculated. Analysis of length**

composition of the southern lanternshark during the large-scale survey measurements on board the vessel, operating on the underwater seamounts of the Broken Ridge (31 longline sets) and the West-Indian Ridge (80 longline sets) at the depth range of 1050-1600 m in March-April of 2008, allowed to find out that its length varied within 35-87 cm, and the specimens of 55-75 cm comprised the most part of the catches. Length-weight relationship in the southern lanternshark population is described by a parabolic curve of the form  $W = 0.0034 * TL^{3.112}$ . The points, corresponding to age cohorts from 1 to 8 years, are marked on the variation curve. Having calculated the growth rates of the studied species using von Bertalanffy equation, the following values were estimated: maximum estimated length = 91.9 cm, maximum estimated weight = 4378 g, the relative growth rate parameter = 0.2293, the lanternshark age at the «zero length» = -1.1225 years. The estimated rates made it possible to calculate the age for a southern lanternshark of maximum length (87), which made up 12 years.

**Keywords:** Indian Ocean, Broken Ridge, West-Indian Ridge, *Etmopterus granulosus*, fish catch statistics, length-weight relationship, age, length composition, underwater seamounts

## ПЕРВАЯ ДОКУМЕНТИРОВАННАЯ ПОИМКА СЕЛЬДЕВОЙ АКУЛЫ *LAMNA NASUS* В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКИ НАД ПОДВОДНЫМ СЕВЕРНЫМ ХРЕБТОМ СКОТИЯ (БАНКА ДЭВИСА) С ЗАМЕЧАНИЯМИ О ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ ВИДА В ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ

С. И. Усачёв, *ст. н. с.*

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: usachev\_s\_i@azniirkh.ru

Представлены сведения о первой документированной регистрации сельдевой акулы *Lamna nasus*, пойманной в апреле 2009 г. в районе подводного Северного хребта Скотия (юго-западная Атлантика) при ярусном промысле патагонского клыкача. Приведены данные морфометрического анализа и обстоятельства поимки. Выявленные особенности окраски впервые указывают на присутствие так называемых «черномордых» («black-faced») особей *Lamna nasus* в южной Атлантике и являются доказательством их циркумглобального распространения в Южном полушарии.

**Ключевые слова:** *Lamna nasus*, распространение, подводный Северный хребет Скотия, популяционная структура

В Южном полушарии *Lamna nasus* предположительно имеет циркумглобальное распространение в умеренных и субантарктических водах в поясе между 30 и 55° южной широты. Карты, представляющие распространение сельдевой акулы в этом регионе, зачастую довольно грубо аппроксимированы и являются в значительной степени гипотетическими [6, 12]. Документально подтверждена встречаемость этого вида в водах континентального шельфа южной Бразилии [18], Уругвая, Аргентины [13, 14], Чили [16], юга Африки [4] и южного побережья Австралии [12], на островных шельфах и в прилегающих водах Новой Зеландии [10], Тасмании [19], Фолклендских (Мальвинских) островов; в субантарктических водах у островов Принс-Эдуард, Крозе, Кергелен [5, 7-9] и Южная Георгия [1], в открытых водах – в юго-западной части Индийского океана.

В апреле 2009 г., во время целевого промысла патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*), был выловлен 1 экз. сельдевой акулы (рис. 1) в открытых водах юго-западной Атлантики в районе подводного Северного хребта Скотия, вне пределов известных районов распространения вида в этом регионе.

Материал: самка; 160,5 см TL; 53°56' ю. ш., 51°59' з. д. – 53°53' ю. ш., 51°49' з. д.; глубина постановки яруса 1200-1160 м; 17 апреля 2009 г.; орудие лова – трот-ярус.

Измерения пластических признаков и их индексы, выраженные в процентах абсолютной длины, представлены в таблице. Схема промеров и обозначения признаков даны по Comagno [6]. Все фото, представленные в настоящем сообщении, выполнены автором.

Тело веретенообразное, плотное. Максимальная высота тела на уровне начала основания первого спинного плавника. Голова большая, ее длина равна четверти абсолютной длины. Рыло коническое, заостренное. Глаза крупные, глазная щель овальной формы. Жаберные щели длинные, чуть более четверти длины головы. Хвостовой стебель относительно тонкий с хорошо развитым килем, переходящим на хвостовой плавник. Под ним в основании нижней лопасти хвостового плавника

есть маленький вторичный киль. Хвостовой плавник полулунной формы, в его основании расположены дорсальная и вентральная прекаудальные ямки в виде поперечных бороздок (рис. 2). Зубная формула 14-15/14-14. Масса 41 кг.



Рис. 1 Самка *Lamna nasus* 160,5 см ТЛ, пойманная на банке Дэвиса (подводный Северный хребет Скотия)



Рис. 2 Расположение килей и дорсальной прекаудальной ямки

Верх головы, туловища и хвостового стебля сине-черный до линии, проходящей от конца рыла через верхние края глаза и жаберных щелей и далее по килю хвостового стебля до его перехода на хвостовой плавник. Бока туловища от 5-й жаберной щели и дорсальной стороны грудного плавника до начала киля хвостового стебля светло-серые. Брюхо и вентральная сторона хвостового стебля белые, без пятен (рис. 3а). Голова по бокам серо-голубая, снизу большей частью серая, за исключением белой медиальной области на вентральной стороне примерно от линии, соединяющей углы рта, до начала оснований грудных плавников (рис. 3б).

**Некоторые пластические признаки *Lamna nasus* (банка Дэвиса,  
подводный Северный хребет Скотия) (% TL)**

Признак	см	% TL
Абсолютная длина/total length (TL)	160,5	100
Длина до развилки хвостового плавника/fork length (FL)	137,8	85,9
Длина до верхней лопасти хвостового плавника/precaudal-fin length (PCL)	122,2	76,1
2-е антедорсальное расстояние/pre-second dorsal-fin length (PD2)	107,7	67,1
1-е антедорсальное расстояние/pre-first dorsal-fin length (PD1)	51,5	32,1
Длина головы/head length (HDL)	39,1	24,4
Длина головы до 1-й жаберной щели/prebranchial length (PGL)	28,4	17,7
Предглазничное расстояние/preorbital length (POB)	9,4	5,9
Антепекторальное расстояние/prepectoral-fin length (PP1)	39,5	24,6
Антевентральное расстояние/prepelvic-fin length (PP2)	84,7	52,8
Длина до клоаки/snout-vent length (SVL)	87,6	54,6
Антеанальное расстояние/preanal-fin length (PAL)	107,7	67,1
Интердорсальное расстояние/interdorsal space (IDS)	50,7	31,6
Расстояние между D2 и хвостовым плавниками/dorsal caudal-fin space (DCS)	12,5	7,8
Пектоцентрально-пелвичное расстояние/pectoral-fin pelvic-fin space (PPS)	34,7	21,6
Вентроанальное расстояние/pelvic-fin anal-fin space (PAS)	14,4	9,0
Длина рыла до переднего края ноздрей/prenarial length (PRN)	7	4,4
Длина рыла до рта/preoral length (POR)	12,5	7,8
Горизонтальный диаметр глаза/eye length (EYL)	3,2	2,0
Вертикальный диаметр глаза/eye height (EYH)	3,7	2,3
Расстояние между 1-й и 5-й жаберными щелями/intergill length (ING)	10,7	6,7
Высота 1-й жаберной щели/first gill slit height (GS1)	11,4	7,1
Высота 2-й жаберной щели/second gill slit height (GS2)	11,2	7,0
Высота 3-й жаберной щели/third gill slit height (GS3)	11,9	7,4
Высота 4-й жаберной щели/fourth gill slit height (GS4)	12,3	7,7
Высота 5-й жаберной щели/fifth gill slit height (GS5)	12,5	7,8
Расстояние между внутренними краями ноздрей/internarial space (INW)	5,3	3,3
Межглазничное расстояние/interorbital space (INO)	10,7	6,7
Длина рта/mouth length (MOL)	7,7	4,8
Длина переднего края грудного плавника/pectoral-fin anterior margin (P1A)	30	18,7
Длина основания грудного плавника/pectoral-fin base (P1B)	12,2	7,6
Длина грудного плавника/pectoral-fin length (P1L)	28,4	17,7
Длина основания D1/first dorsal-fin base (D1B)	17	10,6
Высота D1/first dorsal-fin height (D1H)	19,8	12,3
Длина внутреннего края D1/first dorsal-fin inner margin (D1I)	5,8	3,6
Длина основания D2/second dorsal-fin base (D2B)	2,8	1,8
Высота D2/second dorsal-fin height (D2H)	2,7	1,7
Длина внутреннего края D2/second dorsal-fin inner margin (D2I)	4,7	2,9
Длина основания анального плавника/anal-fin base (ANB)	3,2	2,0
Высота анального плавника/anal-fin height (ANH)	3,3	2,1
Длина внутреннего края анального плавника/anal-fin inner margin (ANI)	4,6	2,9
Длина основания брюшного плавника/pelvic-fin base (P2B)	7	4,4
Высота брюшного плавника/pelvic-fin height (P2H)	3,9	2,4
Длина внутреннего края брюшного плавника/pelvic-fin inner margin (P2I)	4,2	2,6
Длина верхней лопасти хвостового плавника/dorsal caudal-fin margin (CDM)	37,6	23,4
Длина нижней лопасти хвостового плавника/preventral caudal-fin margin (CPV)	28,4	17,7

Грудные плавники сверху сине-черные, снизу имеют серую окантовку и большое черно-серое овальное пятно от вершины и почти до основания плавника (рис. 3b). Первый спинной плавник серый с отчетливо выраженным светлым серовато-белым задним кончиком (рис. 4).

Точная глубина поимки неизвестна. Вероятно, акула была поймана в толще воды, так как глубина постановки яруса (1200-1160 м) значительно превышает известные в настоящее время для этого

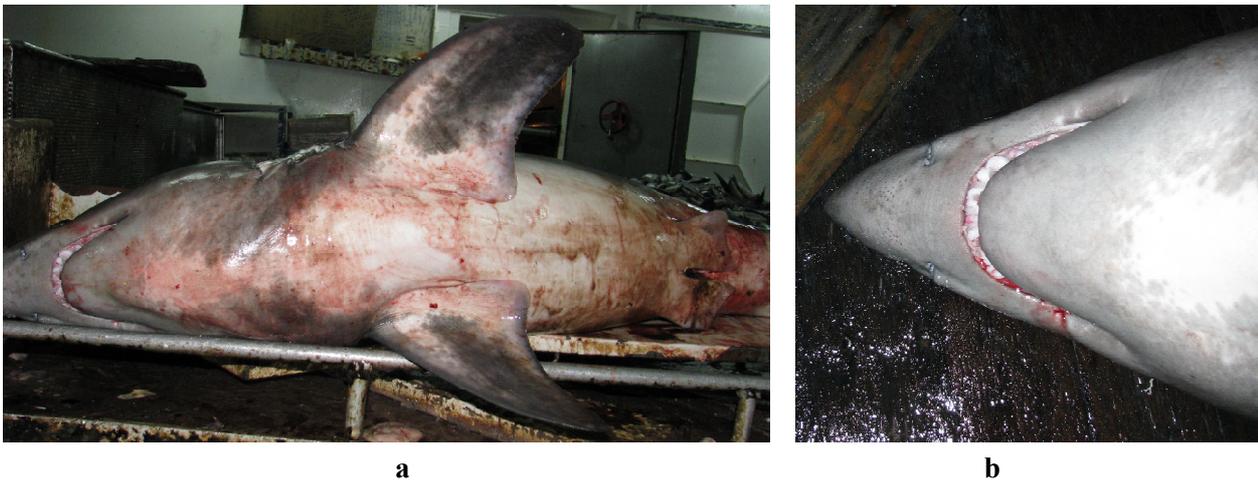


Рис. 3 Окраска вентральной поверхности головы (а), грудных плавников и туловища (б)



Рис. 4 Окраска первого спинного плавника

вида максимальные глубины вертикального распространения, полученные как путем прямых спутниковых телеметрических наблюдений (552 м) [15], так и в результате поимки донными орудиями лова (700 м).

Как уже было отмечено выше, поимки сельдевой акулы в юго-западной Атлантике имели место в водах континентального шельфа Аргентины, островных шельфов Фолклендских (Мальвинских) о-вов, о. Южная Георгия и на банке Бердвуд [6]. Банка Бердвуд и о. Южная Георгия являются составными частями Северного хребта Скотия, протянувшегося на 2000 км в широтном направлении и представляющего собой комплекс глубоководных банок (в т. ч. банку Дэвиса и банку Аврора), подводных хребтов и скал [2, 3].

Обнаружение *Lamna nasus* на банке Дэвиса (рис. 5) заполняет пробел в распространении вида между известными районами регистрации и является связующим звеном в распространении вида между банкой Бердвуд и о. Южная Георгия.

В настоящее время принято считать, что *Lamna nasus* имеет дизъюнктивный (антитропический) ареал. При этом на основании данных, полученных в результате мечения, известно, что в северной Атлантике существует как минимум две популяции в северо-восточной и северо-западной частях океана [11]. Популяционная структура сельдевой акулы в Южном полушарии до настоящего времени изучена недостаточно [17].

Компаньо [6], исследовав несколько особей *Lamna nasus* от юга Африки и южной части Индийского океана, показал, что они, в частности, существенно отличаются от особей из Северного полушария в окраске головы (так называемые «черномордые», или «black-faced», акулы). Сходный тип окраски был отмечен у особей сельдевой акулы из Тасманова моря [19]. Компаньо высказал идею о необходимости изучения распространения этого признака у особей из Южного полушария, чтобы выяснить, являются ли «черномордые» акулы локальной географической формой или этот признак встречается у всех сельдевых акул на протяжении всей южной части ареала вида. Описанный выше

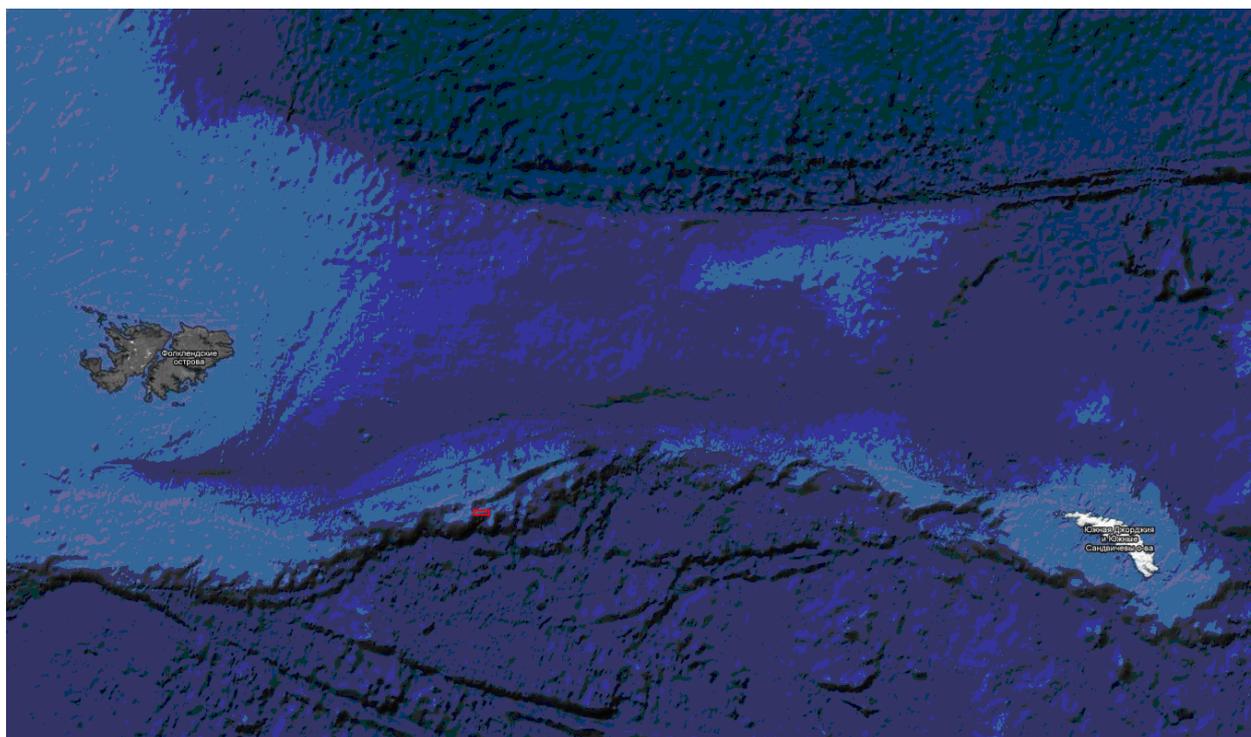


Рис. 5 Место поймки (отмечено красным) *Lamna nasus* на банке Дэвиса (подводный Северный хребет Скотия) (Google Earth 2015)

экземпляр, несомненно, относится к «черномордым» акулам. Таким образом, можно утверждать, что сельдевые акулы с этим типом окраски встречаются в южных областях всех океанов и имеют циркумглобальное распространение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Светлов М.Ф. Сельдевая акула *Lamna nasus* Bonaterre в водах Антарктики // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т. 18, вып. 5. – С. 955-956.
2. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). – М.: Научный мир, 2001. – 606 с.
3. Barker, P.F. Scotia Sea regional tectonic evolution: Implications for mantle flow and palaeocirculation // Earth Sci. Rev. – 2001. – Vol. 55. – P. 1-39.
4. Bass, A.J., D'Aubrey, J.D., Kistnasamy, N. Sharks of the east coast of southern Africa IV. The families Odontaspidae, Scapanorhynchidae, Isuridae, Cetorhinidae, Alopiidae, Orectolobidae and Rhinodontidae // Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst. – 1975. – No 39. – P. 1-102, pls. 1-15.
5. Chérel, Y., Duhamel, G. Antarctic jaws: cephalopod prey of sharks in Kerguelen waters // Deep-sea Research. Part I, Oceanographic Research Papers. – 2004. – Vol. 51. – P. 17-31.
6. Compagno, L.J.V. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date / Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes) // FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. – Rome, FAO, 2001. – Vol. 2, No 1. – 269 pp.
7. Duhamel, G., Compagno, L.J.V. Sharks. In: W. Fischer & J.-C. Hureau, eds. FAO species identification sheets for fishery purposes. Southern Ocean. CCAMLR convention area, fishing areas 48, 58, and 88. – FAO, Rome, 1985. – Vol. 1. – P. 209-216.
8. Duhamel, G., Ozouf-Costaz, C. Presence de *Lamna nasus* (Bonaterre, 1788), aux Isles Kerguelen // Cybium. – 1982. – Vol. 6, No 4. – P. 15-18.
9. Duhamel, G., Pruvost, P., Capdeville, D. By-catch of fish in longline catches off the Kerguelen Islands (Division 58.5.1) during the 1995/1996 season // CCAMLR Science. – 1997. – Vol. 4. – P. 175-193.
10. Francis, M.P., Campana, S.E., Jones, C.M. Age under-estimation in New Zealand porbeagle sharks (*Lamna nasus*): is there an upper limit to ages that can be determined from shark vertebrate? // Marine and Freshwater Research. – 2007. – Vol. 58. – P. 10-23.

11. Kohler, N.E., Turner, P.A., Hoey, J.J., Natanson, L.J., Briggs, R. Tag and recapture data for three pelagic shark species, blue shark (*Prionace glauca*), shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*), and porbeagle (*Lamna nasus*) in the North Atlantic Ocean // ICCAT Collective Volume of Scientific Papers SCRS/2001/064. – 2002. – P. 1231-1260.
12. Last, P.R., Stevens, J.D. Sharks and rays of Australia. – CSIRO, Australia, 1994. – 513 pp.
13. Menni, R.C., Gosztonyi, A.E. Nuevas localidades para Raja trachyderma y *Lamna nasus* (Chondrichthyes, Rajidae y Lamnidae) // Neotropica. – 1977. – Vol. 23, No 69. – P. 66-68.
14. Nakaya, K. Descriptive notes on a porbeagle, *Lamna nasus*, from Argentine waters, compared with the north Pacific salmon shark, *Lamna ditropis* // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. – 1971. – Vol. 21, No 4. – P. 269-279.
15. Pade, N.G., Queiroz, N., Humphries, N.E., Witt, M.J., Jones, C.S., Noble, L.R., Sims, D.W. First results from satellite-linked archival tagging of porbeagle shark, *Lamna nasus*: Area fidelity, wider-scale movements and plasticity in diel depth changes // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 2009. – Vol. 370. – P. 64-74.
16. Reyes, P.R., Torres-Florez, J.P. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake // Revista de Biología Marina y Oceanografía. – 2009. – Vol. 44, No 1. – P. 243-251.
17. Semba, Y., Yokawa, K., Matsunaga, H. Distribution and trend of abundance for porbeagle (*Lamna nasus*) in the Southern Hemisphere // WCPFC-SC8-2012/EB-IP-03.
18. Soto, J.M.R. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I. Sharks // Mare Magnum. – 2001. – Vol. 1, No 1. – P. 51-120.
19. Stevens, J.D., Dunning, M.C., Machida, S. Occurrence of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the Tasman Sea // Japanese J. Ichthyol. – 1983. – Vol. 30, No 3. – P. 301-307.

*Поступила 03.03.2017 г.*

**The first record of the porbeagle shark, *Lamna nasus* (Chondrichthyes, Lamnidae), from the Southwest Atlantic upon submarine North Scotia Ridge (Davis Bank) with remarks on the species population structure in the Southern Hemisphere. S. I. Usachev.** *The first documented evidence of the porbeagle shark, *Lamna nasus* (Chondrichthyes, Lamnidae) in the area of the North Scotia Ridge (Southwest Atlantic) is presented. Data on morphometric analysis and plastic features of the identified *L. nasus* are provided. The porbeagle shark (1 ind.) was caught during the target fishing of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* in April 2009. The detected coloration peculiarities make it obvious that the so called «black-faced» specimens of *Lamna nasus* occur in the southern areas of all the oceans and evidence their circumglobal distribution in the Southern Hemisphere.*

**Keywords:** *Lamna nasus*, geographical distribution, deep-sea long-line fisheries, Davis Bank, North Scotia Ridge, population structure

## ПЕРВАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ КЕРЧЕНСКИХ РЫБАКОВ В АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН И НАЧАЛО ОКЕАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЗЧЕРНИРО

Ю. В. Корзун, *ст. н. с.*, Н. Н. Кухарев, *ст. н. с.*

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: korzun\_y\_v@azniirkh.ru

*Исследование сырьевых ресурсов Мирового океана учеными АзЧерНИРО (сейчас Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»), начатое в 1957 г., было продолжено в первой Керченской промысловой экспедиции в Центрально-Восточную Атлантику. Начальником экспедиции был Иван Федорович Денисенко, а его заместителем по научной работе Валентин Алексеевич Бородашов. Экспедиция состояла из трех судов: большого морозильного рефрижераторного траулера «Жуковский», среднего рыболовного траулера «Грот» – научно-исследовательского судна, принадлежавшего АзЧерНИРО, и большого черноморского сейнера «Затвор». С целью изучения сырьевой базы Восточной Атлантики в состав экспедиции была включена научная группа из шести ученых ихтиологов, гидробиологов и океанологов. Научная программа рейса была подготовлена и утверждена во ВНИРО. Работы планировались на шельфе Африки от Гибралтарского пролива до порта Кейптаун и впервые проходили в осенне-зимний период (Северного полушария). Ранее ни одно из советских рыболовных судов в этом сезоне еще не работало, и не были известны районы лова. Экспедиция вышла из Керчи 16 октября 1958 г. Основным заданием экспедиции было выполнение плана вылова, все научно-исследовательские работы были подчинены этой цели. В связи с досрочным выполнением плана по вылову район промысла и научных исследований сократился. Южнее Ганы экспедиция не работала, а исследовательские работы проводились по сокращенной программе. Тем не менее было выполнено 48 комплексных океанографических станций, собраны данные по гидрологии и гидрохимии, пробы планктона, бентоса и морского грунта, пробы для изучения питания, возраста, популяционной структуры и гистологических исследований рыб. Большие коллекции тропической фауны, собранные в рейсе, дополнили экспозицию морской фауны АзЧерНИРО, были переданы в другие научно-исследовательские институты, университеты и школы страны. Были перевыполнены плановые показатели по вылову на 27 %, добыто и переработано 825 т рыбы. Все три судна благополучно вернулись в Керчь 14 февраля 1959 г. Экспедиция на БМРТ «Жуковский» подтвердила хорошее состояние рыбных запасов в шельфовых водах Западной Африки, а также показала, что в ЦВА возможен круглогодичный высокопроизводительный траловый и кошельковый промысел. Ее результаты послужили одним из важных обоснований для последующего развития широкомасштабного советского промысла в ЦВА и организации дальнейших океанических исследований АзЧерНИРО.*

**Ключевые слова:** исторический отчет, научно-промысловые экспедиции, рыбохозяйственные институты, Центрально-Восточная Атлантика, уловы, научно-промысловые суда, промысловые объекты

Исследование сырьевых ресурсов Мирового океана учеными АзЧерНИРО (сейчас Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ») было начато в 1957 г. на БМРТ «Казань» и продолжены в период первой Керченской промысловой экспедиции в Центрально-Восточную Атлантику (ЦВА). Она проводилась в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР и постановлением Совета Министров УССР, который «обязал Херсонский совнархоз организовать и направить в третьем квартале 1958 г. в среднюю и южную часть Атлантического океана рыбопромысловую экспедицию». Для проведения этой экспедиции существовало несколько причин, а именно: порты Черного

и Азовского морей были расположены ближе к промысловым ресурсам тропической Атлантики, чем другие порты Советского Союза, в прибрежных городах Южного региона СССР было много опытных рыбаков, промысел в наших морях имел резко выраженный путинный (сезонный) характер, рыбные запасы Азовского и Черного морей были ограничены и не позволяли значительного увеличения рыбопродукции, в которой нуждалась страна. Назрела необходимость выхода за пределы внутренних морей – в Мировой океан, где предстояло развивать океанический промысел на судах неограниченного плавания.

Первая научно-поисковая экспедиция СССР в Центрально-Восточную Атлантику была проведена в 1957 г. на базе Балтгостреста. На головном судне БМРТ «Казань» работали сотрудники АзЧерНИРО Н.Н. Данилевский и В.П. Попова. Последующие экспедиции в Восточную Атлантику в 1957 и 1958 гг. на промысловых судах Калининградского и Мурманского совнархозов, работавших в весенний и летний сезоны, показали перспективность использования запасов сардины, тунцов, ставриды и различных видов морских карасей в прибрежной шельфовой зоне Западной Африки. В тот период прибрежные государства региона еще не ввели 200-мильные экономические зоны, не вели индустриальный промысел, а рыбные запасы прибрежных вод ЦВА буквально изобиловали рыбой.

Первой Керченской экспедиции предстояла работа в осенне-зимний период, когда ни одно из советских рыболовных судов в этом сезоне еще не работало и не были известны районы лова [1].

С целью изучения сырьевой базы Восточной Атлантики в состав экспедиции была включена научная группа из шести ученых разного профиля (рис. 1, 2). В нее входили ихтиологи к.б.н. Бородагов В.А. (ВНИРО), Демидов В.Ф. (АзЧерНИРО) и ихтиолог-гистолог к.б.н. Чернышов О.Б.

КОПИЯ

**СУДОВАЯ РОЛЬ**

Название судна **БМРТ «Жуковский»** 3. Род и назначение судна **рыболовное**  
 2. Порт, № регистрации **Керчь, 316** 4. Собственник судна **Керченская база Гоблова**

№ п. п.	Фамилия, имя, отчество	Гражданство	Должность	Год рождения
1	2	3	4	5
I.	Ковтушенко Сергей Павлович	СССР	Капитан-директ.	1927
106.	Денисенко Иван Федорович	"	нач. экспед.	1916
107.	Бородагов Валентин Алексеев.	"	зам. нач. эксп.	1900
108.	Виннов Сергей Сергеевич	"	ст. инж. доб.	1915
109.	Корхова Юлия Автономовна	"	ст. инж. обраб.	1923
110.	Мурин Галина-Ванцетти Васил.	"	гидробиолог	1927
111.	Демидов Владимир Федорович	"	ихтиолог	1929
112.	Богданов Давид Васильевич	"	инж. гидролог.	1924
113.	Велицкий Григорий Григорьев.	"	инженер-мех.	1905
114.	Чернышов Олег Борисович	"	ихтиолог	1916
115.	Денисова Александра Ивановна	"	гидробиолог	1927

Рис. 1 Фрагмент судовой роли БМРТ «Жуковский» с составом научной группы



**Рис. 2 Владимир Федорович Демидов (1926-2009), научный сотрудник АзЧерНИРО, ихтиолог, участник Первой промысловой экспедиции на БМРТ «Жуковский» в Мировой океан. Экспедиция работала в Центрально-Восточной Атлантике с октября 1958 г. по февраль 1959 г.**

(Киевский государственный университет), гидробиолог Мурина Г.В. (ВНИРО), инженер-гидролог к.б.н. Богданов Д.В. (ВНИРО), а также гидрхимик Денисова А.И. (Институт гидробиологии АН УССР). Большую помощь в работе научной группы оказывала ст. лаборант Никонович Н.К. (Институт гидробиологии АН УССР) [2].

Начальником экспедиции был Иван Федорович Денисенко, а его заместителем по научной работе Валентин Алексеевич Бородатов. Экспедиция состояла из трех судов: большого морозильного рефрижераторного траулера (БМРТ) «Жуковский» (капитан-директор Ковтуненко О.П.), среднего рыболовного траулера (СРТ) «Грот» (капитан Жураховский П.Г.), научно-исследовательского судна, принадлежавшего АзЧерНИРО, и большого черноморского сейнера (БЧС) «Затвор» (капитан Рачковский Н.И.) (рис. 3).

Научная группа базировалась на БМРТ «Жуковский», однако для выполнения исследований научные сотрудники периодически переходили на другие суда экспедиции.

Научная программа рейса была подготовлена и утверждена во ВНИРО. Согласно программе задачи научной группы включали:



**БМРТ «Жуковский»**



**СРТ «Грот»**



**БЧС «Затвор»**

**Рис. 3 Суда первой промысловой экспедиции в Центрально-Восточную Атлантику**

- изучение биологии и распространения сардины и тунцов у Западной Африки;
- выявление новых видов рыб и беспозвоночных как объектов промысла;
- изучение поведения, распределения и миграций рыб в зависимости от условий внешней среды, в том числе кормовой базы, гидрологического и гидрохимического режимов;
- сбор образцов морских животных для музея.

Район предстоящих работ простирался от Гибралтарского пролива вдоль западноафриканской отмели до порта Кейптаун (рис. 4) [1].

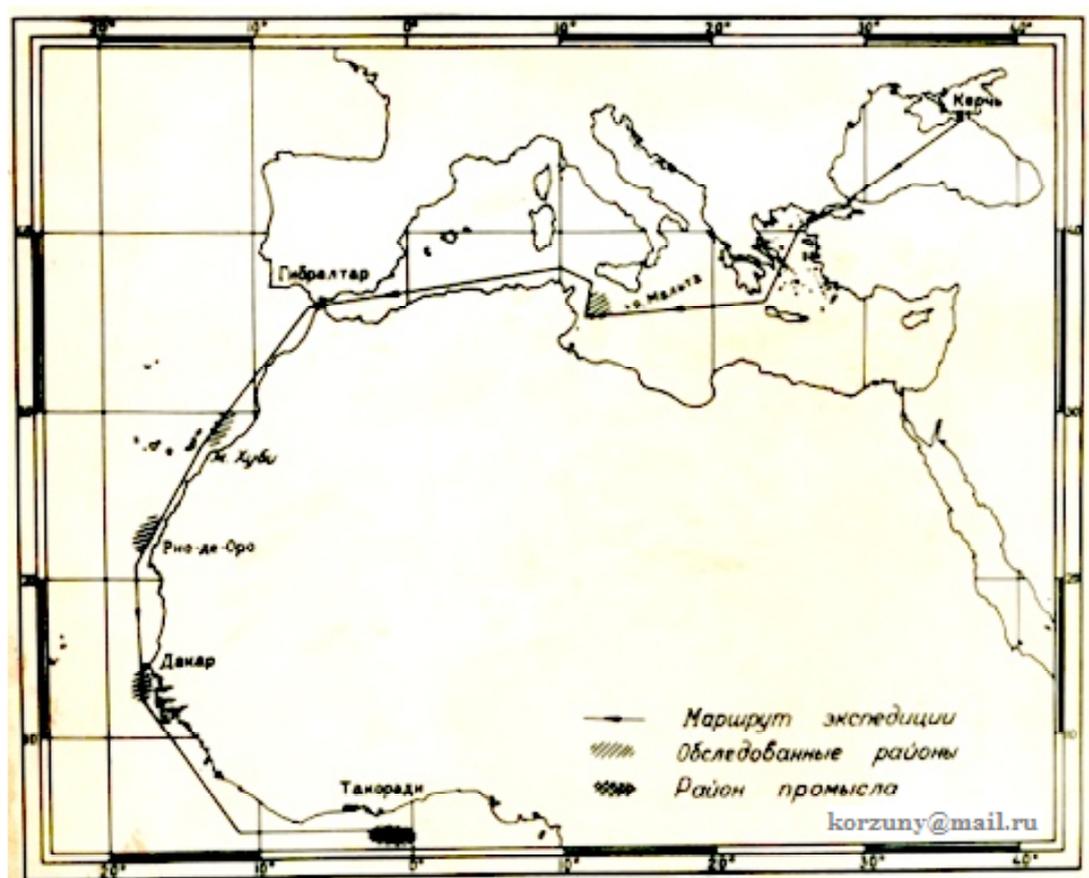


Рис. 4 Схема маршрута и районы работ экспедиции

Каждое судно в экспедиции выполняло определенные рейсовым заданием функции. БМРТ «Жуковский» был флагманом, первым отечественным судном с оборудованием для переработки сардины в условиях тропиков. На нем были оборудованы две лаборатории. Судно вело траловый лов и переработку рыбы, на него поступали научные данные с других судов (рис. 5). БЧС «Затвор» облавливал скопления сардины и тунцов кошельковым неводом. НИС СРТ «Грот» был предназначен для научно-исследовательских работ и выполнял океанографические исследования, а также, обладая гидроакустической аппаратурой вертикального и горизонтального поиска, должен был находить скопления рыбы и наводить на них другие суда.

Экспедиция в составе трех судов (БМРТ «Жуковский», НИС СРТ «Грот» и БЧС «Затвор») вышла из Керчи 16 октября 1958 г. и вернулась в наш город 14 февраля 1959 г.

Она перевыполнила плановые показатели по вылову на 27 %, добыв и переработав 825 т рыбы, и прибыла в родной керченский порт на один месяц раньше срока (рис. 6, 7).

Поскольку экспедиция была промысловая и основным заданием ее было выполнение плана вылова, все научно-исследовательские работы были подчинены этой цели. В связи с этим район научных исследований сократился фактически до побережья Ганы и исследовательские работы проводились по сокращенной программе (рис. 4). Тем не менее научная группа, работая на промысловых



**Рис. 5 Экипаж судна БМРТ «Жуковский» в период первой промысловой экспедиции в Атлантический океан. Порт Такоради (Гана)**



**Рис. 6 Промысел сардины был успешным**

судах, не оборудованных для работы в тропической зоне, выполнила 48 комплексных океанографических станций, 1717 определений гидрологических и гидрохимических параметров морской воды, 107 видовых анализов уловов, было измерено и проанализировано 18,5 тыс. рыб, собрано 271 проба планктона и бентоса, 12 проб грунта, 5500 проб на питание, возраст, гистологию и изучение популяционной структуры сардины и других рыб. Были сформированы большие коллекции тропической



Рис. 7 Встреча БМРТ «Жуковский» в Керчи после первого рейса в Атлантический океан в феврале 1959 г.

фауны для музея АзЧерНИРО, а также музеев других научно-исследовательских институтов, университетов и школ страны.

Экспедиция на БМРТ «Жуковский» подтвердила хорошее состояние рыбных запасов в шельфовых водах Западной Африки, а также показала, что в ЦВА возможен круглогодичный высокопроизводительный траловый и кошельковый промысел. Ее материалы послужили одним из важных обоснований для последующего развития широкомасштабного советского промысла в ЦВА.

Материалы, собранные научной группой на БМРТ «Жуковский», а также на НИС АзЧерНИРО СРТ «Грот», заложили основу для обоснования и организации дальнейших океанических исследований АзЧерНИРО. По предложению ученых АзЧерНИРО, регионом этих исследований Минрыбхоз СССР обозначил Индийский океан, включая воды Антарктики. Уже в 1960 г., через 2 года после завершения первой экспедиции на БМРТ «Жуковский» в Атлантику, в АзЧерНИРО была создана лаборатория океанического рыболовства. А в 1961 г. экспедиционное судно института НИС СРТР «Владимир Воробьев» было направлено в первую советскую рыбохозяйственную экспедицию в Индийский океан.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Отчет о работах промысловой экспедиции Херсонского Совнархоза в среднюю часть Атлантического океана:* Денисенко И.Ф., Бородатов В.А. – БМРТ «Жуковский». – 1959. – Ч. 1. – 166 с.
2. *Отчет о работах Украинской рыбопромысловой экспедиции в тропических водах Атлантики (октябрь 1958 г.-февраль 1959 г.):* Денисенко И.Ф., Бородатов В.А. – БМРТ «Жуковский». – 1959. – Ч. 2. – 241 с.
3. *Акт приемо-сдаточных испытаний большого морозильного рыболовного траулера БМРТ-304 «ЖУКОВСКИЙ» проекта 394.* – Николаев, 1958. – 18 с. – Прил. 1-8.

Поступила 30.03.2017 г.

**The first expedition to the Atlantic Ocean conducted by Kerch fishermen and commencement of oceanic research in AzCherNIRO.** Yu. V. Korzun, N. N. Kukharev. *The research of the World Ocean food resources commenced in 1958, when the scientists of AzCherNIRO (currently the Kerch Branch «YugNIRO» of FSBSI «AzNIIRKH») started the first Ukrainian fishery expedition into the Central Eastern Atlantic (CEA). The expedition consisted of three vessels: large refrigerator freezer trawler «Zhukovsky», medium fishing trawler «Grot» (a research vessel, which belonged to AzCherNIRO), and large Black Sea seiner «Zatvor». In order to investigate food resources of the Eastern Atlantic, a scientific group including*

*6 ichthyologists, hydrobiologists and oceanologists joined the expedition crew. The expedition program had been developed and approved in VNIRO (Moscow, Russia). It was scheduled to carry out fishing works on the shelf of Africa from the Strait of Gibraltar to the port of Capetown. For the first time, those works were performed during autumn-winter (Northern Hemisphere). Earlier, no Soviet fishing vessel had been conducting fisheries during that period; the fishing areas had also been unknown. The expedition set off from Kerch on October 16, 1958. Its principal task was to implement the catch plan, which was performed prior to the schedule. This led to the reduction of both fishing areas and scientific investigations scope. However, altogether 48 oceanographic stations were performed; data on hydrology and hydrochemistry were obtained; samples of plankton, benthos, and ground types were collected; materials for further research of fish nutrition, age, population structure and histological analyses were prepared. Exhibits of the tropic fauna enriched not only the AzCherNIRO museum collections, but also those of numerous institutions and universities. Fish catches exceeded the plan by 27 %; totally, 825 t of fish was processed. All the vessels got back to Kerch on February 14, 1959. The expedition confirmed good fish stocks in the shelf waters off Western Africa and proved that in the CEA it could be feasible to conduct very efficient trawl and purse fishing during the whole year. The expedition results were used as essential basis for further large-scale Soviet fisheries in this area and planning of oceanic research in AzCherNIRO.*

**Keywords:** historical accounts, scientific expeditions, fishery institutes, Central Eastern Atlantic, fish catch statistics, fishing vessels, research vessels, commercial species

## ОБ ЭКОСИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ АНТКОМ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОМЫСЛОМ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (ОБЗОР)

Н. Н. Кухарев<sup>1</sup>, *ст. н. с.*, Ю. В. Корзун<sup>1</sup>, *ст. н. с.*, Н. Н. Жук<sup>2</sup>, *н. с.*

<sup>1</sup>Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

<sup>2</sup>Институт рыболовства и экологии моря (ИРЭМ)

e-mail: kuharev\_n\_n@azniirkh.ru

Выделены два этапа в развитии и регулировании современного промысла криля в Антарктике. Первый этап освоения рыбных ресурсов Антарктики (1961-1982 гг.) пришелся на начало международного рыбного промысла до создания АНТКОМ, когда СССР начал интенсивные исследования запасов (1961 г.) и траловый вылов рыб и антарктического криля (1966-1973 гг.) в Антарктической части Атлантики, затем в Антарктической части Индийского океана. Начиная с 1973 г., к советскому промыслу присоединились суда под флагами Японии, Польши, Германии, Южной Кореи, Франции, Чили и др. Этот этап характеризуется бесконтрольным и неограниченным развитием рыболовства в регионе, государства флага не регулировали рыболовную деятельность своих судов. В этот период были достигнуты максимумы в траловых уловах мраморной нототении *Notothenia rossii* (1970 г. – 400 тыс. т) и антарктического криля *Euphausia superba* (1982 г. – 582 тыс. т). Всего за период с 1966 по 1982 г. в Антарктике было выловлено 2,09 млн. т рыбы (нототений и ледяных рыб) и 2,08 млн. т криля. Рыбный промысел развивался одновременно с международным китобойным промыслом (1947-1987 гг.): в этот период в регионе было добыто около 1 млн. экз. китов. Предполагается, что интенсивный китобойный промысел оказал в тот период наибольшее воздействие на экосистему Антарктики. По инициативе государств-участников Договора об Антарктике (1959 г.), обеспокоенных антропогенным воздействием на экосистему Антарктики, в том числе интенсивным развитием промысла криля, в 1980 г. была разработана Конвенция о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (Конвенция АНТКОМ). На ее основе в 1982 г. была создана международная организация – Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ). Второй этап, с 1982 г. по настоящее время (2016 г.), характеризуется началом и развитием регуляторной деятельности Антарктической Комиссии, которая впервые в мировой практике заявила о намерении регулировать промыслы в Антарктике на основе экосистемного подхода к регулированию рыболовства (ЭПР). В 1991 г. АНТКОМ установил пороговый уровень вылова криля в АЧА (район ФАО – 48) на уровне 620 тыс. т (1 % от установленного АНТКОМ запаса в АЧА – 60,3 млн. т). Предполагается, что вылов криля на пороговом уровне не причинит вреда экосистеме. Современный промысел криля ведут по олимпийскому принципу. На втором этапе, с 1983 по 2013 г., было выловлено 1,327 млн. т рыбы и 5,821 млн. т криля. Средний вылов криля за 2013-2015 гг. составил 244 тыс. т, или 0,4 % от запаса. В связи с крайне низким уровнем годового вылова криля по сравнению с его запасом в регионе, с объемами ежегодной экспатриации рачков из сопредельных акваторий в районы промысла и с величиной потребления хищниками (доля вылова – 1,6 % от общего потребления), усилиями АНТКОМ не удалось выделить признаки воздействия промысла на элементы экосистемы и обратного воздействия, как этого требует ЭПР. Одна из причин – отсутствие мониторинговой информации о более мощных воздействующих факторах (изменениях климата и интенсивности течений, колебаниях ледовитости, повышении температуры океана и др.). В условиях дефицита информации АНТКОМ перешел к регулированию промысла криля на основе предосторожного подхода, используя искусственный элемент – критерии предосторожности, выведенные путем моделирования, предположений и допущений. Для снижения потенциального локального воздействия промысла на хищников АНТКОМ распределил пороговый уровень вылова криля для АЧА (620 тыс. т) на квоты по четырем подрайонам. По достижении промыслом порогового уровня вылова в АЧА АНТКОМ намерен рекомендовать государствам-участникам ограничить вылов до уровня, пересчитанного ОДУ (1,3 млн. т), но распределить его

на более мелкие участки регулирования (*small-scale measurement unit – SSMU*). При этом основной вылов должен быть получен на мористых участках. Предполагается, что это существенно снизит рентабельность промысла. В настоящее время международный промысел криля в АЧА является важным элементом суммарного антропогенного воздействия на эту часть экосистемы Антарктики, но его значимость для экосистемы неизвестна. Вместе с тем ресурсы криля существенно недоиспользуются, его промысел имеет все перспективы для развития. Однако увеличение количества промысловых судов в АЧА, в том числе оборудованных для технологии непрерывного траления, приведет в недалеком будущем к достижению порогового уровня вылова, затем и ОДУ. Сумеет ли АНТКОМ в будущем совместить интересы сохранения экосистемы и развития промысла – этот вопрос остается открытым. До настоящего времени ни одно государство и ни одна международная организация по регулированию рыболовства не перешли к его регулированию на основе ЭПР. Сегодня АНТКОМ считается признанным пионером в разработке и попытках применения ЭПР, но его реализация оказалась фактически невыполнимой задачей в условиях отсутствия многолетнего экспедиционного мониторинга экосистемы. В настоящее время, спустя три десятилетия с момента создания АНТКОМ, можно констатировать, что реального воплощения такого подхода в Антарктике еще не произошло. Ожидаемое в будущем развитие международного промысла криля должно основываться на результатах морских исследований экосистемы, для интенсификации которых, возможно, понадобится международная кооперация. Предполагается, что в том случае, если мировые потребности в криле существенно возрастут, промысел может превратиться в постоянно действующую основную или важнейшую силу экосистемы в определенном регионе Антарктики. Тогда в этом регионе сложится особый экологический режим – «локальная промысловая экосистема», в которой основным потребителем криля выступит человек.

**Ключевые слова:** *Euphausia superba*, АНТКОМ, Антарктическая часть Атлантики, антарктическая экосистема, предосторожный подход, промысел, экосистемный подход к управлению рыболовством

## ВВЕДЕНИЕ

Современный промысел криля в Антарктике является наиболее значимым среди примеров непосредственного антропогенного воздействия на ее экосистему. Однако последствия его воздействия на морские живые ресурсы Антарктики до настоящего времени выявить не удалось [55].

Антарктическая Комиссия (АНТКОМ), созданная в 1980 г. усилиями государств-участников Консультативных Совещаний Договора об Антарктике (КСДА) и приступившая к работе в 1982 г., в начале 1990-х гг. сосредоточила наибольшие регуляторные усилия в отношении промысла криля [4]. Экосистемный подход к управлению промыслом был назван основным способом сохранения экосистемы и рационального использования рыбных биоресурсов, а также обеспечения устойчивого рыболовства.

В работе не ставится целью выполнение подробного анализа методик и моделей, на основе которых вырабатываются предложения АНТКОМ по регулированию, они достаточно полно изложены на сайте АНТКОМ. Рассматриваются лишь общие проблемы и трудности применения АНТКОМ экосистемного подхода к управлению на примере промысла криля. В настоящее время этот промысел осуществляется в рамках принятых регуляторных мер АНТКОМ. Однако в связи с прогнозами роста вылова криля АНТКОМ ведет поиск экологического баланса между потребностями зависимых от криля крупных хищников и промыслом.

В статье использованы следующие общепринятые термины и сокращения:

АНТКОМ – Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources – CCAMLR)

АЧА – Антарктическая часть Атлантики (Atlantic Antarctic – AA)

АЧИО – Антарктическая часть Индийского океана (Antarctic and Southern Indian Ocean – ASIO)

АЧТО – Антарктическая часть Тихого океана (Pacific Antarctic – PA)

ИЭЗ – исключительная экономическая зона (Exclusive Economic Zone – EEZ)

МКК – Международная китобойная комиссия (International Whaling Commission – IWC)

МКТТ – Межамериканская комиссия по тропическому тунцу (Inter-American Tropical Tuna Commission – IATTC)

КОНВЕНЦИЯ АНТКОМ – Конвенция о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources – CCAMLR Convention)

КСДА – Консультативные Совещания Договора об Антарктике (Antarctic Treaty Consultative Meetings – ATCMs)

НАФО – Организация по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (Northwest Atlantic Fisheries Organization – NAFO)

НЕАФК – Комиссия по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (North East Atlantic Fisheries Commission – NEAFC)

ННН-промысел – незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый промысел (Illegal, Unreported and Unregulated fishing – IUU)

НОАА – Национальное управление океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA)

ОДУ – общий допустимый улов (Total Allowable Catch – TAC)

ПМОМ – пространственная многовидовая операционная модель

СКАР – Научный комитет по антарктическим исследованиям (Scientific Committee on Antarctic Research – SCAR)

ТПО – температура поверхности океана (Sea Surface Temperature – SST)

ЭПОК – система моделирования: «экосистема, продуктивность, океан, климат»

ЭПР – экосистемный подход к регулированию рыболовства (Ecosystem Approach to Fisheries Management – EAFM)

БАС – Британская антарктическая служба (the British Antarctic Survey – BAS)

СЕМР – CCAMLR's Ecosystem Monitoring Programme (Программа АНТКОМ по экосистемному мониторингу)

FOOSA – ранее КХП-модель (крыль-хищник-промысел)

ICED – Integrating Climate and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean (Интеграция динамики экосистемы и климата в Южном океане. Международная междисциплинарная программа)

SSMU – small-scale measurement unit (мелкомасштабная единица управления)

WWF – World Wildlife Fund (Всемирный фонд дикой природы)

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ АНТАРКТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА

### Первый этап (1961-1982 гг.)

На этом этапе начались интенсивные советские рыбохозяйственные исследования биоресурсов вод Антарктики и последовавшее за ними развитие советского, а затем и международного тралового промысла рыбы и криля в АЧА, АЧИО и, в значительно меньшей степени, в АЧТО. Развитие рыбохозяйственных исследований и рыболовства в Антарктике происходило в период послевоенной активизации международного пелагического<sup>1</sup> экспедиционного китобойного промысла. Этот возобновленный промысел фактически явился продолжением довоенного китобойного промысла в Антарктике, который в 1930-1940-х гг. вели Норвегия, Англия, Япония, Германия, США, Дания и др. В начале 1950-х гг. китов в Антарктике добывали Япония, Норвегия, СССР, Англия, Голландия, Аргентина, ЮАР, Панама [63]. Однако уже с 1973 г. промысел китов в Антарктике велся только СССР и Японией. Большая часть китов добывалась в АЧА, с максимумом в 1969-1971 гг.: в основном это были финвалы *Balaenoptera physalus*, кашалоты *Physeter macrocephalus*, сейвалы *Balaenoptera borealis*, синие киты *Balaenoptera musculus*, малые полосатики (кит Минке) *Balaenoptera acutorostrata* и др. Промысел китов должна была регулировать Международная китобойная комиссия (МКК),

<sup>1</sup> Промысел и обработка ведется только на судах

созданная в 1946 г. В 1948 г. данная организация впервые установила квоту забоя усатых китов для Антарктики (16 тыс. условных китов в год), но без подразделения по видам. Это привело к интенсивному забоя самых ценных из них – синих китов [20].

В 1960-е гг., до активизации деятельности Научного Комитета МКК, были заключены соглашения между странами, участвовавшими в китобойном промысле, об установлении для каждой стороны доли от квоты МКК, и, лишь начиная с сезона 1972/1973 гг., МКК ввел видовые квоты добычи китов, а затем были приняты ограничения по сезонам и районам китобойного промысла. По официальным данным, всего в Антарктике в период с 1950 по 1987 г., когда начал действовать мораторий, введенный МКК в 1986 г., международным промыслом было добыто 810 тыс. голов китов, о добыче которых государства флага предоставили статистику в ФАО [63]. Однако по неофициальным данным, полученным от участников промысла, в статистику ФАО не попали около 30-35 % добытых особей [32]. С учетом этого следует предположить, что во второй половине XX века в Антарктике за 40 лет было добыто более 1 млн. голов китов. Вероятные последствия такого масштабного изъятия важных потребителей криля и рыбы для экосистемы Антарктики за довольно короткий период фактически неизвестны и в настоящее время только обсуждаются. По современным предположениям, именно результаты международного китобойного промысла стали началом антропогенной трансформации морских экосистем Антарктики [32, 47, 48, 59]. Springer et al. (2003), рассматривая последствия китобойного промысла 1940-1970-х гг. для экосистемы Алеутских островов и Аляски, который по своим масштабам был подобен антарктическому китобойному промыслу того же периода, отметил, что тем самым на Аляске был запущен процесс преобразования экосистемы, связанный с непреднамеренными изменениями в пищевых цепях, который дал начало одной из самых длительных и сложных реакций экологической цепи из когда-либо описанных [105].

В течение первого этапа на материковой части Антарктики все более расширялась научно-исследовательская деятельность на полярных научных станциях государств-участников КСДА – Консультативных совещаний Договора об Антарктике (1959 г.) и других государств, открывались новые постоянные и сезонные станции. В тот период на материке и островах работали 48 постоянных и сезонных полярных станций, принадлежавших 25 государствам. Сборы Советской антарктической экспедиции, исследовавшей, среди прочего, донную и батипелагическую фауну прибрежных зон, привлекли внимание научных центров Минрыбхоза СССР к биоресурсам вод Антарктики. На основе этих данных, позднее обобщенных А.П. Андрияшевым (1962), а также материалов отчетов Английского комитета «Дискавери» (1925-1929 гг.) научными центрами Минрыбхоза СССР были запланированы и выполнены первые советские рыбохозяйственные исследования в АЧА [1, 2, 46]. С проведением этих исследований началось освоение рыбных биоресурсов Антарктики. В 1961-1963 гг. экспедиция АтлантНИРО на РТ-202 «Муксун» определила реальную возможность тралового промысла антарктического криля *Euphausia superba* в АЧА (район ФАО – 48) [3]. В 1964 г. научно-промысловая экспедиция ВНИРО на НИС «Академик Книпович» обнаружила в АЧА, на шельфе о. Южная Георгия (подрайон 48.3), плотные придонные скопления мраморной нототении *Notothenia rossii* [34, 43, 46]. В 1966 г. Минрыбхоз СССР получил первые поисковые уловы мраморной нототении у Южной Георгии, а в 1967 г. начал интенсивный и фактически бесконтрольный траловый промысел нототении в Антарктике [63]. В 1970 г. вылов мраморной нототении достиг 400 тыс. т, но уже в 1972 г. упал до 3 тыс. т [63]. В 1971 г. в АЧА, в районе о. Южная Георгия, у скал Шаг, начался советский промысел щуковидной белокровки *Champscephalus gunnari*. В том же 1971 г. СССР приступил к промыслу в АЧИО, на шельфе архипелага Кергелен, мраморной нототении и щуковидной белокровки, серой нототении *Notothenia squamifrons* – на банках Обь и Лена. В 1972 г. вылов мраморной нототении у Кергелена превысил 100 тыс. т, но уже к концу 1970-х гг. снизился на порядок. Уловы щуковидной белокровки были более стабильны.

С середины 1970-х гг. в Антарктике начал развиваться траловый промысел других стран. В 1974 г. Япония приступила к промыслу криля в АЧИО, в 1977 г. Польша начала промысел ледяной рыбы в АЧА. Затем к промыслу в Антарктике последовательно присоединялись Чили, Германия, Франция, Южная Корея, США, Испания, Великобритания, Австралия, Болгария, Аргентина, Новая Зеландия, Норвегия и др.

Интенсивный и бесконтрольный траловый промысел придонных рыб в Антарктике в начале 1970-х гг. быстро привел к тяжелым последствиям для целевых объектов промысла и зависимых видов. Как показали дальнейшие исследования, для некоторых элементов ихтиоцены Южной Георгии воздействие интенсивного бесконтрольного промысла мраморной нототении оказалось катастрофическим. В частности, в долине Бородатова на шельфе о. Южная Георгия таксономическая структура донных ихтиоценов существенно перестроилась из-за механического воздействия тралов и влияния выбрасывания за борт отходов переработки мраморной нототении. По устным сообщениям участников промысловых рейсов тех лет, в тралах вместе с уловами нототении иногда насчитывали до 3-5 т рыбных голов, которые не разлагались из-за низкой придонной температуры воды на глубине 200-300 м (1-1,2 °С) [33-35]. Предполагается, что одним из результатов интенсивного промысла мраморной нототении в АЧА стала трансформация ихтиоцены шельфовой зоны Южной Георгии. По мнению Фролкиной (2012), в этом районе вследствие резкого снижения биомассы мраморной нототении как основы ихтиоцены и последовавшей перестройки его структуры вскоре возросла биомасса щуковидной белокровки, желтоперки *Patagonotothen guntheri*, зеленой нототении (антарктического бычка) *Gobionotothen gibberifrons* и других рыб, что было выявлено в ходе советских рыбохозяйственных экспедиций в первой половине 1970-х гг. [43].

Во второй половине 1970-х гг. в АЧА и АЧИО были обнаружены скопления черной георгианской щуки *Parachaenichthys georgianus*, крокодиловой белокровки *Chaenocephalus aceratus*, патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides*, патагонской нототении *Patagonotothen brevicauda*, чешуеглазой антарктической нототении *Channichthys rhinoceratus*. Все эти объекты начали интенсивно использоваться советским промыслом, а затем, начиная с 1977 г., флотами Польши, Японии, Германии, Франции и др. [63]. В 1978 г. в АЧИО была начата разведка ресурсов антарктической серебрянки *Pleuragramma antarcticum*, которая в конце 1980-х гг. была определена в качестве перспективного объекта промысла [12].

Однако наибольшие успехи в течение первого этапа были достигнуты на промысле антарктического криля *Euphausia superba*. Этот вид, самый многочисленный из всех эвфаузиид, обитающих в Антарктике, стал в 1970-1980-е гг. наиболее важным промысловым объектом в регионе. В 1974 г. СССР впервые начал крилевый промысел в АЧА, а Япония – в АЧИО. В 1977 г. СССР приступил к промыслу криля в АЧТО и в 1978 г. присоединился к японскому промыслу криля в АЧИО. В 1976 г. промысел криля начала Польша, в 1979 г. – Ю. Корея. В конце первого этапа, в 1982 г., вылов криля в Антарктике всеми странами достиг своего исторического максимума – 528 тыс. т, в т. ч. 374 тыс. т в АЧА (71 %), 148 тыс. т (28 %) в АЧИО и 6 тыс. т (1 %) в АЧТО [63].

В 1980-е гг. на промысле криля постоянно работали (по убывающей вылова) суда СССР, Японии, Чили, Польши и Южной Кореи.

Всего на первом этапе (1969-1982 гг.) на промысле криля и рыб периодически или постоянно работали суда 24 государств. Суммарный вылов криля и рыб в Антарктике в период с 1966 по 1982 г. был близок к уровню 700 тыс. т, при этом 80-90 % вылова приходилось на советский промысел (рис. 1).

В течение 1970-1980-х гг. на промысел в Антарктику постепенно перебазировалась часть судов советского экспедиционного промыслового флота, который был вынужден покинуть шельф многих прибрежных государств вследствие введения ими в 1970-е гг. в одностороннем порядке экономических, рыболовных и пр. зон [11, 39а, б, 44]. Начиная со второй половины 1980-х гг., на промысле криля в Антарктике периодически работали советские рыболовно-крилевые траулеры (супертраулеры) РКТ-С типа «Антарктида», специально спроектированные для лова и переработки криля (построено 7 судов). Советский крилевый и рыбный промыслы в Антарктике развивались на основе результатов работы многочисленных научно-исследовательских и научно-поисковых экспедиций бассейновых институтов и промысловых разведок. В течение первого этапа научно-исследовательские и поисковые организации Минрыбхоза СССР – ВНИРО, АтлантНИРО, АзЧерНИРО (сейчас Керченский филиал («ЮгНИРО»)) ФГБНУ «АзНИИРХ»), ПИНРО, ТИНРО, бассейновые промысловые разведки – направляли основные усилия на поиск новых объектов промысла, изучение их биологии, оценку запасов и определение ОДУ. Советские рыбохозяйственные исследования в Антарк-

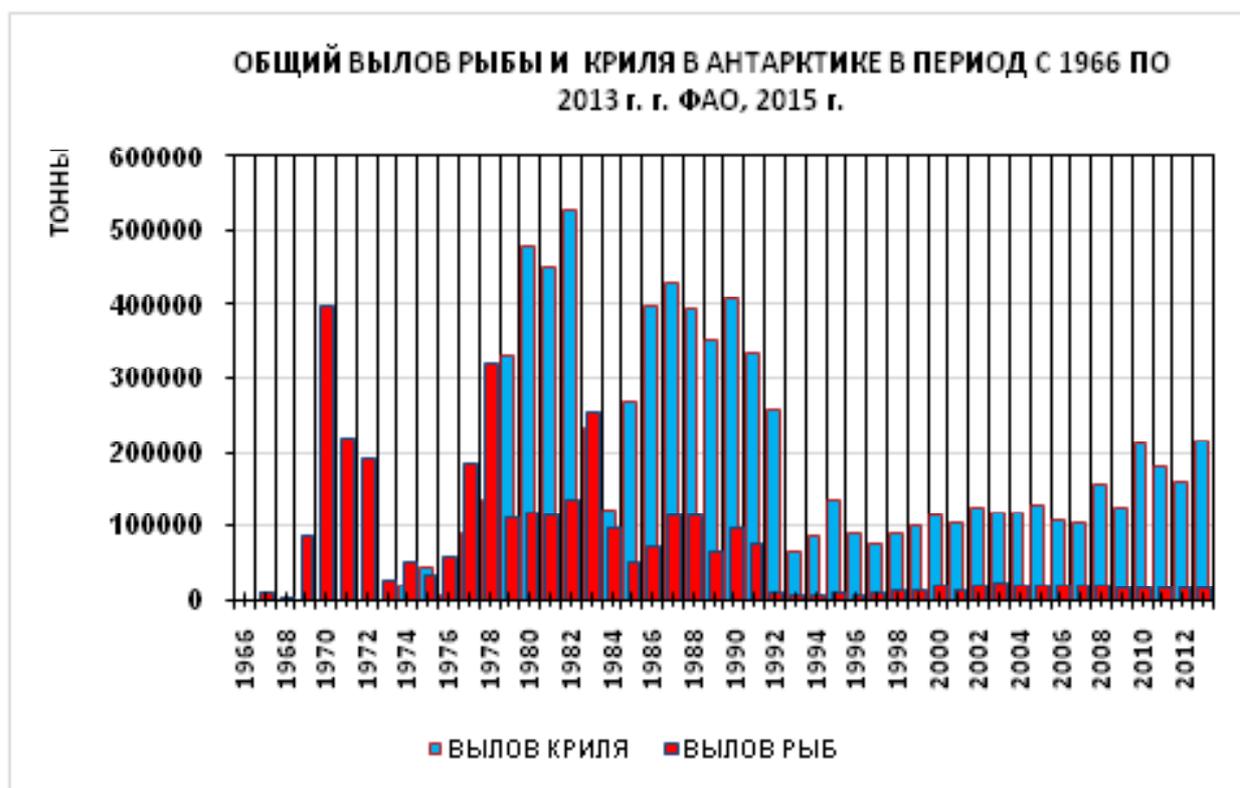


Рис. 1 Общий вылов антарктического криля и рыбы в Антарктике в 1966-2013 гг. [63]

тике носили многоплановый комплексный характер, они продолжались и после появления АНТКОМ, вплоть до 1991 г., и были ориентированы на получение научных данных по конкретным объектам, то есть основывались на одновидовом подходе к изучению объектов промысла и единиц промысловых запасов (популяций). Задачами таких аутэкологических исследований были идентификация промыслового вида, его популяционной структуры, оценка запаса, исследование важнейших элементов жизненного цикла – длительности жизни, особенностей размножения, распределения и условий выживания молоди и половозрелых особей, численность родительского стада. Рассчитывалась естественная и промысловая смертность, величина пополнения, мощность годовых классов и т. п. [14].

Для оценки запаса промысловых видов использовались результаты их прямого учета, а также математические модели, основанные на зависимости «запас-промысел», «запас-пополнение», на предположениях об устойчивом запасе (и улове), равновесном состоянии запаса и т. п. Конечной целью таких исследований являлось определение ОДУ, который рассчитывался в соответствии с положениями теории рационального рыболовства. В каждом районе промысла выполнялась оценка запасов конкретных промысловых видов и расчет их ОДУ, разрабатывались прогнозы возможного вылова, рекомендации по промысловому усилию – количеству и типам судов на промысле. Предоставлялись обоснования оптимальных районов, сезонов промысла, указывались прогнозируемые или рекомендуемые нагрузки на промысловое усилие. В целях прогнозирования промысла определялся наиболее благоприятный гидрологический, метеорологический, ледовый режим промысла. Разрабатывался ориентировочный прогноз состояния среды на сезон и на год, готовились межгодовые и долгопериодные прогнозы среды.

На основе полученных данных о состоянии запасов и ОДУ в обязательном порядке разрабатывались так называемые прогнозы вылова, которые направлялись в рыболовные организации. Они предполагали определенный уровень оправдываемости в случае промысла, обычно в пределах  $\pm 30\%$ . Оценке запасов и разработке промысловых прогнозов уделялось особое внимание в условиях советской плановой экономики, этим проблемам было посвящено большое количество публикаций. Прогноз вылова позволял ориентировочно оценить количество рыбопродукции, которое будет получено в результате промысла, определить производственные показатели и т. п. [6, 15, 29-31].

Всего за период с 1961 по 1991 г. в Антарктике судами Минрыбхоза СССР было выполнено более 100 научно-исследовательских и научно-поисковых экспедиций, при этом 60 % из них работали в АЧА [46]. Наибольшее внимание уделялось ресурсам криля [38, 46]. Фролкина (2002) отмечает, что только в 1970-1975 гг. в АЧА было проведено 12 научно-исследовательских экспедиций ВНИРО и АтлантНИРО. В АЧИО в 1972-1973 гг. и в 1977 г. были выполнены первые гидроакустические съемки запасов криля. Съемки проводились в научно-исследовательских экспедициях АзЧерНИРО в районе моря Содружества, в том числе в заливе Прюдс. На основе этих съемок были подготовлены первые прогнозы возможного вылова криля в регионе [13, 23, 24, 36-38, 42].

Следует особо подчеркнуть, что рыбный и крилевый промысел в Антарктике в течение первого этапа (1961-1982 гг.) не регулировался, государства флага не ограничивали промысловую деятельность своих флотов. Величины ОДУ по объектам промысла, которые рассчитывались в ходе советских рыбохозяйственных исследований, служили ориентирами (показателями) лишь для подготовки прогнозов вылова. Оценки запасов и ОДУ, полученные в многочисленных советских рыбохозяйственных экспедициях, а также разработанные на их основе промысловые прогнозы не использовались для разработки мер регулирования, то есть не являлись источником регуляторных ограничений для промысла. Промысловые суда работали, исходя только из своих технических возможностей по переработке уловов и возможностей сырьевой базы. Промысел чаще всего осуществлялся до тех пор, пока уловы были на уровне либо выше уровня экономической целесообразности, но иногда даже при снижении уловов промысел мог быть продолжен в целях достижения общих плановых показателей по вылову [85].

Начало и развитие в 1970-е гг. интенсивного тралового промысла в Антарктике, как и продолжавшийся с 1950-х гг. международный китовый промысел в регионе постоянно находились в центре внимания стран-участниц КСДА. Стремительный рост в конце 1970-х – начале 1980-х гг. международного вылова антарктического криля, важнейшего компонента пищевых цепей антарктической экосистемы, вызвал высокую озабоченность стран-участниц КСДА и предопределил принятие ряда документов и программ исследований, направленных на сохранение биоты Антарктики. В 1977 г. при поддержке Научного комитета по антарктическим исследованиям (СКАР) силами КСДА была создана исследовательская программа «Биологические исследования морских систем и запасов Антарктики» (БИОМАСС), которая преследовала цели «добиться более глубокого понимания структуры и динамики морской экосистемы Антарктики в качестве основы для будущего управления потенциальными живыми ресурсами» [75-78].

В 1978 г. была начата разработка Конвенции о сохранении морских живых ресурсов Антарктики. Конвенция разрабатывалась по рекомендации СКАР, по инициативе и при активном участии СССР и с целью исполнения Статьи IX Договора об Антарктике (1959 г.), которая предусматривает «разработку, рассмотрение и рекомендации своим правительствам мер, содействующих осуществлению принципов и целей настоящего Договора, включая меры относительно: f) охраны и сохранения живых ресурсов в Антарктике». После двухлетнего обсуждения, 20 мая 1980 г., Конвенцию подписали 15 заинтересованных государств: Аргентина, Австралия, Бельгия, Великобритания, ГДР, Новая Зеландия, Норвегия, Польша, СССР, США, Франция, ФРГ, Чили, ЮАР, Япония. Антарктическая Конвенция вступила в силу 7 апреля 1982 г. По многочисленным оценкам, эта Конвенция оказалась наиболее важным вкладом КСДА в проблему исследования и сохранения экосистемы Антарктики.

Таким образом, первый этап международного рыбного промысла в Антарктике (1961-1982 гг.) следует считать периодом бесконтрольного и неограниченного рыболовства, которое наиболее интенсивно вели суда семи государств (СССР, Япония, Франция, Польша, Германия, Южная Корея, Чили). Именно в течение первого этапа освоения ресурсов Антарктики получила мощное развитие деятельность прибрежных государств по объявлению в одностороннем порядке во многих акваториях Мирового океана обширных экономических, рыболовных и пр. зон, побудившая ООН приступить в 1973 г. к разработке Конвенции ООН по морскому праву, которая была открыта для подписания и ратификации 10 декабря 1982 г. Еще находясь в стадии подписания, Конвенция ООН по морскому праву фактически остановила раздел Мирового океана, оставив прибрежным государствам право введения исключительных экономических зон шириной не более чем 200 морских миль от

береговой черты. Учитывая, что Договор об Антарктике (1959 г.) заморозил все территориальные притязания на Антарктическом континенте, почти все воды Антарктики, вошедшие в зону ответственности АНТКОМ, остались открытыми водами Мирового океана.

В течение первого этапа советские рыбохозяйственные исследования в Антарктике начали формировать крупнейшую в истории базу знаний и представлений о биологии и запасах промысловых объектов Антарктики, их распределении, технике лова и технологии переработки. Тем самым был заложен научный фундамент исследований об экосистеме Антарктики на многие десятилетия вперед. Накопленные в 1960-1980-х гг. материалы до настоящего времени не потеряли актуальности и могут использоваться для освоения и сохранения биоресурсов региона.

Всего за период с 1966 по 1982 г. в Антарктике было выловлено 2,09 млн. т рыбы (нототений и ледяных рыб) и 2,08 млн. т криля. В тот же период были достигнуты максимумы в уловах нототений (1970 г. – 400 тыс. т) и криля (1982 г. – 582 тыс. т). Однако предполагается, что наибольшее воздействие на экосистему Антарктики в тот период оказал интенсивный китобойный промысел, в ходе которого во второй половине XX века за 40 лет было добыто более 1 млн. голов китов (максимум добычи в 1961 г.). Поэтому первый этап (1961-1982 гг.) может быть охарактеризован как период наиболее интенсивного в истории целенаправленного антропогенного воздействия на экосистему Антарктики, которое осуществлялось в ходе неограниченного китобойного и тралового промысла. Локальные и общие для экосистемы последствия этого воздействия все еще исследуются [43, 80, 86, 90, 92, 106].

#### **Второй этап – с 1982 г. по настоящее время (2016 г.)**

В 1982 г., в соответствии со Статьей VII Конвенции АНТКОМ, была создана международная организация – Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (Комиссия АНТКОМ) со штаб-квартирой в г. Хобарт (Австралия), призванная реализовать цели и принципы Конвенции, установленные в ее Статье II. Рабочие языки комиссии – английский, испанский, русский, французский. История создания Конвенции и вся деятельность Комиссии изложены на сайте АНТКОМ [75].

По состоянию на 2016 г. странами-членами Комиссии являются 24 государства и Европейский Союз, которые подписали и ратифицировали, приняли или утвердили Конвенцию АНТКОМ. Эти государства занимаются научными исследованиями и/или промыслом в соответствии с нормами АНТКОМ, платят взносы в бюджет АНТКОМ и участвуют в принятии решений [75]. Кроме того, с АНТКОМ сотрудничают 11 государств, присоединившихся к Конвенции АНТКОМ. Эти государства официально сообщили о своем согласии быть юридически связанными условиями данной Конвенции, они заинтересованы в исследовательской или промысловой деятельности, относящейся к морским живым ресурсам в зоне АНТКОМ, но не имеют права голоса. Все основные вопросы (вопросы по существу) ставятся Секретариатом на ежегодных сессиях Комиссии, проходящих в Хобарте (Австралия) в октябре-ноябре. Решения принимаются только консенсусом. Зоной регулирования Конвенции является акватория, примерно ограниченная прохождением Антарктической конвергенции (рис. 2) [75].

Зона действия Конвенции охватывает не только открытые воды Антарктики, но и 200-мильные исключительные экономические зоны (ИЭЗ), расположенные в Антарктике. В них регуляторная деятельность Комиссии осуществляется по согласованию с государствами, управляющими этими зонами. В АЧА вокруг архипелага Южная Георгия располагается ИЭЗ Великобритании «Южная Георгия и Южные Сандвичевы острова», ИЭЗ Норвегии – вокруг о. Буве. В АЧИО в зоне АНТКОМ находится ИЭЗ Франции вокруг островов Кергелен и Крозе, ИЭЗ Австралии – вокруг островов Херд и Макдональд.

Следует отметить, что в Статье I Конвенции определение «живые ресурсы Антарктики», упомянутое в Статье IX Договора об Антарктике, расширено. Конвенция отмечает, что «морские живые ресурсы Антарктики означают популяции плавниковых рыб, моллюсков, ракообразных и всех других видов живых организмов, включая птиц, обитающих к югу от Антарктической конвергенции». В то же время, по общепринятому определению, живые или природные ресурсы – это естественные ресурсы, необходимые для существования человеческого общества и используемые в хозяйстве.

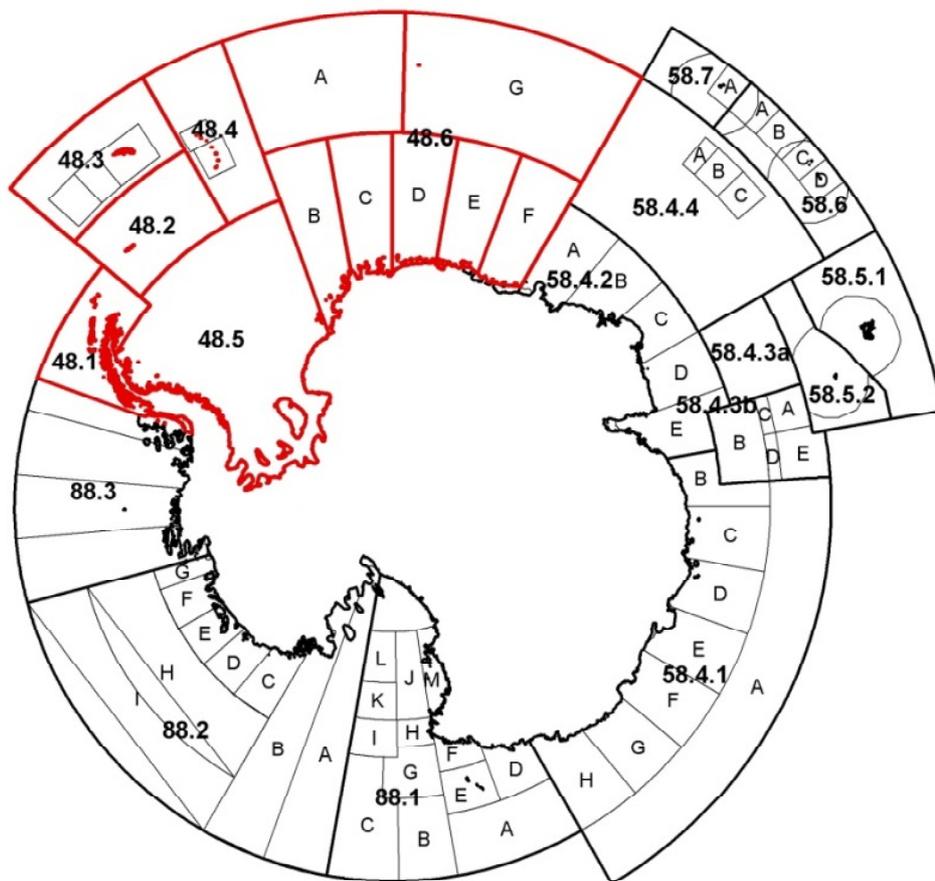


Рис. 2 Зона действия Конвенции АНТКОМ. Красным выделен Антарктический сектор Атлантики (АЧА, район 48 ФАО) [75, 79]

Очевидно, авторы Конвенции хотели бы таким образом отнести к ресурсам всю биоту Антарктики в целях ее сохранения в соответствии со Статьей IX Договора об Антарктике.

Основным положением, определяющим деятельность Конвенции, является содержание части 2 в Статье II: «Для целей настоящей Конвенции термин «сохранение» включает рациональное использование». Как известно, на внесении этого пункта настоял СССР, заинтересованный в развитии промысла в Антарктике. Статья II Конвенции АНТКОМ определяет принципы регулирования рыболовства следующим образом:

«3. Любой промысел и связанная с ним деятельность в районе применения настоящей Конвенции проводятся в соответствии с положениями настоящей Конвенции и следующими принципами сохранения:

(а) предотвращение сокращения численности любой вылавливаемой популяции до уровней, ниже таких, которые обеспечивают ее устойчивое пополнение;

(б) поддержание экологических взаимосвязей между вылавливаемыми, зависящими от них и связанными с ними популяциями морских живых ресурсов Антарктики и восстановление истощенных популяций до уровней, определенных в подпункте (а) выше;

и (с) предотвращение изменений или сведение до минимума опасности изменений в морской экосистеме, которые являются потенциально необратимыми на протяжении двух или трех десятилетий» [75, 79].

Таким образом, вся указанная выше статья и Конвенция в целом оказались сориентированными на вопросы регулирования промысла с условием максимального сохранения экосистемы Антарктики. Такая направленность впервые в мировой практике регулирования промысла была провозглашена в качестве экосистемного подхода к управлению [56, 69, 82].

Комиссия приступила к реализации положений Конвенции о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (Конвенция АНТКОМ), создав рабочие органы. Важнейшим консультативным рабочим органом Комиссии является Научный комитет, создание которого предусмотрено статьей XIV Конвенции АНТКОМ. Все члены Комиссии также являются членами Научного комитета. В соответствии с указанной статьей Научный Комитет «периодически оценивает состояние и тенденции популяций морских живых ресурсов Антарктики», «анализирует данные о прямых и косвенных последствиях промысла для популяций морских живых ресурсов Антарктики». На Научный Комитет возложены обязанности по разработке, обоснованию и формированию предложений по регулированию промысла. Комиссия и Научный комитет создали вспомогательные органы, необходимые для выполнения их функций, в первую очередь для разработки предложений по регулированию промысла [75]. В настоящее время Научный комитет получает исходные данные для разработки таких предложений от четырех рабочих групп и одной специализированной подгруппы:

- по экосистемному мониторингу и управлению – WG-EMM, задачи – оценка и разработка рекомендаций по промыслу криля, а также анализ данных, полученных по Программе СЕМР;
- по оценке рыбных запасов – WG-FSA, задачи – разработка рекомендаций по управлению всеми другими промыслами, кроме криля;
- по статистике, оценкам и моделированию – WG-SAM;
- по побочной смертности, связанной с промыслом – WG-IMAF;
- подгруппа по акустическим съемкам и методам анализа – SG-ASAM;

Большая часть рабочих групп созывается ежегодно, некоторые – по просьбе Научного комитета [75].

В 1989 г. в целях выявления и регистрации значительных изменений основных компонентов морской экосистемы в пределах зоны действия Конвенции была создана Программа АНТКОМ по мониторингу экосистемы (СЕМР), которая, в частности, устанавливает различия между изменениями, вызванными промыслом, и изменениями, вызванными естественной изменчивостью окружающей среды. Ее материалы – это биологическая информация по зависимым видам, собираемая странами-членами в рамках Программы СЕМР и используемая Комиссией для выработки управленческих решений по регулированию промысла. Кроме того, для этих целей АНТКОМ получает следующую информацию:

- Статистические данные по уловам и промысловому усилию, предоставляемые странами-членами, ведущими коммерческий промысел в зоне действия Конвенции;
- Биологическая информация, собираемая научными наблюдателями на промысловых судах в соответствии с Мерами по сохранению АНТКОМ;
- Биологическая информация и оценки биомассы, а также результаты программ мечения, полученные в ходе научных съемок, проводимых странами-членами.

АНТКОМ организует управление промыслом целевых видов в зависимости от того, обозначены ли они условно в качестве «хищников» или «жертв». В качестве условных «жертв» выступают антарктический криль, миктофовые рыбы, белокровная щука и др., так как ими питается множество антарктических хищников, включая пингвинов, тюленей, котиков, китов и т. д.

Регулирование промысла АНТКОМ осуществляется при помощи специальных регламентирующих актов – так называемых Мер по сохранению, которые постоянно разрабатываются либо дорабатываются Научным комитетом на основании деятельности его вспомогательных органов и принимаются на ежегодных сессиях АНТКОМ. Затем принятые Меры выполняются государствами-членами в течение следующего межсессионного периода и промыслового сезона. Меры по сохранению публикуются на сайте АНТКОМ. Регуляторная деятельность АНТКОМ началась в 1989 г. с принятием первых Мер по сохранению, которые ввели запрет на промысел мраморной нототении у Южной Георгии.

Меры по сохранению объединены в общие категории – «Соблюдение», «Общие вопросы промысла», «Промысловые меры», «Охраняемые районы», «Борьба с ННН промыслом» (незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый промысел). Промысловые меры, которые, по заявлениям АНТКОМ, основаны на предохранительном и экосистемном подходах, включают: ограничения на

вылов (для целевых видов и видов прилова), меры по сокращению прилова, ограничения по времени лова, пространственные закрытия, запрещенные промысловые снасти.

В течение второго этапа вступила в силу Конвенция ООН по морскому праву. Это произошло 16 ноября 1994 г., через год после сдачи на хранение 60-го документа о ее ратификации. Конвенция ООН по морскому праву, повторив ряд положений Конвенции 1966 г. «О рыболовстве и охране живых ресурсов открытого моря», в статье 117 «Обязанность государств принимать по отношению к своим гражданам меры в целях обеспечения сохранения живых ресурсов открытого моря» обязала государства, ведущие промысел в открытом море, принимать в отношении своих граждан такие меры, какие окажутся необходимыми для сохранения живых ресурсов. В соответствии со Статьей 118 Конвенции ООН по морскому праву государствам рекомендовано «сотрудничать в создании субрегиональных или региональных организаций по рыболовству в целях сохранения живых ресурсов и управления ими в районах открытого моря». Таким образом, Комиссия АНТКОМ, созданная в соответствии с Конвенцией о сохранении морских живых ресурсов Антарктики, утвердилась в правовом поле международного морского права в качестве региональной рыбохозяйственной организации.

Специалисты ФАО отнесли АНТКОМ к «другим межправительственным организациям по управлению природными ресурсами» вследствие широких деклараций по сохранению экосистемы Антарктики, прописанных в Конвенции АНТКОМ [79]. В этом АНТКОМ несколько отличается от рыбохозяйственных организаций типа НАФО, НЕАФК, МКТТ и других многосторонних соглашений по рыболовству, которые только обсуждают возможность и необходимость перехода к экосистемному управлению рыболовством.

В течение второго этапа, в начале 1990-х гг., произошло резкое снижение вылова рыбы и криля в Антарктике (рис. 1). Основной причиной явился уход с промысла советского и постсоветского рыболовного флота. Рыболовные суда Минрыбхоза СССР, перешедшие под флаги России, Украины и стран Балтии, в условиях децентрализации экономик новых государств не смогли по экономическим причинам вести промысел в Антарктике на прежнем уровне. В 1993 г. общий вылов в Антарктике достиг своего минимума – 73 тыс. т, в т. ч. 7 тыс. т рыбы и 66 тыс. т криля. На снижение интенсивности советского и постсоветского тралового промысла оказало влияние начало и развитие регуляторной деятельности Антарктической Комиссии, которая в 1984-1985 гг. впервые предложила ограничить вылов мраморной нототении и ледяной рыбы в АЧА (район у Южных Оркнейских островов и у о. Южная Георгия) и АЧИО (район о. Кергелен). К началу 2000-х гг. из-за отсутствия современных ресурсных исследований АНТКОМ принял Меры по сохранению, которые фактически прекратили траловый рыбный промысел в открытых водах Антарктики, оставив его только в

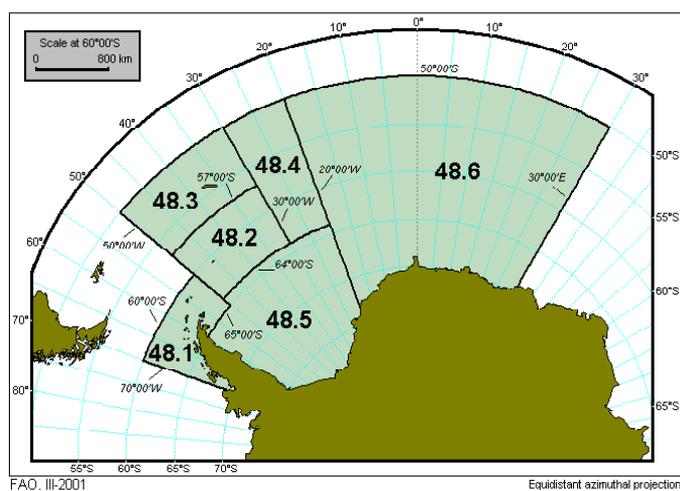


Рис. 3 Районирование Антарктической части Атлантики (район 48) по ФАО [78]. Подрайоны: 48.1 – Южные Шетландские острова; 48.2 – Южные Оркнейские острова; 48.3 – Южная Георгия; 48.4 – Южные Сандвичевы острова; 48.5 – море Уэдделла; 48.6 – о. Буве

экономзонах Великобритании (о. Южная Георгия), Франции (о. Кергелен) и Австралии (о. Херд). С начала 2000-х гг. в АЧТО развивается регулируемый АНТКОМ международный ярусный промысел антарктического клякача (*Dissostichus mawsoni*).

В конце 1990-х – начале 2000-х гг. с развитием интереса к крилевому сырью ряд стран (Южная Корея, Япония, Польша, Украина, позднее – Норвегия, Чили и КНР) начали увеличивать добычу криля. При этом весь мировой крилевый промысел, начиная с 1996 г., сосредоточился в АЧА (район ФАО – 48): в подрайонах 48.1 (Антарктический полуостров), 48.2 (Южные Оркнейские острова) и 48.3 (о. Южная Георгия) (рис. 3).

Некоторые страны, применив новые технологии промысла (непрерывное трале-

ние) и сетные тралы вместо канатных, добились значительного увеличения суточного вылова. Рост вылова криля активизировал регуляторную деятельность Научного Комитета АНТКОМ в направлении поиска опорных показателей экосистемы, применяя постоянное моделирование ее будущего состояния, а также параметра численности основных хищников.

Таким образом, второй этап (с 1982 г. по настоящее время) характеризуется продолжением начатого на первом этапе международного тралового промысла в Антарктике и резким его падением в начале 1990-х гг. из-за ухода советского флота, последующим сокращением промысла других стран. На этом этапе вступила в силу Конвенция о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (Конвенция АНТКОМ), а также была создана Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (Комиссия АНТКОМ), постепенно развивается ее регуляторная деятельность, декларированная как экосистемный подход к управлению промыслом (ЭПР). К началу работы Комиссии и ее Научного комитета в 1982 г. Советский Союз уже накопил беспрецедентно большой объем научных и промысловых данных о морской экосистеме Антарктики, его научный вклад был наиболее значительным среди стран-участниц. Это определило приоритетный по многим вопросам характер позиций СССР в международном сотрудничестве в деле изучения и использования рыбных ресурсов Антарктики, который унаследовала Россия и который сохраняется в настоящее время.

В середине 1990-х гг. начался подъем международного вылова криля и развитие ярусного промысла клыкачей. Наибольшие успехи и проблемы регуляторной деятельности АНТКОМ проявили себя при регулировании промысла криля. Всего на втором этапе, с 1983 по 2013 г., было выловлено 1,327 млн. т рыбы и 5,821 млн. т криля.

#### **Меры по сохранению и другие усилия АНТКОМ по регулированию промысла криля в АЧА**

Промысел криля в зоне АНТКОМ ведется по олимпийскому принципу, который основан на одновременном и равном доступе всех участников к ресурсу, непрерывной отчетности и одновременном для всех участников прекращении промысла по достижении установленного предела вылова. При этом успех промысла зависит только от оснащенности судна, опыта промысла и т. п. В соответствии с этим АНТКОМ, в отличие от многих других международных организаций, не делит ОДУ объекта вылова на национальные квоты.

Современный промысел криля ведется только в рамках регуляторной системы АНТКОМ. Государства-члены АНТКОМ выдают своим судам разрешение на промысел и не позднее 1 июня, перед ежегодным совещанием Комиссии, уведомляют Секретариат о своем намерении вести промысел криля. По состоянию на 2016 г. промысел криля в АЧА в зоне регулирования АНТКОМ осуществляется в открытых водах в подрайонах 48.1 (пролив Брансфилд, прибрежная зона Антарктического полуострова и западная часть прибрежной зоны Южных Шетландских островов) и 48.2 (западная часть прибрежной зоны Южных Оркнейских островов), а также в подрайоне 48.3 (Южная Георгия, с 1993 г. – экономзона Великобритании), где промысел криля ведется на лицензионной основе. Лицензии продаются только государствам-членам АНТКОМ. Кроме криля, у о. Южная Георгия ведут лицензионный ярусный промысел патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides* и траловый промысел ледяной рыбы *Champscephalus gunnari*. В настоящее время на криль приходится наибольший объем вылова в АЧА, его средний вылов за 2013-2015 гг. находится на уровне 244 тыс. т, вылов рыбы в 2013 г. составил 19 тыс. т.

В сезон 2014/2015 гг. промысел криля вели суда под флагами следующих государств: КНР – 8 судов, Южная Корея – 2, Норвегия – 3, Украина – 1, Чили – 1 (табл. 1).

Управленческие намерения Комиссии АНТКОМ представлены на сайте организации следующим образом: «Поскольку АНТКОМ отвечает за сохранение морских экосистем Антарктики, он применяет экосистемный подход к управлению. Это не исключает возможность ведения промысла при условии, что такой промысел осуществляется устойчивым образом и учитывает воздействие лова на другие компоненты экосистемы» [75].

Учитывая сложности описания морских экосистем и проведения мониторинга численности зависимых видов по отношению к установленному уровню вылова, АНТКОМ на начальном этапе упростил данную задачу, приняв допущение о наличии в регулируемой системе так называемых

Уловы криля в АЧА за период 2010-2015 гг., т

Страна	2010	2011	2012	2013	2014	2015*
Чили	-	2454	10662	7259	9601	7211
Китай	1956	16020	4265	31944	54303	31770
Япония	29919	26390	16258	-	-	-
Ю. Корея	45648	30642	27100	43861	55414	23342
Норвегия	119401	102460	102800	129647	165899	146208
Польша	6995	3044	-	-	-	-
Россия	8065	-	-	-	-	-
Украина	-	-	-	4646	8928	12517
<b>ВСЕГО</b>	<b>211984</b>	<b>181010</b>	<b>161085</b>	<b>217357</b>	<b>294145</b>	<b>221048</b>

\* По сентябрь 2015 г.

видов-индикаторов, наиболее важных в трофической цепи в произвольно выбранном районе управления. Регулируя промысел криля, АНТКОМ учитывал численность и состояние ряда зависимых видов, включая морских птиц и тюленей, за которыми ведется наблюдение в рамках программы АНТКОМ по мониторингу экосистемы (СЕМР). Обеспечивая выполнение положений Статьи II Конвенции АНТКОМ, которая требует, чтобы влияние, оказываемое промыслом на численность потребляемых видов, не превышало уровень, который, предположительно, будет оказывать вредное воздействие на хищников, АНТКОМ принял предохранительные ограничения на объемы вылова криля (АЧА – 620 тыс. т в год) [75].

По определению АНТКОМ, «данные промыслы управляются на основе экосистемного и предохранительного подходов, а также на основе целей управления, направленных на достижение баланса между «сохранением» и «рациональным использованием» живых ресурсов и на поддержание существующих экологических взаимосвязей» [75]. При этом АНТКОМ следует набору принципов, которые требуют, чтобы управление промыслом касалось минимизации его воздействия как на запасы криля, так и в целом на экосистему, но при этом обеспечивало бы устойчивость промысла. Ориентировочной целью такого управления является ограничение ежегодного улова в районе до уровня менее 2 % оцененной биомассы [75].

Ниже кратко изложены действующие Меры по сохранению как результаты регуляторных решений в отношении промысла криля, разработанные Научным Комитетом в рамках экосистемного подхода и принятые на Сессиях АНТКОМ.

Учитывая, что уже в конце 1980-х гг. международный промысел криля начал сосредотачиваться в АЧА, в 1991 г. на X Сессии АНТКОМ была принята МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 32/Х «Предохранительное ограничение на вылов *Euphausia superba* в статистическом районе 48», которая ограничивает вылов криля величиной 1,5 млн. т в любой промысловый сезон. Предполагалось, что это предохранительное ограничение будет применено, если общий вылов криля в статистических подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3 в какой-либо сезон превысит пороговый уровень 620 тыс. т (1 % от биомассы криля в АЧА (район 48)).

В настоящее время в отношении регулирования промысла криля в Антарктике действуют следующие Меры по сохранению:

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 21-03 (2015) «Уведомление о намерении участвовать в промысле *Euphausia superba*». Для того чтобы Научный комитет мог тщательно изучить уведомления о промысле криля в предстоящем сезоне, все страны-члены Комиссии, намеревающиеся участвовать в промысле криля в зоне действия Конвенции, уведомляют Секретариат о своем намерении не позднее 1 июня, перед ежегодным совещанием Комиссии, непосредственно перед тем сезоном, когда они намерены вести промысел.

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-01 (2010) «Предохранительные ограничения на вылов *Euphausia superba* в статистических подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4». Согласно этой Мере, промысел в АЧА проводится в статистических подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4. Суммарный вылов в них в любой

промысловый сезон ограничивается величиной 5,61 млн. т. Пороговый уровень (общий суммарный вылов) в статистических подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4 далее ограничивается 620 тыс. т в любом промысловом сезоне (около 1 % от запаса).

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-02 (2008) «Предохранительное ограничение на вылов *Euphausia superba* на статистическом участке 58.4.1». Общий вылов *Euphausia superba* на статистическом участке 58.4.1 в течение любого промыслового сезона ограничивается 440 тыс. т. Общий вылов далее подразделяется между двумя подучастками статистического участка 58.4.1 следующим образом: к западу от 115° в. д. – 277 тыс. т и к востоку от 115° в. д. – 163 тыс. т.

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-03 (2008) «Предохранительное ограничение на вылов *Euphausia superba* на статистическом участке 58.4.2». Общий вылов *Euphausia superba* на статистическом участке 58.4.2 в любой промысловый сезон ограничивается 2,645 млн. т. Общее ограничение на вылов далее подразделяется по двум подучасткам в границах статистического участка 58.4.2 следующим образом: к западу от 55° в. д. – 1,448 млн. т; к востоку от 55° в. д. – 1,080 млн. т. До тех пор, пока Комиссия не распределит это общее ограничение на вылов между более мелкими единицами управления, как может рекомендовать Научный комитет, общий вылов на участке 58.4.2 в любой промысловый сезон ограничивается 260 тыс. т к западу от 55° в. д. и 192 тыс. т – к востоку от 55° в. д.

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-04 (2015) «Общая мера для поисковых промыслов *Euphausia superba* в зоне действия Конвенции в сезоне 2015/16 гг.». Промысел в любом статистическом подрайоне или на участке прекращается, когда зарегистрированный вылов достигает установленного ограничения и этот подрайон или участок закрывается для промысла до конца сезона. Вылов криля в пределах 60 морских миль от известных размножающихся колоний зависящих от криля наземных хищников не должен превышать 75 % ограничения на вылов. В ходе всех промысловых операций в течение промыслового сезона на борту каждого судна, участвующего в поисковом промысле криля в сезоне 2015/16 гг., находится один наблюдатель, назначенный в соответствии с Системой АНТКОМ по международному научному наблюдению, и, если возможно, один дополнительный научный наблюдатель.

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-06 (2014) «Общая мера в отношении научных наблюдений при промыслах *Euphausia superba*». Каждая Договаривающаяся Сторона прилагает все усилия к обеспечению того, чтобы ее рыболовные суда, ведущие промысел криля, имели на борту по крайней мере одного научного наблюдателя, назначенного в соответствии с Системой АНТКОМ по международному научному наблюдению, или любого другого наблюдателя, назначенного Договаривающейся Стороной, и по возможности одного дополнительного научного наблюдателя в ходе всей промысловой деятельности в промысловых сезонах 2014/15 и 2015/16 гг. Программа систематического охвата наблюдателями, упомянутая выше, включает следующее: целевая норма охвата составляет не менее 50 % судов в течение промысловых сезонов 2014/15 и 2015/16 гг. Данная Мера по сохранению впервые введена в 2012 г.

МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ 51-07 (2014) «Временное распределение порогового уровня при промысле *Euphausia superba* в статистических подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4». До проведения пересмотра, о котором говорится ниже, временное распределение порогового уровня, приведенное в пункте 3 Меры по сохранению 51-01, будет производиться в соответствии со следующим соотношением, где в конкретном районе не может быть получено больше, чем указанный процент: подрайон 48.1 – 25 % (155 тыс. т); подрайон 48.2 – 45 % (279 тыс. т); подрайон 48.3 – 45 % (279 тыс. т); подрайон 48.4 – 15 % (93 тыс. т). Временное распределение порогового уровня будет рассмотрено и пересмотрено в 2016 г. с целью обеспечения выполнения Статьи II Конвенции с учетом потребностей наземных хищников в ресурсах.

Приведенные выше Меры по сохранению впервые принимались в начале 2000-х гг., затем периодически пересматривались и подтверждались на Сессиях АНТКОМ. Из их содержания следует, что в настоящее время наибольшие усилия АНТКОМ по регулированию промысла сосредоточены в районе АЧА.

Для разработки мер управления промыслом криля на основе ЭПР и других подходов АНТКОМ использует величину биомассы криля в АЧА, рассчитанную по результатам международной акусти-

ческой съемки в 2000 г. (АНТКОМ-2000). В съемке биомасса криля была определена на уровне 150 млн. т. В дальнейшем, после обработки данных, эта биомасса была пересчитана. В 2010 г., путем пересчета старых данных с учетом новых коэффициентов и параметров модели и принимая во внимание ранее проведенные экосистемные исследования (AKES), биомасса криля была оценена в 60,3 млн. т [62, 73]. Эта величина и используется АНТКОМ для регуляторных целей.

Основным регуляторным элементом для современного международного промысла криля, который ведется в районе 48, является содержание Меры по сохранению 51-07 (2014), в которой проведено временное распределение порогового уровня по четырем подрайонам в процентах от установленного общего ограничения для АЧА – 620 тыс. т. Сумма таких более мелких ограничений (квот) всех подрайонов установлена выше 100 %, поэтому промысел в любом подрайоне прекращают либо при выборе его квоты, либо при достижении суммарного вылова – 620 тыс. т. Квота в подрайоне 48.1, начиная с сезона 2012/2013 гг., используется полностью, квоты в подрайонах 48.2 и 48.3 обычно не выбираются вследствие низкого промыслового усилия и высокой ледовитости подрайонов. В подрайоне 48.4 промысел не ведется, так как в этом мористом районе концентрация криля существенно ниже, чем в первых трех подрайонах. В связи с этим суммарный вылов криля за всю историю его промысла пока ни разу не достиг уровня 620 тыс. т. АНТКОМ поясняет необходимость раздела общего ограничения по подрайонам, исходя из следующего:

- промысловая деятельность не должна оказывать непреднамеренного и непропорционального воздействия на популяции хищников, особенно наземных хищников;
- следует избегать больших уловов, достигающих порогового уровня, на промысловых участках в пределах подрайонов;
- распределение порогового уровня должно обеспечить гибкость в выборе места проведения промысла с тем, чтобы учитывать межгодовую изменчивость распределения скоплений криля и исключить возможность негативного воздействия промысла в прибрежных районах на наземных хищников [75].

При этом АНТКОМ признает, что сам по себе пороговый уровень не связан с состоянием запаса криля и необходимо продвижение управления с обратной связью в качестве механизма совершенствования управления промыслом криля. На рабочих группах АНТКОМ неоднократно отмечалось, что при дальнейшем развитии промысла в районе 48, если пороговый уровень в 620 тыс. т будет превышен, произойдет возможное разделение подрайонов на более мелкие единицы управления (SSMU), что соответствует разработанной Научным Комитетом методике ограничения интенсивности промысла на отдельных участках. В настоящее время АНТКОМ обсуждает предложения о принципах такого разделения. Предлагается вместо порогового уровня в 620 тыс. т использовать уточненное ОДУ для района 48 (1,32 млн. т), которое будет распределено по SSMU. При этом большая часть ОДУ должна будет изыматься в мористых районах при существенном снижении вылова в SSMU в прибрежной зоне, где сейчас и сосредоточен промысел. Это, на взгляд сотрудничающих с АНТКОМ ученых, повысит безопасность сухопутных хищников – потребителей криля [75]. Однако существуют предположения, что промысел криля в мористых районах будет экономически невыгодным [69]. В связи с этим заинтересованным в промысле криля членам Комиссии, очевидно, следовало бы воздержаться от приема такой Меры по сохранению.

Как показала практика современного промысла, его общей проблемой стала реализация квот в конкретном подрайоне. Это распределение осуществлено АНТКОМ без учета ежегодной ледовой обстановки в период промысла в том или ином подрайоне. Начиная с первого десятилетия 2000-х гг., высокая ледовитость неоднократно препятствовала промысловым судам в работе в подрайоне 48.2 (Южные Оркнейские острова), который в 1970-1980-е гг. был основным районом промысла криля. В последние годы неблагоприятная ледовая обстановка в подрайоне 48.2 вынуждает флот концентрироваться в подрайоне 48.1 (Антарктический полуостров), что ведет к быстрому исчерпанию квоты. После чего флот простаивает, ожидая улучшения ледовой обстановки в подрайоне 48.2, либо вынужден переходить к Южной Георгии, в лицензионный подрайон 48.3. Таким образом, провозглашенная АНТКОМ необходимость обеспечения устойчивости промысла постоянно нарушается. Очевидно, необходима новая Мера по сохранению, которая позволила бы Секретариату

АНТКОМ оперативно увеличивать квоту в подрайоне, свободном ото льда при закрытии льдом другого подрайона.

В целом, исходя из содержания принятых начиная с 1990-х гг. Мер по сохранению, следует, что АНТКОМ, пытаясь применить управленческий метод, использующий принципы ЭПР, надеется решить ряд задач:

- оценить направления и уровень воздействия промысла на элементы экосистемы,
- оценить воздействие природных биотических и абиотических факторов на величину запаса и урожайность криля и его потребителей,
- разделить последствия воздействия природных и антропогенных факторов,
- разработать систему управления с обратной связью и т. п. [53].

### Запас и пополнение

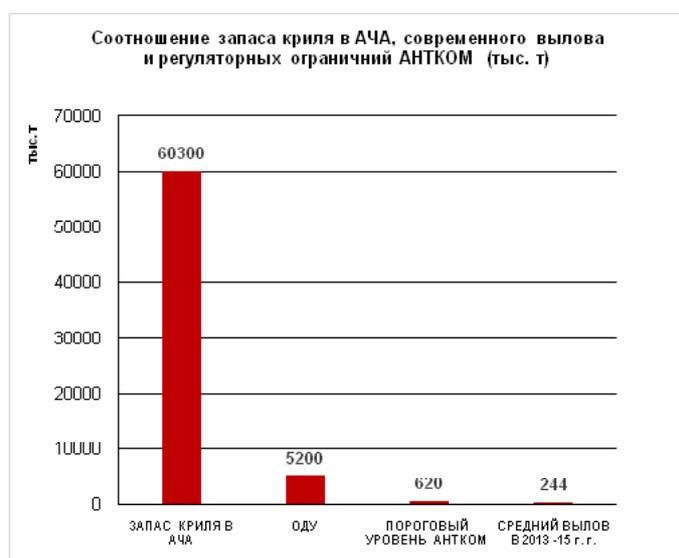


Рис. 4 Запас криля в АЧА, ОДУ, средний вылов за 2013-2015 гг. и принятые ограничения АНТКОМ [75]

Из рис. 4 следует, что ОДУ криля для АЧА составляет 8,6 % от запаса, а существующий вылов в АЧА составляет 39 % от уровня порогового ограничения, около 5 % ОДУ и около 0,4 % от принятого запаса криля в АЧА. В соответствии с рис. 5, учитывая темпы роста вылова криля, на достижение порогового уровня вылова понадобится около 5 лет. Принимая во внимание, что величина современного вылова криля (за последние три года в среднем 244 тыс. т) несопоставимо мала по сравнению с запасом (60,3 млн. т), в настоящее время любая оценка воздействия промысла на общий запас криля и, как следствие, на его потребителей не может быть признана реальной. Вместе с тем такое предполагаемое воздействие промысла находится в центре внимания Научного Комитета АНТКОМ и его профильных рабочих групп [75].

### Потребление хищниками

Научный Комитет АНТКОМ прилагает значительные усилия, предпринимая попытки оценить влияние промысла на потребление криля хотя бы несколькими группами хищников. На основании анализа литературных данных по локализации колоний морских птиц и тюленей в Атлантическом секторе Антарктики и данных по поведению этих видов было показано, что потребление криля морскими птицами и тюленями сосредоточено преимущественно в 100-мильной зоне от побережья островов и Антарктического полуострова. Поэтому, как предполагает АНТКОМ, локализация и концентрация промысла в этой зоне может оказать негативное влияние на популяции видов-потребителей криля [56, 57, 61].

Исследования АНТКОМ, направленные на обоснование мер регулирования, ориентированы на изучение и контроль за динамической системой – промысловый запас криля и его пополнение в данном сезоне, его потребление хищниками и влияние промысла на эту систему. Установлено, что промысловый запас криля в каждом сезоне зависит от величины пополнения, интенсивности притока криля с течениями в район промысла и его выедания хищниками [8, 9, 17-19, 21].

К.-Г. Кок (2000) отмечает, что «процессы, определяющие численность криля, находятся под сильным влиянием крупномасштабных абиотических факторов, таких как ледовый покров и циркуляция» [4]. На рис. 4 и 5 представлено соотношение величин запаса криля в АЧА, современного вылова и уровней ограничения вылова, принятых АНТКОМ.



Рис. 5 Вылов криля в АЧА всеми странами в период с 1972 по 2013 г. и пороговый уровень АНТКОМ [63]

Существуют теоретические опасения, что современные способы лова, использующие непрерывное траление (уловы в пересчете – 800 т/сутки), по достижении определенной интенсивности лова способны снизить плотность небольших локальных скоплений криля. Ведь, как известно, суммарная площадь участков, в пределах которых наблюдаются квазистационарные промысловые скопления криля, весьма мала и составляет менее 1 % площади перечисленных выше подрайонов [9], именно в ней в летнее время сосредоточена большая часть поголовья кергеленских морских котиков *Arctocephalus gazella*, питающихся в этот период преимущественно крилем. Однако по результатам научных наблюдений, которые выполнялись на промысловых судах в последние годы, установлено, что промысел криля в подрайонах 48.1 и 48.2 ведут не в прибрежной зоне, в которой обычно концентрируются хищники – потребители криля, а в более мористых районах, в которых промысел уже не конкурирует с хищниками [17].

В подрайоне 48.3 (Южная Георгия) в зимний период поиск и промысел криля часто ведут, ориентируясь на скопления на поверхности кергеленских морских котиков, которые нагуливаются на пятнах криля. Эти же котики, хотя и крайне редко, попадают в тралы. На таких участках можно усмотреть конкуренцию между промыслом и млекопитающими-потребителями криля [98, 99]. Но, как известно, при отсутствии доступного криля кергеленские морские котики способны существенно расширить спектр питания за счет рыбы и пр. [97].

По мнению С. Касаткиной и др. (2007), «даже в сезоны наибольшего вылова криля советским флотом (1987-1990 гг.) отсутствовали свидетельства о влиянии промысла на его запасы. В отдельные периоды пополнение было столь значительным, что биомасса и плотность рачков в последующие месяцы промысла достигали большей величины, чем в предыдущие, несмотря на активную работу флота. Скорее, можно говорить о пространственном перекрытии экологической ниши хищников промыслом, чем о конкуренции между ними» [21].

Эндрю Констебль (2001) в этой связи рассматривает следующие вопросы применения экосистемного подхода к управлению рыболовством: «Какое побочное действие оказывает промысел на экосистему? Какие природоохранные мероприятия необходимы для питающихся промысловыми видами хищников? Какие подходы позволят достичь этих целей? Могут ли оценки продукции хищников, потребляющих промысловые виды, служить индикаторами при управлении, так как они интегрируют широкий диапазон экосистемных эффектов и могут быть связаны с воздействием про-

мысла?» [53]. Ответ на последний вопрос можно найти в табл. 2 и 3. Ориентировочная картина соотношения потребления криля группами консументов и его вылова приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Соотношение величин потребления криля в Антарктике основными группами консументов и его вылова [24, 25, 61, 87, 94]**

Районы	Потребление в год по группам хищников, млн. т						Вылов 2012-2015 гг. млн. т	Запас, млн. т
	Киты, млн. т [61, 87, 94]	Тюлени, в основном тюлень-крабод ( <i>Lobodon carcinophagus</i> ) [87]	Пингвины, альбатросы, буревестники [61]	Все группы рыб [24, 61]	Головоногие моллюски и пр. [24, 61]	Всего		
Вся Антарктика	43-150	около 64	около 20	28	от 50 до 80-100	205-362	0,3	
Доля от общего потребления	17-41 %	31 %	10 %	14 %	24-50 %	100 %	<0,1 % от общего потребления	1300
АЧА (48) подрайоны 48.1, 48.2, 48.3 [60]	2,4	0,7	9,2	3,0	3,6	18,9	0,3	
Доля от общего потребления	13 %	4 %	49 %	16 %	19 %	100 %	доля вылова – 1,6 % от общего потребления	60,3

Таблица 3

**Показатели среднесуточного притока криля, его суточной биомассы, годового потребления и вылова в подрайонах промысла в АЧА [40, 60]**

Интенсивность притока криля в сутки	По всем подрайонам промысла, тыс. т		Среднесуточный вылов криля в период 2013-2015 гг. и его доля в биомассе и потреблении
	Минимальная суточная биомасса криля	Среднесуточное потребление консументами	
250-450	около 250	60	Вылов 1,7 тыс. т/сут, 0,4-0,7 % интенсивности притока криля в сутки 0,7 % суточной биомассы 2,8 % суточного потребления

Схожие данные по выеданию криля хищниками в АЧА в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3 приводит и Хевитт с соавторами [72]. По их оценке, в этих подрайонах потребление криля основными группами консументов в течение года составляет в сумме 15,2 млн. т. Соответственно, доля современного

вылова криля – около 2 % от этой величины. Kasatkina and Shnar в [83] показали, что в летний сезон в подрайон 48.2, который ранее был основным районом промысла криля, приток его биомассы составляет около 2,1 млн. т, в то время как вылов находится на уровне 30-120 тыс. т (от 1,4 до 5 % от притока криля).

Оценки последствий предполагаемого воздействия промысла криля на потребителей связаны еще и с тем, что приведенные выше примеры уровней потребления криля разными группами хищников непостоянны, как и величины вылова, и для их текущего применения требуется систематический контроль за трофической активностью хищников (что практически нереально) и надежные данные о промысловых уловах (контролируется при помощи научного наблюдения). В частности, существуют доказательства общего снижения потребления котиками криля с начала XX века, что свидетельствует о наличии факторов, влияющих на хищников и не связанных с промыслом [57, 58, 81].

Весьма важными для управленческих целей являются вопросы соотношения суточной интенсивности притока криля в подрайон, в котором ведется промысел, минимальной суточной биомассы криля в подрайоне и величины вылова. На необходимость изучения переноса криля в качестве индикатора местного пополнения, который может быть использован для выявления потенциального риска развития рыболовства, указывают С. Касаткина и В. Шнар [83], приведя в качестве примера оценки притока криля в подрайоне 48.3, полученные на основе советских и российских научных наблюдений (1962-2002 гг.). Некоторые характеристики интенсивности притока криля в подрайон, его потребления и промысла приведены в табл. 3, из которой следует, что в летний сезон в подрайонах промысла доля современного суточного вылова криля в последние годы составляет менее 1 % от объема суточного притока криля в эти подрайоны и его суточной биомассы, а также около 3 % суточного потребления криля консументами. В зимний период, когда потребление криля снижается примерно на порядок, промысел в этих подрайонах не ведется. Обычно продолжительность промысла криля в подрайонах в летний сезон составляет от 2 до 4 мес., иногда до 6-9 мес., в зимний – от 2 до 4 и более мес. Растянутость промысла во времени существенно снижает величину суточного вылова и его конкуренцию с консументами.

Таким образом, как показано в табл. 3, суточный вылов по отношению к притоку криля и его потреблению исчезающе мал и фактически находится в пределах точности оценок приведенных величин. В связи с этим не представляется возможным достоверно оценить воздействие промысла на консументов криля. Поэтому при современном относительно низком уровне вылова криля наблюдаемые колебания численности и продукции хищников явно зависят от иных факторов и не могут служить индикаторами для управления промыслом [72, 74, 81].

Для криля в подрайоне 48.1 характерны межгодовые изменения биомассы с периодичностью 3-4 года. Как предполагается, на количественные показатели скоплений криля в конкретном районе оказывают влияние несколько факторов – температура воды, дрейфующий лед, потребление хищниками, горизонтальная циркуляция вод, поверхностное распределение кремния.

Считается, что важнейшим фактором, влияющим на распределение криля, является ледовая обстановка, которая в Атлантическом секторе Антарктики характеризуется межгодовой и многолетней изменчивостью [16, 26, 71]. С ней связывают циклические вариации численности криля в районе Южных Шетландских островов и плотность его скоплений [86]. На величину пополнения криля влияет весенне-летняя ледовитость района и, соответственно, урожайность кормовой базы для личинок криля. Циклические вариации численности криля в районе Южных Шетландских островов связывают с межгодовыми изменениями ледовой обстановки [27, 86]. В подрайоне 48.1 максимальные показатели вылова антарктического криля совпадают с наиболее холодными годами. Кроме ледовой обстановки, на распределение криля влияют переносы в атмосфере и гидросфере в меридиональном направлении [7].

Приведенные примеры влияния природных факторов на распределение, численность и поведение криля, а также крайне низкий уровень вылова по отношению к величинам его притока и потребления показывают, что задача оценки воздействия современного низкого уровня промысла на экосистему и, в частности, на зависимых от криля хищников не просто сложна, а невыполнима. Вероятно,

для достижения этой цели нужны специально организованные экспедиционные мониторинговые исследования, требующие кооперации стран-членов АНТКОМ. Однако несмотря на эти и иные сложности в оценке воздействия промысла криля на его потребителей и на экосистему в целом, Научный комитет проявляет постоянную и весьма высокую научную активность в этом направлении. На созываемых ежегодно рабочих группах и подгруппах Научный комитет осуществляет непрерывную проработку проблемы создания основы и структуры управления рыболовством на принципах ЭПР. При этом делаются попытки учесть все значимые компоненты экосистемы, в которой определяющую роль играет криль. Рассматриваются вопросы урожайности криля, его миграций, экспатриации в прибрежные зоны промысла, причины концентраций криля и его доступности для хищников. Исследуются и сравниваются теоретические уровни потребления криля хищниками и величины его изъятия промыслом, возможное воздействие в этой связи промысла на популяции хищников, изменение численности криля в зависимости от ледовой обстановки и других факторов. В настоящее время АНТКОМ использует следующие модели для обоснования управленческих мер:

ЭПОК (система моделирования «экосистема, продуктивность, океан, климат»). Представлено Constable (2005, 2006, 2007) [111];

FOOSA – ранее КХП-модель (криль-хищник-промысел). Представлено Watters et al. (2005, 2006) [110];

ПМОМ (пространственная многовидовая операционная модель). Представлено Plagányi and Butterworth (2006, 2007) [112].

В частности, как указано на сайте АНТКОМ, ограничения на вылов криля разрабатываются на основе результатов моделей, которые многократно имитируют его популяцию, со сменой ключевой информации – пополнения, темпов роста, промысловой и естественной смертности и т. д. Величина популяции прогнозируется на протяжении 30-летнего периода. Таким образом, считается, что моделирование вероятных будущих состояний популяции криля позволит определить его возможный вылов без ущерба для запаса [75].

Не останавливаясь на многих проблемах возможного применения ЭПР, которые достаточно полно изложены Шунтовым (2013) [45], можно отметить, что эта стратегия управления предполагает наличие реальной, а не смоделированной обратной связи между промысловым воздействием и объектом воздействия – экосистемой, ее элементами. Получить определенный ответ экосистемы или ее отдельных элементов на промысел, отделить его от природных процессов до настоящего времени представляется трудно разрешимой задачей, которую только предполагается решить силами научных подразделений государств-членов АНТКОМ. Достаточно отметить, что в схеме современного регулирования промысла криля связь вылова с численностью консументов лишь имитируется в моделях, что приводит к неопределенности и ошибкам. Например, в документе WG-EMM-14/36 делается вывод, что относительно большой вылов криля, полученный в проливе Брансфилд в 2009/2010 гг. (подрайон 48.1) – около 123 тыс. т, оказал достоверно отрицательное воздействие на пополнение и кладку яиц у папуасских пингвинов, добывающих пищу в проливе, на мысе Ширрефф и в заливе Копакабана (подрайон 48.1). Другие же наблюдения показали увеличение численности папуасских пингвинов во всем подрайоне 48.1 [88].

Примечательны итоги Семинара «Понимание целей промысла криля и сохранения в море Скотия и регионе Антарктического полуострова», организаторами которого выступили BAS, ICED и WWF в июне 2014 г. [102]. Среди прочих, можно отметить следующее одобренное участниками положение:

«(ii) достигнуто общее согласие, что современный уровень промысла криля является источником лишь небольшого риска существенного воздействия на экосистему...».

В оценке стратегии управления промыслом криля, которая реализуется АНТКОМ, наиболее последовательной представляется позиция российских ученых, имеющих многолетний и обширный опыт исследований биологии и запасов криля, разработки на этой основе прогностических решений. Данная позиция неоднократно заявлялась на совещаниях научных подразделений АНТКОМ. Ее отличает продуманный и критический подход к вопросам регулирования промысла системой АНТКОМ и призывы переходить к регулированию на основе реальных, а не модельных показателей.

На XXXIII сессии АНТКОМ и на отчете Рабочей группы по экосистемному мониторингу и управлению (Пунта-Аренас, Чили, 7-18 июля 2014 г.) С. Касаткина (ФГБНУ «АтлантНИРО») призвала к проведению акустических съемок и наблюдений с использованием промысловых судов, так как наблюдаемый с 2006 г. рост улова на единицу промыслового усилия (CPUE), вызывающий беспокойство Научного Комитета, может быть результатом воздействия меняющейся окружающей среды на характер распределения криля [75, 77].

На отчете Рабочей группы по статистике, оценкам и моделированию (Пунта-Аренас, Чили, 30 июня-4 июля 2014 г.) А. Петров (ФГБНУ «ВНИРО») отметил, что в настоящее время невозможно достоверно определить количественно общее потребление криля зависящими от него хищниками, так как их общая численность неизвестна и поэтому комплексные модели непригодны для моделирования динамики популяции криля [78].

В. Бизиков (ФГБНУ «ВНИРО»), рассматривая перспективы раздела подрайонов АЧА на более мелкие единицы управления (SSMU), отметил, что, принимая во внимание значительную изменчивость распределения криля, подразделение ограничения на вылов криля между SSMU необходимо будет пересматривать ежегодно на основе данных, полученных в результате научных съемок и промысла [76].

### **О проблемах применения ЭПР при регулировании промысла криля**

В современной теории рыболовства различают два основных подхода к управлению промыслом – одновидовой и экосистемный. Одновидовой подход к управлению промыслом и ресурсами в настоящее время применяют все государства и международные рыбохозяйственные организации, используя разнообразные одновидовые управленческие математические модели в основном в целях определения и обоснования ОДУ и его вариаций. Абиотическое и биотическое воздействие промысла на экосистему при этом фактически не учитывают.

Экосистемный подход к управлению биоресурсами и рыболовством предполагает планирование и регулирование промысла, учитывая его воздействие на морские экосистемы и реакцию морских экосистем в ответ на рыболовство [28, 45]. Начиная с 1990-х гг., одновидовой подход к управлению рыболовством постоянно критикуется природоохранными организациями, конференциями и многими авторами [45, 52, 70, 91].

Следует отметить, что в начале 1980-х гг., когда создавалась Конвенция АНТКОМ, ЭПР еще не применялся ни государствами, ни международными рыбохозяйственными организациями. Примечательно, что этого не произошло и впоследствии, вплоть до настоящего времени, и АНТКОМ оказался первой и единственной на настоящий момент международной организацией, провозгласившей такой подход в качестве основы управления промыслом и сохранения экосистемы. Сегодня АНТКОМ считается признанным пионером в разработке и попытках применения ЭПР. Однако реализация управления промыслом криля на основе ЭПР в целом оказалось весьма сложной задачей и сегодня, спустя три десятилетия с момента создания АНТКОМ, можно констатировать, что реального воплощения такого подхода в зоне АНТКОМ все еще не произошло [54, 111].

Как отмечает Шунтов (2013), «в настоящее время экосистемное управление биоресурсами подразумевает учет целого комплекса экологических тем и проблем: сохранение биоразнообразия, влияние климатических изменений, устойчивость запасов и сообществ, межвидовые отношения, многовидовое рыболовство, сохранение редких видов, охрана особенно важных акваторий и ландшафтов, деградация биотопов, борьба с загрязнением, виды-вселенцы, пастбищная марикультура, генетическое разнообразие и др.» [45]. Элементы такого многовидового подхода к управлению и пытаются реализовать АНТКОМ.

История и развитие регуляторной политики АНТКОМ достаточно полно представлена в работе «АНТКОМ – подход к управлению» под редакцией Карла-Германа Кока (2000), а также в работе Эндрю Констебля с соавторами (2000 г.) [4, 58]. В упомянутой выше работе под редакцией Карла-Германа Кока (2000) выделяются ранние годы, когда осуществлялся традиционный подход в 1980-е гг., и современный подход – моделирование [4]. «В 1980-е гг. главным приоритетом АНТКОМ было сохранение рыбных запасов, а не управление промыслом криля. Для регулирования

промысла рыб в тот период с переменным успехом применялся метод анализа виртуальной популяции (VPA), что соответствовало повсеместно применявшемуся в те годы одновидовому подходу в регулировании промысла. Управление промыслом криля стало важной задачей только в конце 1980-х гг., когда он начал концентрироваться в районах кормления зависящих от криля хищников, таких как пингвины и тюлени».

Исходя из содержания принятых начиная с 1990-х гг. Мер по сохранению, регулирующих промысел криля, и перспектив их дополнения и развития, АНТКОМ обеспокоен прежде всего необходимостью предотвращения воздействия промысла на скопления криля в местах нагула хищников, которые размножаются на суше – котиков *Arctocephalus gazella* и пингвинов, в диете которых криль играет существенную роль во время размножения (летний период). Для этих целей на данном этапе регулирования промысла криля АНТКОМ использует повсеместно принятый одновидовой подход к регулированию, но пытается учесть вероятное воздействие промысла криля на отдельные элементы экосистемы. Это трактуется как многовидовой подход, но целевой вид промысла при этом один – криль [54, 57, 58]. Столкнувшись с большими трудностями реального применения ЭПР в сложных и неясных условиях, характерных для морских экосистем Антарктики, АНТКОМ принял допущение о доминирующем комплексе видов, наиболее важных в трофической цепи экосистемы. Разрабатывается подход управления экосистемами в ходе промысла антарктического криля на основе обратной связи [74].

Существующая неопределенность связей и зависимостей в системе «вылов криля – последствия для консументов» при современном низком уровне промысла, а также отсутствие технических возможностей для их установления и отслеживания были понятны Научному Комитету еще в начальный период регулирования. В работе «АНТКОМ – подход к управлению» под редакцией Карла-Германа Кока (2000) [4] современный подход (моделирование) указан как многовидовой подход к управлению промыслом криля. Следует констатировать, что применяемый АНТКОМ многовидовой подход к управлению промыслом как упрощенный вариант локального ЭПР выходит за рамки мониторинга воздействия промысла на вылавливаемые виды (объекты лова), охватывая мониторинг ассоциированных и зависимых видов с целью выявления возможных последствий промысла. В данном случае зависимые виды – это те, которые либо питаются целевыми промысловыми видами, либо на них влияет изъятие целевых видов из трофической сети. Ассоциированные виды – это обычно те виды, на которые сам процесс промысла оказывает непосредственное воздействие, например, за счет прилова или побочной смертности.

Таким образом, даже краткий обзор научной деятельности АНТКОМ в направлении применения ЭПР позволяет прийти к выводу, что АНТКОМ, во-первых, не располагает полноценной текущей полевой информацией о состоянии хотя бы регионального ресурса криля, его связи с консументами и средой, во-вторых, не имеет возможностей для оценки влияния промыслового изъятия криля на экосистему хотя бы в масштабах подрайона в основном из-за малой величины вылова по сравнению с запасом. Для преодоления дефицита информации АНТКОМ применяет косвенные методы предосторожного подхода, основанные на моделировании ситуации, допущениях, произвольной оценке экологических рисков и т. п., тогда как для суждений о состоянии экосистемы необходимы специализированные и дорогостоящие мониторинговые экологические исследования, нужна конкретная информация, которую можно получить путем комплексных съемок. Очевидно, это дело будущего.

#### **От экосистемного к предосторожному подходу**

В связи со значительным количеством допущений и волевых решений, принимаемых АНТКОМ, Э. Констебль с соавторами (2000) еще в начале XXI века характеризует регуляторные усилия АНТКОМ в отношении криля как предосторожный подход к управлению. Фактически АНТКОМ был вынужден обратиться к предосторожным методам оценки последствий промысла криля в связи со многими неопределенностями и рисками, что выливается в применение «субъективной интуитивной подгонки результатов без четких критериев осторожности и степени риска» [45, 57, 101]. Предосторожный подход учитывает жизненно важную роль криля как ключевого вида в экосистеме Антарктики, а также неопределенности, связанные с изменениями окружающей среды, в т. ч. в от-

ношении изменения климата [49, 89]. Основная сложность его применения – исчезающе малые величины промыслового изъятия криля и продемонстрированные в многочисленных публикациях высокие неточности в оценках его биомассы, распределения, роли в экосистеме Антарктики. Вместе с тем считается, что потенциальное кумулятивное воздействие изменений климата, промысла криля и его хищников до настоящего времени неизвестны и должны быть в центре внимания АНТКОМ [49-51, 85, 91].

Не имея возможности получить ответ экосистемы на промысел, АНТКОМ при помощи указанных выше моделей выработал опорные критерии предосторожности, каждый из которых – это «выведенная согласованным научным порядком (искусственным путем) расчетная величина, которая соответствует определенному состоянию ресурса и промысла. При этом предосторожный подход к управлению предполагает принятие превентивных усилий в условиях неопределенности информации рисков» [4]. Именно такие превентивные решения закреплены в Мерах по сохранению, регулирующих промысел криля. В связи с этим следует считать, что в настоящее время все установленные в Мерах по сохранению ограничения, касающиеся промысла криля, выработаны в рамках предосторожного подхода к управлению, фактически – его упрощенной формы, адаптированной для АНТКОМ [4]. В основе предосторожного подхода, применяемого АНТКОМ, лежит искусственный элемент – субъективные предположения о вредности или безопасности того или иного действия, шага, уровня и пр. для экосистемы и ее основных элементов, определенные на основе моделирования, предположений и допущений.

Рассматривая перспективы развития регуляторной деятельности АНТКОМ, Э. Констебль (2011) отметил, что без надлежащих гарантий добровольного участия государств, ведущих промысел в зоне АНТКОМ, в исследованиях и их согласованности не удастся в будущем обеспечить достижения прочной основы управления рыболовством на принципах экосистемного подхода [54]. В 2015 г. Констебль и Канди, обсуждая будущее ЭПР, указывают на трудности и успехи разработки процедуры управления для промысла криля на этой основе [55]. Предполагается, что данная процедура может быть использована в пространственно-структурированной системе управления с обратной связью, которая может обеспечить АНТКОМ способностью реагировать на тенденции в состоянии экосистемы, в том числе связанные с изменением климата.

Существует целый ряд публикаций, показывающих, какие природные процессы, несравненно более мощные по сравнению с промыслом, реально влияют на численность и распределение криля и его основных потребителей, на доступность криля для хищников, в том числе на локальных участках. Отмечается, что существующее изобилие и процветание млекопитающих, потребляющих криль, свидетельствует о том, что они хорошо адаптированы к неравномерностям его распределения во все сезоны на фоне существующего промысла криля [86, 90, 108]. Среди факторов, потенциально влияющих на биомассу криля и его доступность для консументов, рассматривают изменения климата и региональное потепление Антарктики, колебания ледовитости, межгодовые вариации переноса и изменения плотности скоплений криля, определяющие его доступность для консументов, а также отдаленные последствия интенсивного китового промысла 1950-1980-х гг. и др. [48, 65, 80, 107]. По мнению Atkinson et al. (2012), часто оценки параметров криля весьма неопределенны в масштабах пространственных, сезонных и годовых изменений, при этом обычно даже не ясна степень этой неопределенности и изменчивости. Отмечается, что до настоящего времени все еще не выяснены основные причины естественной смертности криля, нет сведений о том, кто является основным потребителем криля, хотя в настоящее время уже понятно, что это не птицы или млекопитающие [50].

Таким образом, следует признать, что сама по себе гипотеза о повышенной уязвимости антарктической экосистемы от воздействия промысла криля не может быть в настоящее время ни подтверждена, ни опровергнута в связи с тем, что пока никто не наблюдал каких-либо признаков негативного воздействия промысла криля на антарктические морские экосистемы либо не сумел выделить в наблюдаемых изменениях экосистемы те, которые являются последствиями промысла.

АНТКОМ, испытывая определенную гордость в качестве первопроходца применения ЭПР, на своем сайте отмечает: «Исследования взаимодействий между промыслом, промысловыми видами и

видами, зависящими от промысловых видов, являются частью так называемого многовидового подхода. Несмотря на разнообразную деятельность, предпринимаемую во всем мире по разработке управления промыслом, основанного на многовидовом подходе, большая часть мирового промысла все еще управляется на основе одновидового подхода, т. е. воздействие промысла оценивается только в отношении промысловых видов. Использование АНТКОМ многовидового подхода к этой проблеме является передовым, и опыта по проведению такого рода регулирования практически нигде больше не существует» [75].

О больших трудностях перехода к управлению на основе ЭПР свидетельствует многолетний российский опыт экосистемных мониторинговых рыбохозяйственных исследований, которые проводит ТИНРО в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, начиная с 1970-х гг. В результате этих исследований сформирована и пополняется обширная и многоплановая база данных, но она так и не стала основой для перехода на ЭПР в регионе [45].

### **Об экосистемном подходе к регулированию рыболовства в других регионах**

Идея ЭПР как последовательное развитие идеи экосистемного природопользования, зародившейся в начале XX века, была благоприятно воспринята многими специалистами-теоретиками в качестве единственно верного и экологически обоснованного способа управления рыболовством. Считается, что одной из причин интереса управленцев к ЭПР были хорошо известные примеры снижения рыбных запасов в отдельных регионах, вызванные, как предполагается, неконтролируемым рыболовством. Это индийская сардинелла (в 1940-х гг.), сардинеллы Южной Африки (1965-1966), атлантическая сельдь (1968-1969), гренландская треска (1968), пикша на б. Джорджес (1968), капская сардинелла (1970-1971), сардинеллы Гвинейского залива (1973-1974), канадская атлантическая треска (в 1990-е гг.) и др. Считается, что ЭПР призван обеспечить устойчивость рыбных запасов, снизить риски неблагоприятных изменений окружающей среды, повысить эффективность рыболовства [67, 68].

Всемирный переход к управлению рыболовством на основе ЭПР стал главной инициативой ряда специалистов по управлению, лишь начиная с 1990-х гг. Предполагается, что в отличие от традиционных подходов к управлению, которые сосредоточены исключительно на биологии конкретного вида, ЭПР обеспечивает более целостный подход к управлению рыболовством, который учитывает комплексный набор биологических, физических, экономических и социальных факторов, связанных с управлением морскими живыми ресурсами [109]. В конце 1990-х гг. ЭПР становится теоретической основой для оценки и управления ресурсами прибрежных вод по всему миру. Используются модульные стратегии для создания научной основы оценки изменяющихся состояний крупных морских экосистем. Ожидаются значительные социоэкономические выгоды от достижения долгосрочной устойчивости прибрежных ресурсов [66, 104].

Всемирная Конференция по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002) приняла решение перейти к применению ЭПР для оценки морских ресурсов и регулирования их промысла уже к 2010 г. Однако, по оценке Nguyen (2012), концепция ЭПР в настоящее время только развивается [91]. Несмотря на то, что существует широко распространенное мнение о необходимости осуществления экосистемного управления, эта концепция пока не имеет универсального определения или последовательного применения. Для перехода от одновидового управления к ЭПР может потребоваться несколько этапов.

В 2001 г. специалисты ФАО определили ЭПР как устойчивое управление рыболовством с учетом воздействия рыбных промыслов на морские экосистемы и воздействия морских экосистем на рыболовство [95]. Консультативное совещание экспертов ФАО в Рейкьявике (ФАО, 2003) отметило, что «целями экосистемного подхода к рыболовству является планирование, развитие и управление рыболовства таким образом, чтобы рассматривать множество общественных потребностей и желаний, не ставя под угрозу возможности для будущего поколения извлечь выгоду из полного спектра товаров и услуг, предоставляемых морскими экосистемами» [68]. С учетом рекомендаций ФАО разрабо-

таны рекомендации для тропических регионов, где ведутся многовидовые прибрежные промыслы [96, 103].

ЭПР был принят Комитетом ФАО по рыбному хозяйству в качестве наиболее подходящего способа обеспечения полномасштабного применения Кодекса ведения ответственного рыболовства ФАО (1995) на практике. В целях совершенствования «Кодекса...» ФАО подготовило руководящие принципы и рекомендации по применению ЭПР [64]. Garcia and Cochrane (2005) приводят краткий обзор этих руководящих принципов [66]. Фактически ЭПР в понимании ФАО представляет собой систему управления промыслом и ресурсами, которая обеспечивает реализацию принципов устойчивого развития, включая не только экологические и природоохранные компоненты устойчивости и сопутствующие риски, но также и ее человеческие и социальные элементы. Сложность реализации ЭПР очевидна. Учет рисков самого рыболовства и экологических рисков чаще всего возможен только в эмпирической форме, и их значимость может быть определена лишь условно.

Следует отметить, что до настоящего времени ни одно рыболовное государство мира не перешло на ЭПР как основу регулирования промысла и ресурсов, что свидетельствует не только о консервативности управленцев, но и о тех значительных проблемах, сложностях и затратах, которые, как предполагается, будут сопровождать переход к ЭПР. Не перешла к ЭПР и ни одна из многочисленных международных рыбохозяйственных организаций, несмотря на многочисленные декларации. В 2007 г. Ученый совет НАФО учредил Исследовательскую группу по экосистемному подходу [80]. По ее оценке, цель ЭПР состоит в том, чтобы, несмотря на изменчивость, неопределенность и вероятные природные изменения в экосистеме, гарантировать сохранение ее производительности как источника продуктов питания, доходов, занятости и, в более общем плане, других основных услуг и средств к существованию на неопределенно долгий срок на благо нынешних и будущих поколений [96].

В 2003 г. в секретариате НЕАФК был рассмотрен документ «The ecosystem approach to fisheries management: high seas fisheries management and the Northwest Atlantic Fisheries Organization», в котором среди прочего отмечено, что промыслы должны управляться таким образом, чтобы ограничить их воздействие на экосистему в максимально возможной степени. Однако, поскольку знания об экосистемах являются неполными, на начальном этапе рекомендовано применять предосторожный подход к управлению промыслом [107].

Теория ЭПР в настоящее время является основным направлением усилий в США в деле регулирования рыбного промысла в целях устойчивого управления морскими ресурсами страны [66, 111]. По мнению Beamish et al. (2009), на сегодняшний день только рассматриваются различные рабочие варианты применения ЭПР для регулирования реального промысла [52]. В рамках этого подхода предполагается применение и развитие существующих трофодинамических моделей для управления рыболовством [84]. Также разработаны методы для объединения отдельных показателей во всесторонний диагностический реестр рыболовных воздействий на популяции и сообщества рыб [100]. Рассматриваются возможности циклического взаимодействия экосистемы и экономики промысла [93].

В Российской Федерации, которая получает более 90 % вылова в своих прибрежных водах, переход на ЭПР обсуждается в течение последних двух десятилетий [5, 10, 22, 41, 45]. Шунтов В.П. и Темных О.С. (2013) справедливо отмечают, что основные проблемы экосистемного управления – недостаток информации по широкому комплексу экологических вопросов и сложность интеграции в систему управления большого количества параметров. Авторы выражают сомнения в реальной применимости такого управления в современном промысле и указывают, что «изучение экосистем как совокупности слагающих их компонентов – задача многократно более трудная. Ведь даже определение границ и степени открытости экосистем является большой проблемой, не говоря уже о ее структурной многокомпонентности и соответствующих функциональных связях» [45].

Однако до настоящего времени лишь АНТКОМ, регулируя промысел криля, демонстрирует реальные попытки использования элементов ЭПР, изучает возникающие проблемы и трудности. В этом состоит несомненная заслуга АНТКОМ в деле воплощения всемирной идеи перехода к ЭПР.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Международный промысел криля в Антарктике был начат в 1970-е гг., а в 1980-е гг. его вылов достиг современного максимума – 520 тыс. т. Учитывая чрезвычайно важную роль криля для всей антарктической биоты, интенсивное развитие его промысла, как и промысла антарктических нототений и других рыб, послужило для стран КСДА весомым поводом для разработки в 1978-1980-х гг. Конвенции о сохранении морских живых ресурсов Антарктики. Созданная на ее основе в 1982 г. Антарктическая Комиссия, в состав которой в тот период вошли 15 крупнейших рыболовных государств мира, в т. ч. СССР, Япония, США и др., определила ЭПР в качестве метода регулирования промысла и ресурсов. Начиная с 1990-х гг., международный промысел криля оказался сосредоточен в АЧА – наиболее продуктивном районе Антарктики, который и стал полигоном АНТКОМ для применения ЭПР к регулированию промысла.

АНТКОМ оказался первой и единственной на настоящий момент международной организацией, провозгласившей ЭПР в качестве основы управления промыслом и сохранения экосистемы. Однако до сих пор АНТКОМ фактически так и не смог реализовать этот подход к управлению рыболовством. Величина вылова криля оказалась несопоставимо малой по сравнению с его запасом, суточным поступлением на участки лова и потреблением хищниками. В связи с этим организации не удалось выделить признаки воздействия промысла на элементы экосистемы и обратное воздействие, как этого требует ЭПР. В условиях отсутствия экспедиционного мониторинга оказалось проблематичным учесть воздействие промысла среди других действующих факторов (изменение климата, течений, снижение ледовитости, потепление океана и пр.), которые в значительно большей степени влияют на численность и распределение криля, а также на его потребителей.

Научный комитет АНТКОМ, осознав сложности в оценке воздействия промысла на все компоненты экосистемы и учитывая воздействие абиотических факторов на численность и распределение криля, пришел к выводу, что его регуляторная деятельность ограничивается недостатком данных о прошлом и настоящем экосистемы Антарктики, о действительной роли криля на разных этапах жизненных циклов его консументов и т. п. В условиях дефицита информации о состоянии экосистемы и воздействии на нее промысла АНТКОМ перешел к регулированию промысла криля с использованием предосторожного подхода, используя искусственный элемент – критерии предосторожности, выведенные путем моделирования, предположений и допущений. Критерии предосторожности как условно расчетные величины обозначены как соответствующие определенному состоянию ресурса криля и его хищников, которые размножаются на суше (кержеленских котиков и пингвинов), наиболее уязвимых к локальному воздействию промысла. Эти величины могут использоваться как ориентир вредности или безопасности для экосистемы и ее основных элементов того или иного действия, шага, уровня вылова и пр.

Для снижения потенциального воздействия промысла на хищников, которые размножаются на суше, АНТКОМ распределил пороговый уровень вылова криля для АЧА (620 тыс. т) на квоты по подрайонам. Промысел криля продолжает развиваться, достигнутый максимум за последние три года – 294 тыс. т (47 % от порогового уровня АНТКОМ). При существующей тенденции к росту вылова пороговый уровень вылова криля будет достигнут примерно через 5 лет. При этом, несмотря на то, что до настоящего времени не получено никаких достоверных данных о влиянии промысла на численность подносимого в подрайоны криля и на численность его потребителей за все годы его промысла, АНТКОМ, когда промысел достигнет порогового уровня вылова в АЧА (620 тыс. т), намерен рекомендовать государствам-участникам Комиссии принять Мэру по сохранению, которая допустит рост вылова до уровня пересчитанного ОДУ (1,3 млн. т), но раздробит районы лова на более мелкие участки (SSMU). При этом планируется распределить квоты вылова таким образом, чтобы основной вылов был получен на мористых участках. Существует мнение, что это снизит рентабельность промысла.

В связи с повышенной ледовитостью, которая отмечается в последние годы в подрайоне 48.2, флот концентрируется в подрайоне 48.1 (Антарктический полуостров), быстро исчерпывает квоту и затем простаивает, ожидая улучшения ледовой обстановки в подрайоне 48.2. Это нарушает устой-

чивость промысла. Необходима новая Мера по сохранению, позволяющая оперативно увеличивать квоту в подрайоне, свободном ото льда, при закрытии льдом другого подрайона.

Сегодня АНТКОМ считается признанным пионером в разработке и применении ЭПР. Однако реализация управления промыслом криля на основе ЭПР в целом оказалось весьма сложной задачей, и сейчас, спустя более трех десятилетий с момента создания АНТКОМ, можно констатировать, что реальное воплощение такого подхода в Антарктике все еще под вопросом. Ожидаемое в будущем развитие международного промысла криля должно основываться на результатах морских исследований, для интенсификации которых, возможно, понадобится международная кооперация. Такое развитие должно быть обеспечено надлежащими гарантиями добровольного участия государств, ведущих промысел в зоне АНТКОМ [54]. Считается, что будущее развитие промысла должно стать реальным испытанием экосистемного подхода АНТКОМ как модели управления рыболовством в XXI веке [69].

В настоящее время международный промысел криля в АЧА является наиболее сильным элементом антропогенного воздействия на этот участок экосистемы Антарктики, но его роль и значимость все еще неизвестны. Вместе с тем ресурсы криля существенно недоиспользуются, и его промысел имеет все перспективы для развития. Однако увеличение количества промысловых судов, в том числе оборудованных для технологии непрерывного траления, и достижение порогового уровня вылова поставит перед членами Комиссии вопрос о способах дальнейшего регулирования промысла на основе имеющегося опыта. В этой ситуации не исключено и обращение отдельных членов Комиссии к положениям Статьи IX Конвенции АНТКОМ, п. 6 (с), которые предусматривают возможность непринятия, полностью или частично, вновь принятой Меры по сохранению. Сумеет ли АНТКОМ совместить интересы сохранения экосистемы и развития промысла – этот вопрос остается открытым.

В заключение, рассматривая неудавшиеся попытки АНТКОМ применить ЭПР, можно привести мнение В. Шунтова (2013) о данной проблеме: «Управление биологическими ресурсами морей и (Тихого – прим. ред.) океана на экосистемной основе является нереальной задачей и сейчас, и в предвидимом будущем. Это физически невозможно из-за масштабности их макроэкосистем, а также в связи с недостаточностью знаний об их функционировании. Но накопленные к настоящему времени данные и представления уже продвинули экологические понимания в сторону комплексного экосистемного мировоззрения» [45].

Подытоживая вышесказанное, в случае когда мировые потребности в криле возрастут, когда промысел достигнет уровня, воздействующего на экосистему, когда он затем превратится в постоянно действующую основную силу, влияющую на экосистему, можно предположить, что в определенном регионе Антарктики сформируется особый экологический режим – «локальная промысловая экосистема», в которой основную роль среди прочих потребителей криля станет играть человек.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Андряшев А.П.* Батипелагические рыбы Антарктики. Семейство Mусторhidae // Исслед. фауны морей. I (IX) / Результаты биологических исследований Советских антарктических экспедиций (1955-1958 гг.). – М.-Л.: АН СССР, 1962. – Т. 1. – С. 216-294.
2. *Андряшев А.П.* Обзор фауны рыб Антарктики // Исслед. фауны морей. II (X) / Результаты биологических исследований Советских антарктических экспедиций (1955-1958 гг.). – М.-Л.: Наука, 1964. – Т. 2. – С. 335-386.
3. *Антарктический криль.* Биология и промысел // Сб. АтлантНИРО. – Калининград, 1965. – 92 с.
4. *АНТКОМ – Подход к управлению* / под ред. К.-Г. Коха. – 2000. – URL: <https://www.ccamlr.org/ru/node/74412> (дата обращения 23.02.2016).
5. *Бабаян В.К.* Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО, 2000. – 193 с.
6. *Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н.* Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб. – М.: ВНИРО, 1983. – 154 с.

7. Бибик В.А., Брянцев В.А. Прогноз успешности промысла антарктического криля, основанный на гео- и гелиофизических предпосылках // Рыбное хозяйство Украины. – 2007. – № 3/4 (50, 51). – С. 10-12.
8. Бибик В.А., Жук Н.Н. Сырьевая база антарктического криля и прогноз успешности его промысла в атлантической части Антарктики на примере 2008 года // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2009. – Т. 47. – С. 170-189.
9. Бибик В.А., Нигар В.И. Состояние сырьевой базы криля в подрайонах 48.2 и 48.3 (Антарктический сектор Атлантики) в 2002-2004 гг. // Рыбное хозяйство Украины. – 2004. – № 6/35. – С. 6-10.
10. Булатов О.А., Котенев Б.Н. Перспективы экосистемного управления промыслом // Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: проблемы и перспективы : тез. докл. Всерос. науч. конф. – М.: ВНИРО, 2012. – С. 10-11.
11. Волков А.А., Бекяшев К.А. Морское и рыболовное право. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 456 с.
12. Герасимчук В.В. Характеристика антарктической серебрянки *Pleuragramma antarcticum* Boulenger (Nototheniidae) из залива Олаф-Прюдс (море Содружества, Антарктика) с дополнениями к диагнозу вида // Вопросы ихтиологии. – 1986. – Т. 26, вып. 4. – С. 585-592.
13. Глубоковский М.К., Глубоков А.И., Орлов А.М., Петров А.Ф., Бизиков В.А. Международное рыболовство – интересы России. – М.: ВНИРО, 2013. – 260 с.
14. Дементьева Т.В. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 240 с.
15. Дементьева Т.Ф., Земская К.А. Оценка запасов промысловых рыб и прогнозирование уловов. Цикличность процессов атмосферной циркуляции как основа промысловых прогнозов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 33-37.
16. Добромислов В.Н., Масленников В.В. О межгодовой и многолетней изменчивости распространения льда в Атлантическом секторе Антарктики. – Антарктика, 1979. – Т. 18. – С. 113-117.
17. Жук Н.Н., Корзун Ю.В. Результаты работы РКТ-С «Море Содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г. // Украинский Антарктический журнал. – 2014. – № 13. – С. 140-158.
18. Жук Н.Н. Промысловые и биологические показатели антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в марте-мае 2006 г. // Украинский Антарктический журнал. – 2011-2012. – № 10-11. – С. 201-211.
19. Жук Н.Н. Эксплуатация антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла в водах Антарктики (район 48) в осенне-зимний период 2004 г. // Украинский Антарктический журнал. – 2013. – № 12. – С. 238-257.
20. Ивашин М.В. Крупномасштабный пелагический промысел китов в Мировом океане в 1970-1980-х годах // Морские млекопитающие. – М.: Наука, 1984. – С. 40-61.
21. Касаткина С.М., Шнар В.А., Бережинский О.В. Оценка переноса криля течениями как важный фактор в управлении его в море Скотия // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2004-2005 годах. – Калининград, 2007. – Т. 1. – С. 46-58.
22. Котенев Б.Н. Экосистемная стратегия оценки биоресурсов Мирового океана: мировой вылов и резервы сырьевой базы // Мировой океан. – М.: ВИНТИ, 2001. – Вып. 2. – С. 69-88.
23. Любимова Т.Г. Биологические ресурсы Южного океана // Биологические ресурсы океана. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 206-218.
24. Любимова Т.Г., Шуст К.В. Оценка уровня потребления антарктического криля основными группами консументов / Биологические ресурсы антарктического криля // Труды ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1980. – С. 203-224.
25. Любимова Т.Г., Шуст К.В. Итоги изучения рыбных ресурсов Южного океана // Комплексные рыбохозяйственные исследования ВНИРО в Мировом океане : сб. науч. ст. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 19-42.
26. Масленников В.В. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики. – М.: ВНИРО, 2003. – 295 с.
27. Масленников В.В., Артамонова К.В., Духова Л.А. Временной и пространственный спектр колебаний общей продуктивности вод Антарктического циркумполярного пояса // Труды ВНИРО. – 2014. – Т. 152. – С. 133-145.
28. Мельников А.В., Григорьев О.В. Общая характеристика методов, способов и моделей теории управления запасами и рыболовством // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – Вып. 3. – С. 157-163.

29. Мельников В.Н., Мельников А.В., Юсупов Р.А. О достоверности оценки запасов промысловых рыб по результатам учетных и промысловых съемок // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2005. – № 3 (26). – С. 9-16.
30. Методические рекомендации по разработке комплексного прогноза развития рыбного хозяйства СССР. – М.: Мин-во РХ СССР, 1986. – 52 с.
31. Методы оценки запасов и прогнозирования уловов рыб // Труды ВНИРО. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – Т. 62. – 319 с.
32. Михалев Ю.А. Киты Южного полушария: биология, промысел, перспективы восстановления популяции. – Одесса, 2008. – 328 с.
33. Неелов А.В., Смирнов И.С., Гаврило М.В. Отечественным исследованиям экосистем Антарктики – 50 лет // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2007. – № 76. – С. 113-130.
34. Неелов А.В., Смирнов И.С. Результаты исследований донной фауны, проведенных в 22 рейсе РТМА «Эврика» в 1987 г. // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблема рационального использования : тез. докл. III Всесоюз. совещ. (г. Керчь, 16-18 апреля 1991 г.). – М., 1991. – С. 108-111.
35. Промысловое описание района острова Южная Георгия. – М.: ГУНИО МО, 1987. – С. 17-19.
36. Промысловое описание моря Космонавтов / ред. Дубинец Г.А. – М.: ГУНИО МО для МРХ СССР, 1990. – 80 с.
37. Рябчикова Н.А., Брянцев В.А., Мензин А.Б., Сыроватко Н.А. Динамические предпосылки образования промысловых скоплений криля в Индоокеанском секторе Антарктики // Вопр. промысл. океанологии Мирового океана : тез. докл. V Всесоюз. конф. (г. Калининград, 23-25 окт. 1979 г.). – Калининград, 1979. – С. 182-183.
38. Самышев Э.З. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. – М.: Наука, 1991. – 168 с.
39. Сборник законодательных актов зарубежных государств по вопросам режима прибрежных вод, в 2-х частях. – М.: МРХ СССР, ЦНИИтаИРХ, 1980. – а) Ч. 1. – 235 с.; б) Ч. 2. – 133 с.
40. Сологуб Д.О. Распределение размерно-возрастных групп и горизонтальные миграции антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики // Актуальные проблемы планктонологии: тез. докл. II Междунар. конф. (г. Светлогорск, 14-18 сентября 2015). – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 79-80.
41. Филин А.А. Реализация экосистемного подхода к управлению биоресурсами Баренцева моря. – Владивосток: ТИНРО, 2004. – Т. 137. – С. 67-76.
42. Фролкина Ж.А. Экология и возможности промыслового использования шуковидной белокровки (*Champsoccephalus gunnari*, Channichthyidae) подрайона остров Южная Георгия : автореф. дис. канд. биол. наук. – Калининград: АтлантНИРО, 2002. – 22 с.
43. Фролкина Ж.А. Влияние антропогенного фактора на изменения в ихтиоценозе района острова Южная Георгия (Антарктика) // Известия КГТУ. – 2012. – № 24. – С. 119-126.
44. Царев В.Ф. Некоторые проблемы, тенденции и перспективы правового регулирования рыболовства в Мировом океане // Актуальные проблемы морского права и международного судоходства. – М.: ЦРИА, Морфлот, 1980. – С. 104-109.
45. Шунтов В.П., Темных О.С. Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими биологическими ресурсами // Известия ТИНРО. – 2013. – Т. 173. – С. 3-29.
46. Шуст К.В., Бизиков В.А. Изучение и промысловое освоение биологических ресурсов Антарктических вод // Вопросы рыболовства. – 2010. – Т. 11. – № 4 (44). – С. 765-779.
47. Aronson, R.B., Thatje, S., McClintock, J.B. and Hughes, K.A. Anthropogenic impacts on marine ecosystems in Antarctica // Annals of the New York Academy of Sciences (published online, 30 March 2011). – DOI: 10.1111/j.1749-6632.2010.05926.
48. Ainley, D., Russell, J., Jenouvrier, S., Woehler, E., Fraser, W.R., Kooyman, G.L. Antarctic penguin response to habitat change as Earth troposphere reaches above preindustrial levels // Ecological Monographs. – 2010. – 80. – Pp. 49-66.
49. Antarctic krill fisheries and rapid ecosystem change: the need for adaptive management ATME on climate change (Svolvær, Norway, April 6-9, 2010) / Information Paper Submitted by ASOC 1. – 11 p.
50. Atkinson, A., Nicol, S., Kawaguchi, S., Pakhomov, E., Quetin, L., Ross, R., Hill, S., Reiss, C., Siegel, V., Tarling, G. Fitting *Euphausia superba* into Southern Ocean food-web models: a review of data sources and their limitations // CCAMLR Science. – 2012. – 19. – Pp. 219-245.

51. *Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E., Rothery, P.* Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean // *Nature*. – 2004. – 432. – Pp. 100-103.
52. *Beamish, R.J., Rothschild, B.J. (eds.)*. The future of fisheries science in North America // *Fish and Fisheries*. – Netherlands: Springer Science+Business Media, 2009. – Ser. 31. – Pp. 736.
53. *Constable, A.J.* The ecosystem approach to managing fisheries: achieving // *CCAMLR Science*. – 2001. – Vol. 8. – Pp. 37-64.
54. *Constable, A.* Lessons from CCAMLR on the implementation of the ecosystem approach to managing fisheries // *Fish and Fisheries*. – 2011. – Vol. 12, No 2. – Pp. 138-151.
55. *Constable, A., Candy, S.* An ecosystem-based management procedure for krill fisheries: a method for determining spatially-structured catch limits to manage risk of significant localized fisheries impacts on predators. – 2015. – URL: <https://www.ccamlr.org/ru/wg-emm-15/36-0> (дата обращения 22.02.2016).
56. *Constable, A., Mare, W.K., Agnew, D.J., Everson, I. and Miller, D.* Managing fisheries to conserve the Antarctic marine ecosystem : Practical implementation of the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) // *ICES Journal of Marine Science*. – 2000. – 57. – Pp. 778-791.
57. *Constable, A., Nicol, S.* Defining smaller-scale management units to further develop the ecosystem approach in managing large-scale pelagic krill fisheries in Antarctica // *CCAMLR Science*, 2002. – Vol. 9. – Pp. 117-131.
58. *Constable, A., William, K. de la Mare, David, J. Agnew, Inigo Everson, and Denzil Miller.* Managing fisheries to conserve the Antarctic marine ecosystem : Practical implementation of the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) // *ICES Journal of Marine Science*. – 2000. – 57. – Pp. 778-791.
59. *Cury, P., Mullon, C., Garcia, S.M. and Shannon, L.* Viability theory for an ecosystem approach to fisheries // *Journal of Marine Science*. – 2005. – 62(3). – Pp. 577-584.
60. *Everson, I., de la Mare W. K.* Some thoughts on precautionary measures for the krill fishery // *CCAMLR Science*. – 1996. – Vol. 3. – Pp. 1-11.
61. *Everson, J.* The living resources of the Southern Ocean. – FAO, 1977. – 156 p.
62. *Fielding, S., Watkins, J.L., Cassio, A., Reiss, C., Watters, G., Calise, L., Skaret, G., Takao, Y., Zhao, X., Agnew, D., Ramm, D., Reid, K.* The ASAM 2010 assessment of krill biomass for area 48 from the Scotia Sea CCAMLR 2000 Synoptic Survey. – Document WG-EMM-11/20, 2010. – 10 p.
63. *Fisheries and aquaculture software* // FishStatJ – software for fishery statistical time series / FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 23 June 2015. [Cited 6 June 2016].
64. *Fisheries management. 2.* The ecosystem approach to fisheries FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. – FAO, Rome, 2003. – No 4. – Suppl. 2.
65. *Flores, H., van Franeker, J. A., Siegel, V., Haraldsson, M., Strass, V., Meesters, E. H., Wolff, W.J.* The association of Antarctic krill *Euphausia superba* with the under-ice habitat. *PLoS ONE*. – 2012. – 7(2). – URL: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0031775> (дата обращения 03.02.2016).
66. *Garcia, S.M. and Cochrane, K.L.* Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines // *ICES Journal of Marine Science*. – 2004. – Vol. 62, No 3. – Pp. 311-318.
67. *Garcia, S.M. and Rosenberg, A.A.* Food security and marine capture series: characteristics, trends, drivers and future perspectives // *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. – 2010. – 365. – Pp. 2869-2880. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (дата обращения 18.01.2016).
68. *Garcia, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G.* The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook // FAO Fisheries Technical Paper. – Rome: FAO, 2003. – No 443. – 71 p.
69. *Gascon, Virginia and Rodolfo Werner.* CCAMLR and Antarctic krill: ecosystem management around the great white continent // *Sustainable Development Law & Policy*. – 2006. – 14-16. – P. 80.
70. *Hall, S.J.* Managing fisheries within ecosystems: can the role of reference points be expanded? // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 1999. – 9. – Pp. 579-583.
71. *Hewitt, R.P., Demer, D.A., Emery, J.H.* An 8-year cycle in krill biomass density inferred from acoustic surveys conducted in the vicinity of the South Shetland Islands during the austral summers of 1991-1992 through 2001-2002 // *Aquatic Living Resources*. – 2003. – Vol. 16. – Pp. 205-213.
72. *Hewitt, R.P., Watters, G., Trathan, P.N., Croxall, J.P., Goebel, M.E., Ramm, D., Reid, K., Trivelpiece, W.Z., Watkins, J.L.* Options for allocating the precautionary catch limit of krill among small-scale management units in the Scotia Sea // *CCAMLR Science*. – 2004b. – Vol. 11. – Pp. 81-97.
73. *Hill, S.L., Murphy, E.J., Reid, K., Trathan, P.N., Constable, A.J.* Modelling Southern Ocean ecosystems: krill, the food-web and the impacts of harvesting // *Biological Reviews*. – 2006. – Vol. 81. – Pp. 581-608.

74. Hill, S.L. and Cannon, M. A potential feedback approach to ecosystem-based management: model predictive control of the Antarctic krill fishery // CCAMLR Science. – 2013. – Vol. 20. – Pp. 119-137.
75. <https://www.ccamlr.org/ru/ccamlr-xxxiii> (дата обращения 03.03.2016).
76. <https://www.ccamlr.org/ru/ccamlr-xxxiv> (дата обращения 24.02.2016).
77. <https://www.ccamlr.org/ru/sc-camlr-xxxiii/03> (дата обращения 18.02.2016).
78. <https://www.ccamlr.org/ru/sc-camlr-xxxiii/05> (дата обращения 01.03.2016).
79. <https://www.fao.org/ru> (дата обращения 07.03.2016).
80. <http://www.nafo.int/science/ea.html> (дата обращения 12.04.2016).
81. Huang, T., Sun, L., Stark, J., Wang, Y., Cheng, Z., Yang, Q., Sun, S. Relative changes in krill abundance inferred from Antarctic fur seal // PLoS One. – 2011. – 6(11): – DOI: 10.1371/journal.pone.0027331 (дата обращения 11.03.2016).
82. Johanson, J.M. The CCAMLR ecosystem approach to the management of marine harvesting : Unpublished Doctoral Dissertation. – Hobart: Institute of Antarctic and Southern Ocean Studies (IASOS), University of Tasmania, 1997. – URL: [eprints.utas.edu.au/15797](http://eprints.utas.edu.au/15797) (дата обращения 12.03.2016).
83. Kasatkina, S. and Shnar, V. Why does it necessary to consider krill flux for developing the feedback management strategy for krill fishery in the Area 48? – 2015. – URL: <https://www.ccamlr.org/ru> (дата обращения 12.03.2016).
84. Koен-Alonso Mariano. Some observations on the role of trophodynamic models for ecosystem approaches to fisheries // The Future of Fisheries Science in North America. – 2009. – Vol. 31 of the series Fish & Fisheries Series. – Pp. 185-207.
85. Litvinov, F.F., Sushin, V.A., Chernega, G.A. and Berezhin, O.A. The Soviet krill fishery in the Atlantic Sector of the Antarctic from 1977 to 1991: fishing effort distribution and interannual patterns // CCAMLR Science. – 2003. – Vol. 10. – Pp. 1-13.
86. Loeb, V., Siegel, V., Holm-Hansen, O., Hewitt, R., Fraser, W., Trivelpiece, E., Trivelpiece, S. Effects of sea-ice extent and krill or salp dominance on the Antarctic food web // Nature. – 1997. – Vol. 387. – Pp. 897-900.
87. Lows, R.M. Seals and whales of the Southern Ocean // Phill. Trans. R. Soc. – London, 1977. – Pp. 81-96.
88. Lynch, H.J., Naveen, R., Trathan, P.N., and Fagan, W.F. Spatially integrated assessment reveals widespread changes in penguin populations on the Antarctic Peninsula // Ecology. – 2012. – 93. – Pp. 1367-1377.
89. Management: model predictive control of the Antarctic krill fishery // CCAMLR Science. – 2013. – Vol. 20. – Pp. 119-137.
90. Murphy, E.J., Trathan, P.N., Watkins, J.L., Reid, K., Meredith, M.P., Forcada, J., Thorpe, S.E., Johnston, N.M., Rothery, P. Climatically driven fluctuations in Southern Ocean ecosystems // Proc. Biol Sci. – 2007. – 274(1629). – Pp. 3057-3067. – Published online 2007 Oct 17. – DOI: 10.1098/rspb.2007.1180 (дата обращения 29.01.2016).
91. Nguyen, T.V. Ecosystem-based fishery management: A review of concepts and ecological economic models // Journal of Ecosystems and Management. – 2012. – 13(2). – Pp. 1-14.
92. Nicol, S., Pauly, T., Bindoff, N.L., Wright, S., Thiele, D. Ocean circulation off east Antarctica affects ecosystem structure and sea-ice extent // Nature. – 2000. – Vol. 406. – Pp. 504-507.
93. Norton Jerrold, G. and Jaynet, E. Mason. Environmental influences on commercial fish landings locally and remotely forced environmental influences on California commercial fish and invertebrate landings. – CalCOFI. Rep., 2004. – Vol. 45. – Pp. 136-145.
94. Pequegnat, W.E. Whales, plankton and man // Sci. Amer. – 1958. – Pp. 84-90.
95. Plagányi, É.E. Models for an ecosystem approach to fisheries // FAO Fisheries Technical Paper. – Rome: FAO, 2007. – No 477. – 108 p.
96. Preston, G. The ecosystem approach to coastal fisheries and aquaculture in Pacific Island countries and territories / Part 1: A review of current status. Part 2: Principles and approaches for strategic implementation // TNC Pacific Island Countries Report no. 1/08. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community (SPC) and the Nature Conservancy (TNC), 2009. – 123 p.
97. Reid, K., John, P.Y. Arnould. The diet of Antarctic fur seals *Arctocephalus gazelle* // Polar Biol. – 1996. – 16. – Pp. 105-114.
98. Reid, K., Trathan, P.N., Croxall, J.P., Hill, H.J. Krill caught by predators and nets: differences between species and techniques // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1996. – Vol. 140, No 1-3. – Pp. 13-20. 234.
99. Reid, K., Watkins, J., Croxall, J., Murphy, E. Krill population dynamics at South Georgia 1991-1997, based on data from predators and nets // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1999. – Vol. 117. – Pp. 103-114.
100. Rochet, M.-J., Trenkel, V., Bellail, R., Coppin, F., Le Pape, O., Mahé, J.-C., Morin, J., Poulard, J.C., Schlaich, I., Souplet, A., Vérin, Y., and Bertrand, J.A. Combining indicator trends to assess ongoing changes in exploited fish

- communities: diagnostic of communities off the coasts of France // ICES Journal of Marine Science. – 2005. – 62. – Pp. 1647-1664.
101. *Rothschild, B.J., Beamish, R.J.* On the future of fisheries science // Fish & Fisheries. – Netherlands: Springer Science+Business Media, 2009. – Ser. 31. – Pp. 1-11.
102. *SC-CAMLRXXXIII/BG/34*. – URL: <https://www.ccamlr.org/en/sc-camlr-xxxiii/bg/34> (дата обращения 12.02.2016).
103. *Secretariat of the Pacific Community / Pacific Islands regional coastal fisheries management policy and strategic actions (Apia Policy) (2008-2013)*. – Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community, 2008. – 48 p. – URL: <http://www.spc.int> (дата обращения 12.02.2016).
104. *Sherman, K., and Duda, A.M.* An ecosystem approach to global assessment and management of coastal water // Marine Ecology Progress Series. – 1999. – 190. – Pp. 271-287.
105. *Springer, A.M., J.A. Estescet, G.B. van Vlietd, T.M., Williamse, D.F. Doake, E.M. Dannere, K.A. Forneyf, B. Pfisterg.* Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: an ongoing legacy of industrial whaling? (2003) // Proceedings of the National Academy of Sciences, published online. – URL: <http://www.academia.edu/25596579/> (дата обращения 10.02.2016).
106. *Szymon, S., Pakhomov, E.A., Pitcher, T.J., Hazen, E.L.* Effects of whaling on the structure of the Southern Ocean food web : insights on the «krill surplus» from ecosystem modelling. Published: December 17, 2014. – URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0114978> (дата обращения 12.03.2016).
107. *The ecosystem approach to fisheries management: high seas fisheries management and the Northwest Atlantic Fisheries Organization / Report prepared by Ms. Bethan O'Leary, University of York, UK.* – NAFO SCS Doc., 2008. – 08/2al. – No N5565. – 19 p.
108. *Warren, J.D., Jarrod, A.S., David, A.D.* Submesoscale distribution of Antarctic krill and its avian and pinniped predators before and after a near gale // Marine Biology. – 2009. – Vol. 156, No 3. – Pp. 479-491.
109. *Wesley, S. Patrick and Jason, S. Link.* Myths that continue to impede progress in ecosystem-based fisheries management // Fisheries. – 2015. – 40:14. – Pp. 155-160. – URL: <http://www.st.nmfs.noaa.gov/ecosystems/ebfm/ebfm-myths> (дата обращения 29.01.2016).
110. *WG-EMM-08/13* // <https://www.ccamlr.org/en/wg-emm-08/13> (дата обращения 29.01.2016).
111. *WG-SAM-08/15* // <https://www.ccamlr.org/ru/node/69466> (дата обращения 11.02.2016).
112. *WG-SAM-08/17* // <https://www.ccamlr.org/ru/node/69468> (дата обращения 14.02.2016).

Поступила 20.06.2016 г.

#### **On the CCALMR ecosystem approach to the Antarctic krill fisheries management (review).**

**N. N. Kukharev, Yu. V. Korzun, N. N. Zhuk.** *Current krill fisheries in the Antarctic is reviewed in the context of its direct anthropogenic influence on the ecosystem, but its effects have not been identified so far. Two stages in its development and management are identified. It is shown that the first stage of the Antarctic fish resources exploitation (1961-1982) covered the time span from the beginning of international fishing up to the creation of CCALMR. At the first stage, the USSR began extensive stock research studies (1961), trawl fishing, and Antarctic krill fisheries (1966-1973) in the Atlantic Antarctic and the Indian Ocean Antarctic. Starting from 1973, the vessels under the flags of Japan, Poland, Germany, the Republic of Korea, France, Chile, etc. joined the Soviet fishing. This stage is defined by the growth of unregulated and unrestricted fishing in the area, as flag states did not regulate fishing operations of their vessels. The highest trawl catches of marbled rockcod *Notothenia rossii* (400,000 tons in 1970) and Antarctic krill *Euphausia superba* (582,000 tons in 1982) were recorded during that period. From 1966 to 1982, 2.09 million tons of fish (notothens and white-blooded fish species) and 2.08 million tons of krill were totally caught in the Antarctic. It is noted that Antarctic fishing was developed simultaneously with whaling (1947-1987): about 1 million whale individuals were hunted in the area during this period. It is suggested that high-rate whaling was the most influential factor for the Antarctic ecosystem. Following the initiative of the states, participating in the Antarctic Treaty (1959) and concerned about anthropogenic influence on the Antarctic ecosystem, including rapid growth of krill catch, the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (the CCALMR Convention) was developed in 1980. The international organisation named Commission on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) was created on its basis in 1982. The second stage, from 1982 up to present days (2015), is defined as the beginning and development of regulatory activities of the Antarctic Commission that intended to regulate fishing operations in the Antarctic based on the ecosystem approach to fisheries management for the first time in the world practice. CCAMLR established the threshold krill catch limit at the level of 620,000 tons in the Atlantic Antarctic (FAO area 48), which makes up 1 % of the stock volume in the Atlantic*

Antarctic, assessed by CCALMR and equalling 60.3 million tons. It is estimated that krill catch at the threshold level will not harm the ecosystem. Modern krill catch is conducted according to the Olympic Creed. At the second stage, 1.327 million tons of fish and 5.821 million tons of krill were caught from 1983 to 2013. Average krill catches made up 244,000 tons, or 0.4 % of the stock in 2013-2015. Due to extremely low rates of annual krill catches as compared to its stock volumes in the area and due to the volumes of annual krill expatriation from adjacent areas to the areas of commercial fisheries and volumes of grazing by predators (catch share is estimated to be 1.6 % of the total consumption volume), CCALMR was unable to identify the evidence of both the impact exerted on the ecosystem components by fishing activities and the feedback, as required by the ecosystem approach to fisheries management. One of the reasons is the absence of survey data on more influential factors: changes in climate and currents force, ice coverage fluctuations, sea surface temperature increase, etc. In the context of data shortage, CCALMR had to take precautionary approach to krill catch management, using an artificial component: criteria of precaution, derived from simulations, speculations and assumptions. Aiming at lowering the level of prospective local impact of fishing on predators, CCALMR distributed the threshold krill catch level for the Atlantic Antarctic (620,000 tons) between the quotas for four sub-areas. In case the threshold catch limit (620,000 tons) in the Atlantic Antarctic is reached, CCALMR recommends to restrict catches by the member states to the volumes of re-evaluated TAC (1.3 million tons), but to allocate it to small-scale management units (SSMUs). For another thing, the main catch has to be obtained in the areas out at sea. It is estimated that catch cost efficiency will be significantly reduced that way. Currently, international krill catch in the Atlantic Antarctic is a crucial component of total anthropogenic impact on this part of the Antarctic ecosystem, but its importance for the ecosystem is still unknown. Simultaneously, krill stock is significantly underexploited, and expansion of its catches seems promising. However, the increase of fishing vessels number in the Atlantic Antarctic, including those equipped for uninterrupted trawling, will lead to not only reaching threshold catch level, but also TAC in the near future. The question, whether CCALMR will be able to reconcile the interests of ecosystem conservation and catches development, remains unanswered. Up to present, not a single state and not a single international organisation on fishing management took up the ecosystem approach to fisheries management. Today, CCALMR is considered to be a pioneer in ecosystem approach development and attempts of its application. However, its implementation appeared to be almost impossible under the condition of absence of multi-annual expeditionary ecosystem monitoring. Now, since three decades after the CCALMR creation, it has to be acknowledged that real implementation of this approach in the Antarctic still has not happened. Expected development of international krill catch should be based on the results of marine ecosystem studies, and it is possible that international cooperation will be crucial to facilitate them. It is expected that, in case of significant increase in world krill consumption, its catches can become a permanent and principal factor for the ecosystem impact in certain areas of the Antarctic. In this case, a distinctive ecological regime, or «local fisheries ecosystem», will develop, and the humans will become dominant krill consumers.

**Keywords:** *Euphausia superba*, krill fisheries, fishery organizations, CCALMR, Atlantic Antarctic, ecosystem monitoring, precautionary approach, ecosystem approach to fisheries management, environmental conditions, global warming, quota regulations, anthropogenic impact, predators, associated species, trophic chain, legal aspects, disputes, stock assessment, trawling

## О СОЗДАНИИ МОРСКОГО ОХРАНЯЕМОГО РАЙОНА (МОП) В РЕГИОНЕ МОРЯ РОССА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ АНТКОМ

Н. Н. Кухарев, *ст. н. с.*

Керченский филиал («Ю2НИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: kuharev\_n\_n@azniirkh.ru

В октябре 2016 г. на XXXV Сессии АНТКОМ государства-члены Антарктической Комиссии, приняв Мэру по сохранению 95-01 (2016) Морской охраняемый район в регионе моря Росса, согласились с тем, что акватория моря Росса с примыкающими с запада участками будет именоваться «Морским охраняемым районом в регионе моря Росса» (МОП). Море Росса было основным районом международного промысла антарктического клыкача, с ежегодным выловом около 3 тыс. т. Созданный так называемый «МОП» общей площадью 1,55 млн. кв. км (452 тыс. кв. миль) расположен в открытых водах Мирового океана и не будет находиться под управлением какого-либо государства. Этим он значительно отличается от существующих в настоящее время МОПов, созданных государствами в водах под их юрисдикцией. Предполагается, что регулирование антропогенной деятельности на акватории «МОПа» в море Росса будет осуществляться совместными усилиями государств-членов АНТКОМ. Созданию этого так называемого «МОПа» предшествовала длительная дискуссия, начавшаяся в 2011 г. Россия, Украина, КНР и Япония высказывались против создания МОПов в Антарктике под управлением конкретного государства, так как не существует научного обоснования для их создания, а передача МОПов под управление отдельного государства противоречит Конвенции ООН по морскому праву. Созданный вариант «МОПа», который будет управляться государствами-членами АНТКОМ в рамках международной организации, во многом является лишь условным понятием. В этом «МОПе» предусмотрено продолжение промысла клыкача, но на существенно ограниченной акватории. Виды и направления деятельности в нем определены Мэрой по сохранению 91-04 (2011) и носят в основном декларативный характер. Ее основу составляет охрана ареалов, районов, экологических сообществ, сохранение биоразнообразия и т. п., при этом упоминание угроз для них отсутствует. Но Антарктическая Конвенция не предусматривает деятельности государств-участников по охране акваторий и биоты, в том числе путем создания МОПов. Конвенция ООН по морскому праву также не наделяет государства в открытых водах Мирового океана правами по охране морской биоты. Таким образом, охрана и защита этого так называемого «МОПа» в общепринятом понимании этого термина невозможна в условиях открытых вод Мирового океана. Государства-члены Антарктической Комиссии, объявив район Антарктики «МОПом» и намереваясь каким-то образом его охранять и целенаправленно исследовать, тем самым вышли за пределы существующих определений МОПов, а также Антарктической Конвенции и Конвенции ООН по морскому праву. Возможно, обособленный этими государствами регион должен получить иное название, например, Антарктический район интенсивных исследований (*Antarctic area of intensive research, AAIR*). При этом нет оснований считать, что в такой акватории усилится научная деятельность государств-членов Антарктической Конвенции, так как в других ранее закрытых для промысла районах Антарктики этого не произошло. Предполагается, что создание такого «МОПа» в Антарктике во многом ориентировано на положительную реакцию международных неправительственных природоохранных организаций и заинтересованной мировой общественности. В случае реализации планов АНТКОМ по закрытию всей акватории Антарктики подобными «МОПами» существование Антарктической Комиссии как организации, регулирующей рыболовство, потеряет смысл.

**Ключевые слова:** морской охраняемый район (МОП), Мера по сохранению, Антарктика, АНТКОМ, биоразнообразие, биота, морские экосистемы, клыкач, морское законодательство, управление

## ВВЕДЕНИЕ

В октябре 2016 г. на XXXV Сессии АНТКОМ государства-члены Антарктической Комиссии приняли Меру по сохранению 91-05 (2016) МОРСКОЙ ОХРАНЯЕМЫЙ РАЙОН В РЕГИОНЕ МОРЯ РОССА. В соответствии с ее содержанием государства-члены АНТКОМ согласились, что акватория моря Росса и примыкающие с запада участки будут именоваться «Морским охраняемым районом» в регионе моря Росса. Это беспрецедентное событие не имеет аналогов в мировой практике деятельности государств в открытых водах Мирового океана.

Созданный таким способом МОР общей площадью 1,55 млн. кв. км, или 452 тыс. кв. миль, как по способу создания, так и по возможностям реализации на его акватории охранных и защитных мероприятий значительно отличается от существующих в настоящее время МОРов. Все они были созданы отдельными государствами, а не организацией, расположены в водах под юрисдикцией этих государств и ими же управляются. А МОР, провозглашенный АНТКОМ в 2016 г. в море Росса, расположен в открытых водах Мирового океана и не будет находиться под управлением какого-либо государства. Для ведения промысла оставлен участок в центральной части моря Росса (рис. 1) [8].

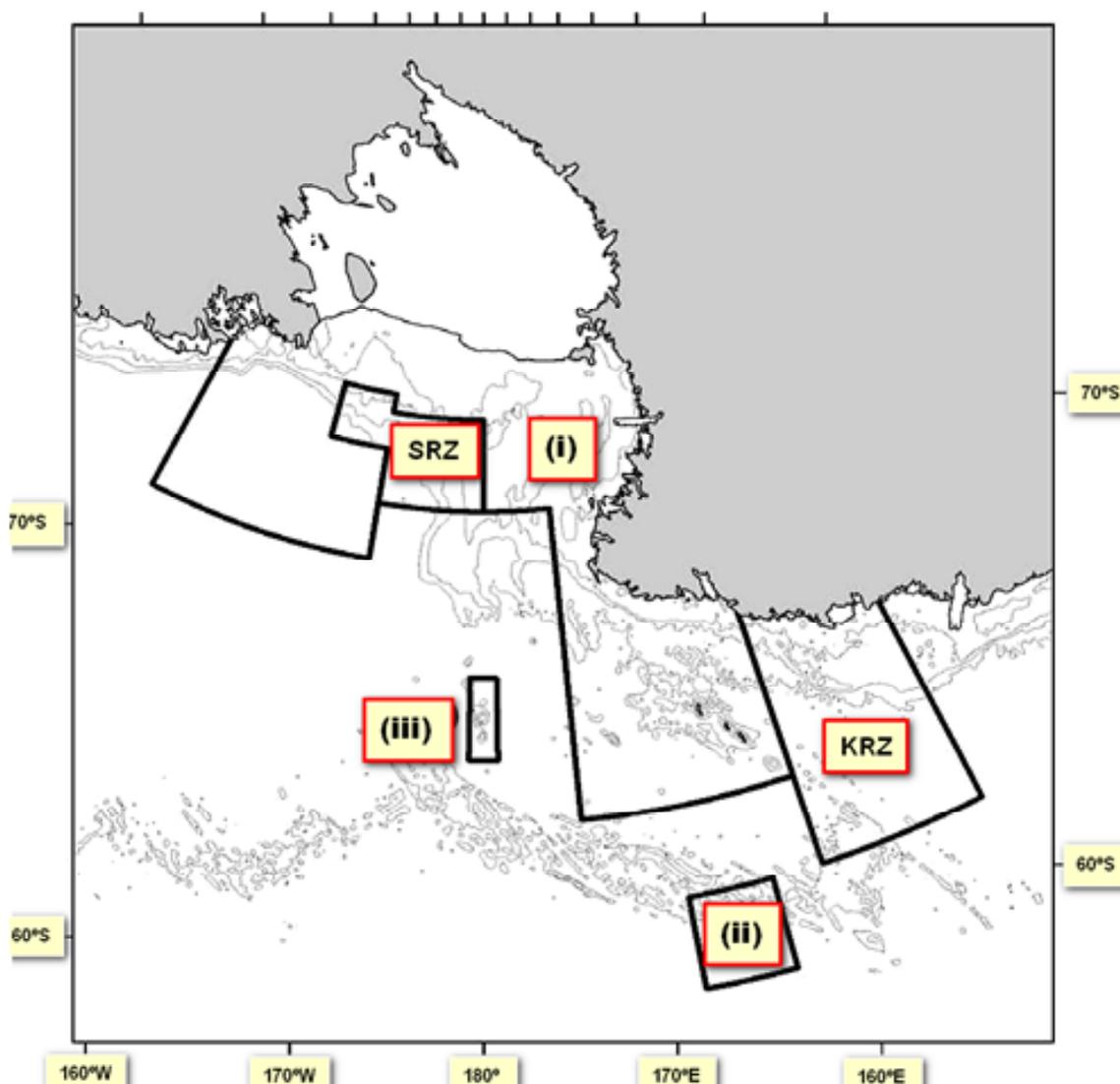


Рис. 1 Морской охраняемый район региона моря Росса включает границы Зоны общей охраны, состоящей из районов (i), (ii) и (iii), Зоны особых исследований (SRZ) и Зоны исследования криля (KRZ) [8]

Ранее, вплоть до сезона 2016/2017 гг., море Росса было основным районом промысла антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni*, с ежегодным выловом около 3 тыс. т. Промысел клыкача в море Росса осуществлялся на существенно большей акватории (рис. 2).

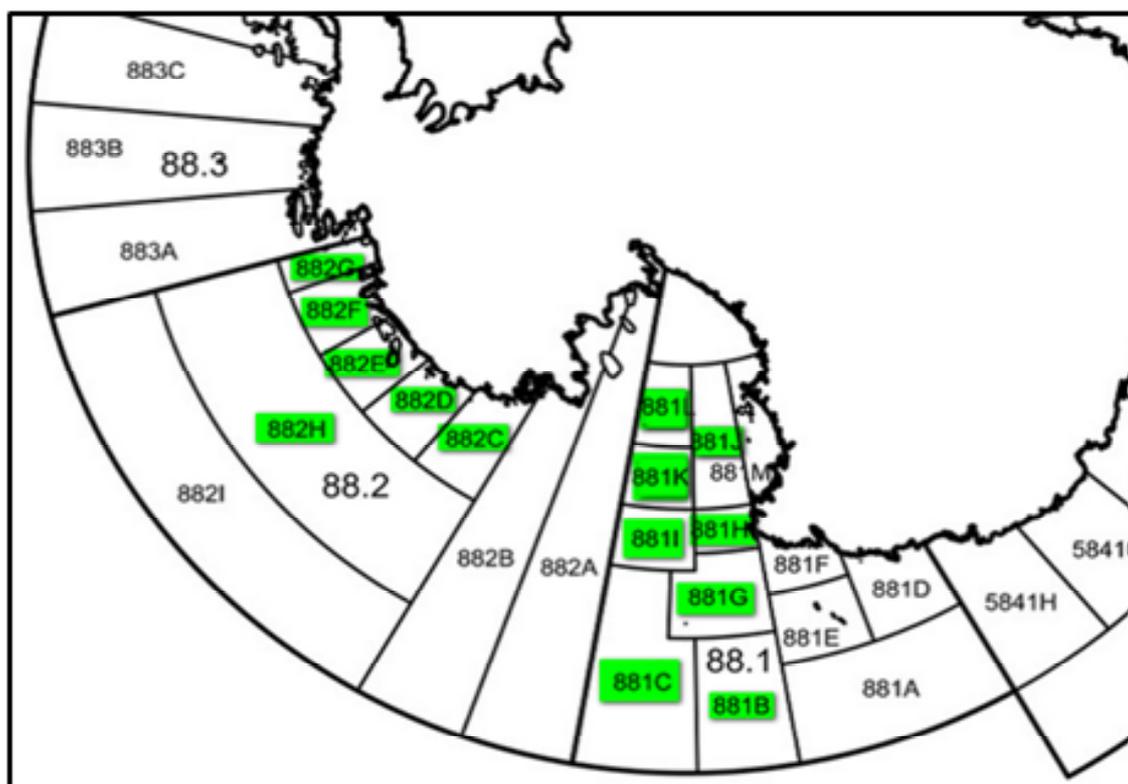


Рис. 2 Мелкомасштабные исследовательские единицы для промыслов в море Росса (88.1) и море Амундсена (88.2С, D, E, H). Зеленым обозначены участки, которые были открыты для промысла в сезон 2016/2017 гг. [8]

Регулирование исследовательской, промысловой и прочей деятельности на акватории этого «МОРа» в море Росса, как предполагается, будет осуществляться международной организацией – Антарктической Комиссией, иными словами – совместными усилиями входящих в нее государств. Направления этой деятельности обозначены в Мере по сохранению 91-04 (2011). В ней государства-члены АНТКОМ приняли на себя обязательства по созданию сети МОРов в Антарктике и достижению основной цели – сохранения в них биоразнообразия. Однако достижение этой цели усилиями государств, деятельность которых в открытых водах Мирового океана обусловлена положениями Конвенции ООН по морскому праву и Антарктической Конвенции, представляется крайне сомнительным.

### История создания МОРа в регионе моря Росса

В первой половине XX века семь государств (Австралия, Аргентина, Великобритания, Новая Зеландия, Норвегия, Франция, Чили) объявили о территориальных притязаниях на участки Антарктического континента. Договором об Антарктике (1959 г.) эти притязания были заморожены, но не отменены. Поэтому в начале 2000-х гг., после вступления в силу Конвенции ООН по морскому праву (1994 г.), некоторые из указанных выше государств начали подготовку документов с целью получения суверенных прав на участки континентального шельфа Антарктиды, примыкающие к их «антарктическим секторам». В частности, в 2004 г. Австралия направила в Комиссию ООН по континентальному шельфу заявку на антарктический шельф, примыкающий к «австралийскому антарктическому сектору». Эта заявка была отклонена по рекомендации Консультативных сторон Договора об Антарктике (КСДА), в основном усилиями России и США в связи с отсутствием признанных государственных территорий на Антарктическом материке [7, 9, 19, 20].

В дальнейшем Австралия, Новая Зеландия и ЮАР при поддержке Франции, Великобритании и США проявили большой интерес к решениям и рекомендациям Всемирной встречи по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002 г.). На ней были подтверждены и дополнены идеи Конференции ООН по устойчивому развитию «Рио-1992» в отношении сохранения биоразнообразия, в том числе в морской среде. На встрече в Йоханнесбурге было предложено создавать МОРы в открытых водах Мирового океана, в том числе и на антарктических районах [2]. Эти решения подарили государствам региона новую надежду на отторжение антарктических акваторий в свою пользу.

По данным Международного союза охраны природы, государства-участники встречи на высшем уровне в Йоханнесбурге, взявшие на себя обязательства по защите биоразнообразия на суше и в морской среде, по состоянию на 2016 г. организовали в водах под своей юрисдикцией 5880 МОРов, в которых обязались проводить экосистемные исследования. Однако нужно отметить, что в тот период в открытых водах Мирового океана МОРы не создавались [3-6].

Предложения по созданию МОРов в Антарктике впервые начали обсуждаться в августе-сентябре 2005 г. на семинаре АНТКОМ в США (Вашингтон, Сильвер Спринг), посвященном этому вопросу [9, 22]. На нем были озвучены предложения Австралии, Новой Зеландии, ЮАР и США о передаче под их управление обширных районов Антарктики, однако они не получили поддержки России и других государств-членов АНТКОМ. Позже, в 2007 г., государства Южного региона на XXX Сессии КСДА (Нью-Дели, Индия) в рамках Комитета по охране окружающей среды (КООС), работающего в структуре КСДА, предложили создать Особо охраняемые районы Антарктики (ASPA) с морскими компонентами. Предложения были отвергнуты Российской делегацией, указавшей, что управление антарктическими акваториями осуществляет только АНТКОМ. На этом Сессии КСДА поручил Антарктической Комиссии руководить вопросами создания МОРов в Антарктике.

В 2008 г. АНТКОМ, начав разработку вопроса создания МОРов в Антарктике, впервые определил 11 областей в качестве приоритетных для МОР. Критерием послужила выявленная в этих районах значительная природная неоднородность, что указывает на наличие высокого биоразнообразия. В 2009 г., на XXVIII сессии АНТКОМ, государства-члены приняли Мэру по сохранению 91-03 (2009) ОХРАНА ЮЖНОГО ШЕЛЬФА ЮЖНЫХ ОРКНЕЙСКИХ ОСТРОВОВ. В этой Мере небольшой район Антарктической части Атлантики, расположенный к югу от Южных Оркнейских островов (общей площадью 54 тыс. кв. миль), был назван Морским охраняемым районом, созданным в целях «... содействия сохранению морского биоразнообразия в Подрайоне 48.2» (ССАМЛР-XXVII, пп. 7.2 и 7.3). Ответственность за этот МОР взяла на себя Великобритания [8].

Никаких британских исследований в этом МОРе проведено не было.

В 2011 г. на XXX сессии АНТКОМ государства-члены приняли Мэру по сохранению 91-04 (2011) ОБЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОРСКИХ ОХРАНЯЕМЫХ РАЙОНОВ АНТКОМ. Эта Мера была разработана для обоснования деятельности АНТКОМ по подготовке программы создания репрезентативной системы морских охраняемых районов (МОРов). Заявленная цель – сохранение морского биоразнообразия в зоне действия Конвенции.

Инициатором создания этой программы являлась Международная неправительственная природоохранная организация «Альянс Антарктического Океана», которая предложила создать сеть морских охраняемых районов и закрытых для промысла морских заповедников в 19 конкретных районах вокруг Антарктики «ОБЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОР» [8].

Начиная с 2011 г., после принятия указанных выше Мер по сохранению, Научный комитет АНТКОМ активно продвигал на Сессиях Комиссии идею создания обширных МОР в регионе моря Росса, в Индоокеанском секторе и других районах Антарктики. При этом создаваемые в Антарктике МОРы должны были перейти под управление государств региона – Новой Зеландии, Австралии, а также Франции, Великобритании и других государств-членов АНТКОМ. В течение 2011-2016 гг. на Сессиях и рабочих группах АНТКОМ шла острая дискуссия по вопросам создания МОР в Антарктике. Планы АНТКОМ по введению МОРов исключали проведение их границ на основе биогеографического районирования и предполагали, что МОРы будут представлены прямоугольными участками. Об их величине говорит тот факт, что только проект МОРа в море Росса предполагал передать под управление Новой Зеландии около 1,5 млн. кв. км акватории этого моря и прилегающих с севера

участков, включая южный участок течения Западных Ветров. Это вызвало у ряда государств вполне обоснованные вопросы о научной целесообразности такого МОРа [7, 9].

Планы АНТКОМ по введению МОРов, как ожидалось, не должны были вызвать особого интереса у государств-членов Антарктической Комиссии. Закрытие районов промысла в зоне АНТКОМ давно стало обычной практикой государств-членов Комиссии по управлению промыслом. На момент начала дискуссии, с подачи Научного Комитета и с согласия всех государств-членов Антарктической Комиссии, в море Росса 7 подрайонов уже были закрыты для ведения промысла и научного наблюдения, что составило половину акватории моря Росса. Научный Комитет обосновал предложения по закрытию районов недостаточной изученностью запасов антарктического клыкача – основного объекта промысла. По состоянию на 2016 г. 6 подрайонов (88.1A, 88.1D, 88.1E, 88.1F, 88.2A и 88.2B) были закрыты в течение более восьми лет, а один подрайон (88.1M) – более пяти лет. В целом, с согласия государств-членов АНТКОМ к 2016 г. было закрыто для промысла около половины промысловых районов Антарктики. Поводом снова стал недостаток информации о состоянии запасов объектов промысла: ледяных рыб, нототений, клыкачей, антарктического криля.

Следует отметить, что закрытие или открытие районов для промысла находится в рамках регуляторной политики АНТКОМ и предусмотрено Антарктической Конвенцией. Однако при этом инициаторами закрытия районов для промысла не учитывалось, что в современных условиях именно промысел, регулируемый АНТКОМ и сопровождаемый научным наблюдением, и является на сегодняшний день основным источником информации для оценки запасов. Таким образом, о фактических причинах, по которым государства-члены АНТКОМ согласились на закрытие промысловых районов в Антарктике, остается только догадываться.

Необходимо особо отметить, что деятельность АНТКОМ по организации МОРов в Антарктике сопровождалась обширной информационной кампанией в прессе и на многочисленных интернет-сайтах, направленной на поддержку создания МОРов в Антарктике. Кампания была развернута такими неправительственными «зелеными» алармистскими организациями, как Антарктический Альянс (Antarctic and Southern Ocean Coalition, коалиция более 30 ведущих мировых организаций и фондов по защите дикой природы, в т. ч. IFAW, PEW, WWF, Greenpeace), а также Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) и прочими подобными экологическими организациями. При поддержке интернет-ресурсов в СМИ звучали призывы к мировому сообществу с просьбами и требованиями о поддержке создания МОРов в Антарктике, в частности в море Росса, под управлением государств региона. Шел сбор подписей под петициями в пользу спасения моря Росса путем немедленного закрытия и т. п. В отношении моря Росса большая часть постов представлена в одном ключе: это море содержит уникальный комплекс антарктической фауны и его необходимо закрыть для промысла и защитить путем создания обширного морского охраняемого района. Однако зачастую какая-либо научная аргументация этих действий отсутствует [11, 21, 22, 24, 27, 29, 30, 31, 33].

Дискуссии на Сессиях и Рабочих группах АНТКОМ показали, что Российская делегация, в целом не возражая против введения МОРов в Антарктике, настаивала на проведении предварительных обширных исследований тех элементов экосистемы, которые предполагается сохранять. Предполагалось найти баланс между рациональным использованием ресурсов и их изучением, как это сказано в Мере по сохранению 91-04. У российской делегации также были вопросы о технической возможности проведения исследований на огромных акваториях планируемых МОРов и о том, кто будет проводить такие исследования [7, 9].

Делегация Украины в 2012-2013 гг. неоднократно доводила до сведения государств-членов АНТКОМ информацию о правовой невозможности создания в Антарктике, как и в других районах открытых водах Мирового океана, МОРов под управлением какого-либо государства, так как это противоречит Конвенции ООН по морскому праву. Было отмечено, что контроль какого-либо государства над участками открытых вод Мирового океана может выполняться только после внесения изменений и дополнений в Конвенцию ООН по морскому праву [3-6, 14, 15].

Эти позиции стали основаниями для последовательного блокирования Россией, Украиной, Японией и КНР предложений АНТКОМ по созданию «МОРов» в море Росса и других районах Антарктики.

тики под управлением каких-либо государств. На XXXI и XXXII сессиях АНТКОМ (2012 и 2013 гг.), а также на Внеочередной сессии АНТКОМ в г. Бремерхафен (Германия, июль 2013 г.) делегации Новой Зеландии и США трижды представляли свой проект МОР в море Росса, но ни разу не получили консенсуса по этому предложению, несмотря на предпринятую корректировку его границ.

Рассматривая содержание предложений Научного Комитета и иных инициаторов АНТКОМ в отношении введения МОРов в Антарктике и ход дискуссий на Сессиях и рабочих группах АНТКОМ, нетрудно предположить, что истинная цель этих предложений и инициатив – под любыми предложениями прекратить международный промысел в Антарктике путем его последовательного закрытия в отдельных районах или участках, в том числе путем создания МОРов. В связи с тем, что принятие решений на Сессиях АНТКОМ происходит на основе консенсуса, открытие промысла на закрытых ранее участках, например, в районе 58 (Индоокеанский сектор Антарктики) маловероятно, так как он примыкает к району территориальных притязаний Австралии на Антарктическом материке, у берегов которого Австралия намерена объявить 200-мильную рыболовную зону [7, 9].

### **Создан ли МОР в Антарктике?**

Инициаторы создания МОРов в Антарктике, несомненно, учли очевидную невозможность их создания в открытых водах океана под управлением какого-либо государства в связи с тем, что это не предусмотрено Конвенцией ООН по морскому праву. Как известно, начиная с 2014 г., на площадке ООН обсуждаются вопросы внесения дополнений в указанную Конвенцию, позволяющих создавать МОРы в открытых водах Мирового океана под управлением какого-либо государства. Но даже сама постановка этих вопросов блокируется рядом государств, в том числе Российской Федерацией [14, 15]. Поэтому авторы Меры по сохранению 91-05 (2016) пошли по пути, рекомендованному ФАО, – именовать МОРами все акватории региональных рыбохозяйственных организаций (НАФО, НАФК и пр.), закрытые этими организациями для промысла в рамках его регулирования. Таким образом, инициаторы создания МОРов в Антарктике приняли решение предложить государствам-членам АНТКОМ назвать определенный регион моря Росса морским охраняемым районом (МОР, МРА, Marine Protected Area), ограничив при этом в нем промысел.

Характер и направление деятельности в таком так называемом «МОРе», созданном Мерой по сохранению 91-05 (2016), определены содержанием Меры по сохранению 91-04 (2011). В соответствии с этой Мерой, основу этой деятельности составляют те или иные направления охраны:

- (i) сохранение природной экологической структуры, динамики и функции во всем регионе моря Росса, на всех уровнях биологической организации путем охраны местообитаний, имеющих большое значение для местных млекопитающих, птиц, рыб и беспозвоночных;
- (iv) сохранение биоразнообразия посредством охраны репрезентативных частей бентической и пелагической морской среды в районах, по которым имеется меньше данных, для определения более конкретных целей охраны;
- (v) охрана крупномасштабных экосистемных процессов, определяющих продуктивность и функциональную целостность экосистемы;
- (vi) охрана основных мест распространения пелагических потребляемых видов, преобладающих в трофической сети;
- (vii) охрана основных ареалов кормодобывания наземных высших хищников или хищников, которые могут непосредственно конкурировать с промыслом за пищу;
- (viii) охрана прибрежных зон особого экологического значения;
- (ix) охрана районов, играющих важную роль в жизненном цикле антарктического клыкача;
- (x) охрана известных редких или уязвимых бентических местообитаний.

На этих положениях основана Мера по сохранению 91-05 (2016), которая их уточняет и дополняет, поясняя, с какими целями закрываемый для промысла регион получает наименование «МОР»:

«3. МОР создается для содействия достижению следующих конкретных целей в соответствии со Статьей II Конвенции АНТКОМ:

- (i) сохранение природной экологической структуры, динамики и функции во всем регионе моря Росса, на всех уровнях биологической организации путем охраны местообитаний, имеющих большое значение для местных млекопитающих, птиц, рыб и беспозвоночных;

- (ii) создание контрольных районов с целью мониторинга природной изменчивости и долгосрочных изменений, и в частности, Зоны особых исследований, где промысел ограничен, чтобы можно было лучше оценить экосистемные воздействия изменения климата и промысла, обеспечить другие возможности для расширения понимания морской экосистемы Антарктики...;
- (iii) содействие проведению исследований и другой научной деятельности (в т. ч. мониторинга), концентрирующихся на морских живых ресурсах;
- (iv) сохранение биоразнообразия посредством охраны репрезентативных частей бентической и пелагической морской среды в районах, по которым имеется меньше данных, для определения более конкретных целей охраны;
- (v) охрана крупномасштабных экосистемных процессов, определяющих продуктивность и функциональную целостность экосистемы;
- (vi) охрана основных мест распространения пелагических потребляемых видов, преобладающих в трофической сети;
- (vii) охрана основных ареалов кормодобывания наземных высших хищников или хищников, которые могут непосредственно конкурировать с промыслом за пищу;
- (viii) охрана прибрежных зон особого экологического значения;
- (ix) охрана районов, играющих важную роль в жизненном цикле антарктического клыкача;
- (x) охрана известных редких или уязвимых бентических местообитаний;
- (xi) содействие проведению исследований и расширению научного понимания криля, в т. ч. в зоне исследования криля на северо-западе региона моря Росса.

Обращает на себя внимание тот факт, что большая часть приведенных выше подпунктов п. 3 этой Меры по сохранению носят отчетливо декларативный характер: «(viii) охрана прибрежных зон особого экологического значения»; «(iii) содействие проведению исследований и другой научной деятельности...»; «(xi) содействие проведению исследований и расширению научного понимания криля...» и явно рассчитаны на восприятие не исследователями, а на создание информационного эффекта в мировых алармистских природоохранных СМИ.

Более того, выполнение некоторых подпунктов, например, «(i) сохранение природной экологической структуры, динамики и функции во всем регионе моря Росса...», «(v) охрана крупномасштабных экосистемных процессов...», «(vi) охрана основных мест распространения пелагических потребляемых видов...» «(x) охрана известных редких или уязвимых бентических местообитаний», «(ix) охрана районов, играющих важную роль в жизненном цикле антарктического клыкача» в принципе невозможно, так как упомянутые в них процессы не подвластны человеку ни сегодня, ни в отдаленном будущем. Причиной такого псевдонаучного подхода к обоснованию деятельности МОРы, скорее всего, является уверенность его авторов в том, что это лишь декларативное мероприятие, которое в полной мере не будет реализовано на практике.

Государства-члены Антарктической Комиссии, согласившись именовать часть акватории Антарктики «МОРОм», исходили из предположения, что этого достаточно для того, чтобы данная акватория действительно стала МОРОм. Однако, в соответствии с существующими определениями МОРОв, возникают проблемы с идентификацией упомянутого региона моря Росса в качестве такового.

Существует несколько формальных определений морских охраняемых районов, но наиболее широко используемым является определение МСОП (Международный союз охраны природы и природных ресурсов (IUCN, the International Union for Conservation of Nature), имеет статус наблюдателя при ООН) [27]: «МОРО – это четко определенное географическое пространство, признанное, выделенное и управляемое с помощью юридических или других эффективных средств для обеспечения долгосрочного сохранения природы с соответствующими экосистемными услугами и культурными ценностями». На сайте МСОП «Охрана планеты-океана» поясняется, что «морская охраняемая территория (МОРО) – это, по сути, пространство в океане, где деятельность человека регулируется более строго, чем окружающие воды – подобно паркам, которые мы имеем на суше. Этим местам предоставляется особая защита природных или исторических морских ресурсов государственными, территориальными, местными, региональными или национальными властями».

Национальное управление океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) указывает на современную многоплановость понятия МОР и отмечает, что термин «морская охраняемая территория» охватывает множество методов сохранения и управления. На сайте NOAA отмечено: «... На практике МОР являются «областями, в которых природные и/или культурные ресурсы получают большую защиту, чем окружающие воды». По мнению NOAA, общими для большинства МОР условиями являются консервационный фокус, уровень защиты, постоянство защиты, шкала защиты. Благодаря этим функциональным характеристикам можно составить точную картину того, почему был создан МОР, что он призван защищать, как он достигает этой защиты и как это может повлиять на местные экосистемы и местное использование человеком [16, 23, 26].

Определение АНТКОМ: «АНТКОМ признает, что термин «морской охраняемый район» (МОР) не имеет единого определения, но в общих чертах МОР представляет собой морской район, обеспечивающий охрану всех или части находящихся в нем природных ресурсов» [8].

Таким образом, несмотря на всю декларируемую в Мере по сохранению 91-04 (2011) вероятную деятельность на акватории так называемого «МОРа», это наименование, присвоенное каким-либо акваториям открытых вод Мирового океана, в том числе и водам Антарктики, в современных международно-правовых условиях остается только названием. Причина в том, что это название не может быть подкреплено какими-либо действиями, а именно: созданный в открытых водах Мирового океана так называемый «МОР» не может никем охраняться.

Из приведенных выше определений следует, что существование МОРов предполагает, прежде всего, возможность и необходимость их охраны и защиты. Русский термин «охрана» и английский «protection» подразумевают наличие комплекса мер, направленных на обнаружение и пресечение посягательств на установленный где-либо порядок. Такие меры присутствуют во всех приведенных выше определениях МОРа, которые указывают, что государство, формируя МОР на акватории под собственной юрисдикцией, устанавливает в нем определенный режим и защищает его узаконненными средствами принуждения [23, 26-28]. При этом содержание термина «охрана» не совпадает с термином Антарктической Конвенции «сохранение», на который опираются авторы создания так называемого «МОРа» в водах Антарктики.

В связи с тем, что так называемый «МОР» в регионе моря Росса находится в открытых водах Мирового океана и его охрана и защита невозможны в рамках указанных определений, «МОРОм» его можно считать только условно. Антарктическая Конвенция не содержит положений о возможности какой-либо охраны акваторий. Конвенция ООН по морскому праву также не наделяет ни государства, ни международные рыбохозяйственные организации, каковой является АНТКОМ, такими правами. То есть государства-участники Антарктической Конвенции, как и все остальные государства, в том числе участники других международных рыбохозяйственных организаций, не имеют правовых основ для охраны и защиты каких-либо акваторий в открытых водах Мирового океана. Использование государствами силовых методов исключено, так как эти воды находятся за пределами их юрисдикции.

Исходя из вышеизложенного следует, что регион моря Росса, который Мерой по сохранению 91-05 (2016) обособлен как «МОР», не может именоваться МОРОм в общепринятом понимании этого термина, так как его охрана и защита невозможны в условиях открытых вод Мирового океана. Поэтому такой регион мог бы получить иное название, например, Антарктический район интенсивных исследований (Antarctic area of intensive research, AAIR) и т. п.

Рассматривая указанные выше проблемы обособления акваторий открытых вод Мирового океана международными организациями, следует учесть, что в соответствии с принципами современного морского права межгосударственные соглашения и созданные на их основе международные организации не являются источниками права для остальных государств, не входящих в данную организацию. Таким образом, какие-либо решения, принятые государствами-членами международных организаций, действительны только для государств-членов, но не для остальных государств, не входящих в организацию. Поэтому наиболее авторитетные государства-члены международных организаций с целью давления на неприсоединившиеся государства для их принуждения к выполнению сво-

их решений обычно используют неправовые методы – свой международный авторитет и экономический потенциал. Очевидно, этого следует ожидать и в отношении государств, чьи суда будут на совершенно законных основаниях (на основе полученных национальных разрешений) осуществлять плавание и иную деятельность в акватории так называемого «МОРа», находящегося в акватории под управлением АНТКОМ [12].

Особого внимания заслуживают причины и обоснования создания так называемого «МОРа», которые изложены в преамбуле Меры по сохранению 91-05 (2016). В ней представлен обширный ряд аргументов, обстоятельств, мотивов, принципов, целей и задач, исходных установок и т. п., поясняющих принятие Меры по сохранению 91-05 и послуживших поводом для ее создания и т. п. [8]. В частности, исходной установкой для создания и принятия Меры по сохранению 91-05 обозначено сохранение и рациональное использование морских живых ресурсов Антарктики (ст. II Антарктической Конвенции), но текст самой Меры по сохранению 91-05 полностью противоречит смыслу и содержанию этой статьи. Использование морских живых ресурсов в море Росса после введения режима «МОРа» никак не может именоваться рациональным в условиях, когда для «направленного» промысла клыкача открыта лишь так называемая Зона особых исследований – участок в центральной части моря общей площадью 122,4 тыс. кв. миль, или около 22 % акватории моря Росса. При этом не вся открытая акватория пригодна для промысла. Район будущего промысла клыкача, оставленный в т. н. «МОРе», существенно сужен по сравнению с прошлым районом, при этом ориентировочный возможный вылов клыкача остается примерно на прежнем уровне (рис. 1). Концентрацию промысла этого вида в ограниченной акватории сложно отнести к примерам рационального использования морских живых ресурсов.

Кроме «направленного» промысла клыкача на ограниченном участке в Зоне особых исследований, в созданном т. н. «МОРе» предусмотрено проведение исследовательского промысла клыкача в Зоне общей охраны. При этом промысел должен регламентироваться Мерой по сохранению 24-01 (2013). Однако для достижения целей исследовательского промысла необходимо пересмотреть Меру по сохранению 21-02 (2016) и предусмотреть в ней достаточный уровень вылова клыкача.

Предположения авторов Преамбулы о том, что «создание МОР АНТКОМ может предоставить хорошие возможности для понимания экосистемных последствий изменения климата в отличие от последствий, вызванных промыслом», заведомо не могут быть реализованы. В настоящее время в море Росса ведется промысел антарктического клыкача с ежегодным общим выловом на уровне 3 тыс. т. Но пока не существует никаких убедительных методик, способных разделить воздействие промысла клыкача и природных факторов на экосистемы моря Росса, в основном в связи с весьма малыми объемами вылова клыкача по сравнению с его запасами, а также в связи с неизученными последствиями воздействия природных факторов на экосистемы.

Особый интерес вызывает утверждение авторов Преамбулы о том, что «...выделение зон обеспечивает механизм создания пространственно явных режимов управления, позволяющий добиться охраны и достичь научных целей...». Такое утверждение фактически перечеркивает всю предыдущую деятельность Научного комитета АНТКОМ по «достижению научных целей» в условиях отсутствия «пространственно явных режимов управления». Возникает вопрос: а как быть с «достижением научных целей» в районах Антарктики, еще не закрытых для промысла?

Реальны ли декларации, изложенные в Мере по сохранению 91-05 (2016), которые утверждают, что введение режима МОР в регионе моря Росса будет способствовать сохранению биоты и расширению исследований? В этом можно усомниться, учитывая, что произошедшее ранее закрытие для промысла половины промысловых районов зоны АНТКОМ не привело к интенсификации в них научной деятельности. Реализуются лишь единичные программы, под которые выделены достаточной величины квоты вылова клыкача.

В акваторию созданного Мерой по сохранению 91-05 (2016) так называемого «МОРа» включено почти все море Росса и некоторые прилегающие с севера и запада районы. Общая площадь этого «МОРа» (1,55 млн. кв. км, или 452 тыс. кв. миль) превосходит площадь каждого из таких морей, как Баренцево, Норвежское или Японское и равно площади Охотского моря. Эти моря, в которых ведется круглогодичный и довольно интенсивный промысел, обладают не менее уникальными экосисте-

мами и биоразнообразием, чем море Росса, и в них ведутся весьма обширные рыбохозяйственные исследования в интересах рационального рыболовства. Однако даже в этих давно исследуемых морях пока не могут быть реализованы мероприятия, сходные с теми, которые намечены в Мере по сохранению 91-05 (2016) в отношении сохранения и исследования экосистем в районе МОР в море Росса.

Примечательно, что в Мере по сохранению 91-05 среди целей создания МОР отсутствуют вопросы сохранения биоразнообразия, которые занимают важное место в Мере по сохранению 91-04 (2011). А ведь именно для его сохранения Конференция ООН «Рио-1992» и Всемирная Встреча в Йоханнесбурге (2002) предложили создавать не только заповедники на суше, но и морские охраняемые районы как в прибрежной зоне, так и в открытых водах Мирового океана [2]. Очевидно, авторы указанной Меры по сохранению учли, что в существующих работах лишь предположительно показаны будущие угрозы для биоразнообразия данного района и его морских живых ресурсов, в первую очередь от воздействия изменений климата и пр., однако для ликвидации этих угроз не предполагается превентивно закрывать промысел клыкача в море Росса [25, 29, 31, 32, 34].

В связи со слабой изученностью биоразнообразия в море Росса возникает вопрос: а что именно предполагается сохранять в этом море? Какова была и есть структура, состав и количественные характеристики биоразнообразия пелагиали, бентали и абиссали? Каким образом, не зная исходных данных, можно следить за изменениями основных характеристик биоразнообразия? Что мешало исследовать биоразнообразие до закрытия моря Росса для промысла?

В настоящее время не существует доказательств того, что в каких-либо районах открытых вод Мирового океана, в том числе и в море Росса, морские экосистемы с их биоразнообразием деградируют под воздействием изменений климата или промысла и т. п. и что эти процессы могут быть идентифицированы и раздельно отслежены при введении там МОР. Пока не существует ни научных технологий, ни надежных моделей для фрагментарного выявления подобных процессов и разделения последствий их воздействия на биоту (климат, промысел и т. п.).

Не существует и доказательств того, что, если на биоразнообразии пелагических и бентических сообществ природные процессы оказывают негативное воздействие, то оно прекратится при введении режима МОР. Очевидно также и то, что введение МОРов не предотвратит воздействие колебаний климата на биоту.

Как известно, Научный комитет АНТКОМ год за годом пытается обнаружить последствия воздействия промысла на какие-либо элементы морской экосистемы Антарктики и отделить их от природных процессов, влияющих на численность и запасы промысловых объектов, ассоциированных и сопутствующих видов. При этом не принимается во внимание существующий в настоящее время крайне низкий уровень объемов вылова и промыслового усилия в регионе. Это касается и ярусного промысла антарктического клыкача, и тралового промысла антарктического криля. Теперь для выявления последствий промысла предполагается использовать режим МОР. Но вероятнее всего, эта задача будет решена лишь в отдаленном будущем, с развитием промысла в Антарктике.

В этой связи уместно было бы отметить очевидную надуманность и полную антинаучность тезиса о самой возможности сохранения биоразнообразия в глубоководных районах открытых вод Мирового океана, в том числе и в море Росса, путем закрытия его для антропогенного воздействия либо ограничения такового. В настоящее время человечество не располагает возможностями такого радикального воздействия на бенталь и абиссаль, которое привело бы к необратимым последствиям или обеспечило бы их защиту. В этих условиях идея сохранения биоценозов бентали и абиссали не имеет смысла.

Море Росса исследуется довольно давно и успешно. Сделаны определенные выводы о его особенностях. Smith et al. (2007) назвали континентальный шельф моря Росса одним из наиболее интенсивно изучаемых регионов Антарктики [32]. Рассматривая трофические взаимодействия неритической цепи экосистемы моря Росса, авторы отметили, что его уникальность определяется тем, что в нем для его пищевой сети критически важна роль такого вида криля, как *Euphausia crystallorophias* (ледяной криль) и его взаимодействия с серебрянкой (*Pleuragramma antarcticum*). Это резко отличает экосистему моря Росса от остальной Антарктики, в которой основой пищевой цепи является антарктический криль *Euphausia superba*.

Ainley (2002) отмечает, что за последние 45 лет было вложено много междисциплинарного, международного научного труда в исследования геологии, физики и биологии моря Росса, а также его двух взаимосвязанных биотических систем: экосистемы шельфа и экосистемы материкового склона [18]. По его мнению, шельф моря Росса является последней крупной морской экосистемой на Земле (кроме моря Уэдделла и, возможно, Гудзонова залива на севере Канады), который избежал прямого антропогенного изменения. Акватория склона, которая потеряла в свое время большую часть усатых китов, по мнению автора, также свободна от воздействия человека. Автор выражает уверенность, что совместную деятельность США, Новой Зеландии и итальянской антарктической программы можно назвать моделью успешного международного научного сотрудничества и взаимодействия. Результатом этой деятельности является беспрецедентный набор биологических данных, собранных за большой период, аналогов которому нет нигде в Антарктике. С учетом этого возникает вопрос, что именно улучшится в системе антарктических исследований США, Новой Зеландии, Италии и др. после введения в море Росса так называемого «МОРа»?

В ряде публикаций отмечается, что научные исследования в море Росса были начаты 170 лет назад, а база данных по непрерывным наблюдениям ведется более 50 лет. Составлен внушительный список животных, птиц и рыб, которые населяют море Росса и популяции которых, по мнению авторов, находятся фактически в девственном состоянии. При этом каких-либо угроз биоте данного региона не зафиксировано [17, 21, 25, 29, 31, 33, 34]. Указанные выше и многие другие исследования моря Росса показывают, что для его уникальной системы не существует антропогенных угроз, от которых пытаются защитить этот регион. По мнению Thrush et al. (2006) и ряда других авторов, антропогенное воздействие в море Росса предельно минимально, а к факторам, реально воздействующим на его биоту и биоразнообразие, относят колебания уровня ледовитости акватории и количества айсбергов, постоянно «перепахивающих» дно в верхней части шельфа, высокую или низкую облачность и, соответственно, колебания доступности солнечного излучения для фотосинтеза.

В настоящее время в море Росса в качестве субъекта антропогенного воздействия на донные биоценозы выступает ярусный глубоководный промысел антарктического клыкача. Но такое воздействие не представляет угрозу биоте и биоразнообразию данного водоема. Промысел клыкача невелик: его ежегодный вылов, утверждаемый государствами-членами на ежегодных сессиях АНТКОМ, находится на уровне 3 тыс. т. Если исходить из оценок ВНИРО (2013 г.) и американских специалистов, в соответствии с которыми запас антарктического клыкача в море Уэдделла и в море Росса находится на уровне свыше 400 тыс. т, то вылов клыкача в море Росса на уровне 3 тыс. т в год не угрожает запасу [10, 13]. О каком-либо реальном воздействии донных ярусов на бентосные организмы можно будет определенно говорить только после проведения направленных исследований. Проводимая в настоящее время Антарктической Комиссией борьба с приловом на яруса индикаторных организмов уязвимых морских экосистем (УМЭ, Vulnerable marine ecosystems) носит демонстративный характер и не имеет под собой научного обоснования [8].

Остается невыясненным, почему авторами Мер по сохранению 91-04 (2011) и 91-05 (2016) для большего противодействия предполагаемому антропогенному влиянию в регионе моря Росса не использованы в полной степени положения Мадридского протокола (1991 г.). В 1991 г. Консультативными сторонами Договора об Антарктике (КСДА), содержащими в Антарктике полярные станции и проводящими исследования, был разработан Мадридский протокол как всеобъемлющий документ, направленный на предотвращение антропогенного загрязнения сухопутной и морской среды обитания Антарктики, как ответ на возрастающие угрозы расширения антропогенной деятельности в Антарктике. Протокол дополнил и развил положения Конвенции о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (1980 г.).

Мадридский протокол вступил в силу в 1998 г. По состоянию на май 2015 г. к нему присоединились 38 государств. Российская Федерация ратифицировала Мадридский протокол Федеральным Законом от 24 мая 1997 г. «О ратификации Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике» № 79-ФЗ.

Статья 2 Мадридского протокола: «Стороны берут на себя ответственность за всеобъемлющую охрану окружающей среды Антарктики и зависящих от нее и связанных с ней экосистем и настоя-

щим определяют Антарктику в качестве природного заповедника, предназначенного для мира и науки» вполне отвечает целям и намерениям авторов идеи создания так называемых «МОРов» в Антарктике, но не предполагает прекращение промысла в ее водах.

Исходя из вышеизложенного, следует признать, что государства-члены АНТКОМ, приняв на XXXV Сессии Мере по сохранению 91-05 (2016) МОРСКОЙ ОХРАНЯЕМЫЙ РАЙОН В РЕГИОНЕ МОРЯ РОССА, вышли за пределы положений, очерченных Антарктической Конвенцией, которые четко направлены на сохранение морских живых ресурсов и их рациональное использование. В таком случае деятельность группы государств в открытых водах Мирового океана, каковыми являются воды Антарктики, следует рассматривать с позиций Конвенции ООН по морскому праву. Однако эта Конвенция также ориентирована и направлена на организацию управления биологическими и иными ресурсами океана. Она не предусматривает какой-либо деятельности государств и их объединений по сохранению биоразнообразия в открытых водах Мирового океана, каковыми являются воды Антарктики. Тем более, Конвенция ООН не предусматривает ограничений и запретов промысла в таких акваториях в целях сохранения биоразнообразия.

Все, что Антарктическая Конвенция позволяет делать государствам, ее подписавшим, – вырабатывать и принимать по рекомендации Научного комитета АНТКОМ регуляторные документы (Меры по сохранению), управляющие промыслом в водах Антарктики, в том числе и временно закрывающие промысел на определенной акватории. Указанное действие прописано в Мере по сохранению 91-05 (2016). В так называемом «МОРе» закрыто для промысла 72 % акватории моря Росса, а режим МОР установлен сроком на 35 лет. Но был ли смысл именовать обычный закрытый для промысла район МОРом, если он в силу своего расположения в открытых водах Мирового океана не может никем охраняться и защищаться, как это необходимо для поддержания режима МОР?

Таким образом, вызывает сомнение возможность применения принятой Меры по сохранению 91-05 (2016) МОРСКОЙ ОХРАНЯЕМЫЙ РАЙОН В РЕГИОНЕ МОРЯ РОССА в зоне АНТКОМ в рамках Антарктической Конвенции, так как она находится за пределами ее положений. Принятая Мера по сохранению 91-05 не соответствует и положениям Конвенции ООН по морскому праву. Фактически государства-члены АНТКОМ, выйдя за рамки подписанной ими Антарктической Конвенции и созданной ими организации, отторгли район открытых вод Мирового океана для каких-то собственных целей (создания МОР, отслеживания изменений климата, сохранения биоразнообразия и т. п.).

Намереваясь каким-то образом охранять созданный так называемый «МОР» в открытых водах Мирового океана, государства-члены АНТКОМ стали на путь прямого нарушения положений Конвенции ООН по морскому праву, говорящих о том, что открытые воды Мирового океана открыты для рыболовства. Этот факт не могут не заметить государства, не подписавшие Антарктическую Конвенцию. Поэтому можно предположить, что промысел в так называемом «МОР», совершенно законный при наличии выданного этими государствами разрешения, будет, несомненно, продолжен.

Чего же добились авторы Меры по сохранению 91-05 (2016), получив согласие государств-членов АНТКОМ обозначить закрытый для промысла регион моря Росса «морским охраняемым районом»? Изменена география промысла клыкача в море Росса, район промысла значительно сужен. При этом открыт для промысла небольшой участок в подрайоне 88.2А, в течение ряда лет закрытый для промысла. Величина квоты вылова осталась прежней, но рассчитанной на значительно большую площадь. Это может привести к существенному повышению концентрации промыслового усилия на ограниченном участке и негативно повлиять на запас клыкача на его акватории, так как клыкач мало мигрирует в период нагула.

Очевидно, останутся неизменными маршруты и график работы судов, обеспечивающих полярные станции в море Росса. В этот регион может значительно увеличиться поток самостоятельных и никем не контролируемых туристов, привлеченных рассказами СМИ об уникальной экосистеме моря [12].

Необходимо признать, что вся многолетняя деятельность АНТКОМ вокруг создания МОР связана, скорее, с некими желаниями и устремлениями лиц, работающих в Научном комитете АНТКОМ,

реализовать шумные и звучные, но научно необоснованные призывы указанных выше конференций по окружающей среде и развитию, направленные на сохранение биоты. Принятие Меры по сохранению 91-05 (2016) в большей степени рассчитано на внешний эффект и вызвано очевидным желанием государств-членов АНТКОМ «поработать на публику», то есть поддержать многочисленные «зеленые» экологические неправительственные организации в их попытках «защитить» Антарктику. Эти сторонники экологического алармизма, доминирующие в ООН и в западных СМИ, активно продвигают на конференциях ООН по окружающей среде и развитию ничем не обоснованные обвинения человечества во всех проблемах планеты и антинаучные, но громко звучащие природоохранные идеи, в том числе идею борьбы человечества с глобальным потеплением, идею предотвращения развития озоновых дыр антропогенными усилиями и т. п. К подобным вопросам относится и идея сохранения биоразнообразия в Мировом океане путем создания МОРов. На распространение этих идей тратятся средства, которые могли бы быть использованы для реальных исследований экологических проблем планеты.

Об уровне аргументов в пользу создания МОРа в море Росса можно судить по заявлениям, звучащим на пресс-конференции, посвященной итогам встречи послов 24 стран-членов АНТКОМ, которая прошла в Москве 9 июня 2016 г. [1]:

«Море Росса имеет огромное значение для сохранения жизни на нашей планете...».

«Придать морю Росса охраняемый статус важно по многим причинам: это даст возможность сохранить биоразнообразие в регионе, а также предотвратить последствия глобального потепления».

«Мы слишком много вылавливаем рыбы, слишком сильно загрязняем регион, происходит окисление воды».

«Льюис Пью, британский пловец-экстремал, в феврале 2015 г. совершил серию рекордных заплывов в водах Антарктики, чтобы привлечь внимание мировой общественности к бедственной ситуации в морях Антарктики, к которой приводят загрязнения и чрезмерный вылов рыбы...».

Согласие государств-членов АНТКОМ на введение режима МОР в регионе моря Росса и резкое ограничение акватории, где разрешен промысел, воспринято многими мировыми СМИ как большое достижение в создании МОРа в открытых водах Мирового океана. Выражается надежда, что уникальная биота моря Росса и его биоразнообразие будет сохранено, а АНТКОМ организует подобные МОРы в Восточной Антарктике и в море Уэддела [35].

Можно предположить, что истинной целью создания так называемого МОР в море Росса является давнее желание государств региона, а также государств, имеющих заморские территории в зоне АНТКОМ, вытеснить рыболовный флот иных государств из Антарктики. В связи с этим трудно рассчитывать, что заинтересованным государствам-членам АНТКОМ удастся путем голосования открыть для промысла закрытые ранее с их согласия районы 48 и 58, расположенные в зоне притязаний ряда государств региона. Но совершенно очевидно, что большую часть моря Росса государства-члены АНТКОМ навсегда закрыли для собственного промысла, точнее, для промысла государств, не относящихся к антарктическому региону.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Принятая на XXXV Сессии АНТКОМ Мера по сохранению 91-05 (2016) МОРСКОЙ ОХРАНЯЕМЫЙ РАЙОН В РЕГИОНЕ МОРЯ РОССА не соответствует целям и задачам Антарктической Конвенции и положениям Конвенции ООН по морскому праву. Его охрана и защита как комплекс мер, направленных на обнаружение и пресечение посягательств на установленный порядок, предусмотренная существующими определениями МОРов, невозможна в открытых водах Мирового океана в рамках указанных Конвенций. В связи с этим можно только условно считать выделенный регион Антарктики МОРом. Фактически же государства-члены АНТКОМ, выйдя за рамки подписанной ими Антарктической Конвенции и созданной ими организации, отторгли район открытых вод Мирового океана для каких-то собственных целей (создания МОР, отслеживания изменений климата, сохранения биоразнообразия и т. п.). При этом на большей части этого района промысел запрещен и этот запрет никак не обосновывается, что полностью противоречит регуляторным положениям Антарктической Конвенции.

Таким образом, намереваясь каким-то образом охранять и защищать созданный так называемый «МОР» в открытых водах Мирового океана, государства-члены АНТКОМ стали на путь прямого нарушения положений Конвенции ООН по морскому праву, говорящих о том, что открытые воды Мирового океана открыты для рыболовства. Этот факт не могут не заметить государства, не подписавшие Антарктическую Конвенцию.

Инициаторы создания так называемого «МОРА», присвоив это наименование очередному закрытому для промысла району моря Росса и получив на это согласие государств-членов Антарктической Комиссии, ничего принципиально нового не предложили. В предыдущие годы многие районы зоны АНТКОМ были закрыты по инициативе и при обосновании Научного комитета и с согласия всех государств-членов АНТКОМ. Так что закрытие для промысла еще одной акватории Антарктики, неважно под каким предлогом, вполне вписывается в сложившуюся политику государств-членов АНТКОМ, которая ведет к постепенному закрытию для промысла всей Антарктики.

Предполагается, что регион, обособленный государствами-членами Антарктической Комиссии в виде так называемого «МОРА», учитывая, что в нем не могут быть реализованы мероприятия по охране и защите, обязательные для МОРов, мог бы получить иное название, например, Антарктический район интенсивных исследований (Antarctic area of intensive research, AAIR). Но промысел в таком районе должен быть продолжен.

Вместе с тем вполне вероятно, что в будущем инициаторы создания так называемого «МОРА» в регионе моря Росса предложат именовать данным термином все ранее закрытые для промысла районы Антарктики. Это вполне соответствует планам создания МОР, опубликованным на сайте АНТКОМ. В них предполагается покрыть подобными «МОРАми» всю Антарктику. Если государства-члены АНТКОМ это реализуют, огромная биологическая продуктивность Антарктики и ее биоресурсы станут фактически недоступными для той части человечества, которая населяет государства-члены Антарктической Комиссии, чем, несомненно, воспользуются другие государства.

В таком случае существование Антарктической Комиссии как организации, регулирующей рыболовство в открытых водах Мирового океана, с точки зрения Конвенции ООН по морскому праву, потеряет смысл для ее участников в связи с отсутствием промысла и дискредитацией идеи рационального использования морских живых ресурсов региона. При этом Конвенция ООН по морскому праву не предусматривает создание и существование в открытых водах Мирового океана международных организаций, имеющих целью сохранение экосистем, биоразнообразия и пр. и ограничивающих тем самым промысел.

Поэтому в случае полного закрытия для рационального использования акватории Антарктики возможным последствием станет самороспуск АНТКОМ и создание заинтересованными государствами новой рыбохозяйственной организации в Антарктике, ориентированной на рациональное использование ее биоресурсов, что совсем не противоречит Конвенции ООН по морскому праву.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Итоги встречи послов стран-членов АНТКОМ*. Пресс-конференция 10 июня 2016. – URL: <http://pressmia.ru/pressclub/20160610/951049923.html> (дата обращения 25.03.2017).
2. *Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию*. Принята на Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию (Йоханнесбург, Южная Африка, 26 августа-4 сентября 2002 года) // Документы ООН. – URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/decl\\_wssd.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml). (дата обращения 10.03.2017).
3. *Кухарев Н.Н.* Могут ли быть созданы морские охраняемые районы в открытых водах Мирового океана? // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VIII Междунар. конф. (г. Керчь, 26-27 июня 2013 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 95-111.
4. *Кухарев Н.Н.* О правовых возможностях создания морских охраняемых районов в открытых водах Мирового океана, в том числе в Антарктике // Мониторинг состояния природной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций : матер. I Междунар. науч.-практ. конф. (к.п. Нарочь, 26-29 мая 2014 г.). – Минск: Экоперспектива, 2014. – С. 121-126.
5. *Кухарев Н.Н.* Об отсутствии правовых возможностей для создания морских охраняемых районов в открытых водах Мирового океана, в том числе в Антарктике. – Бремерхафен, 2013. – URL: <http://www.ccamlr.org/ru/ccamlr-sm-ii/bg/10> (дата обращения 01.03.2017).

6. *Кухарев Н.Н., Жук Н.Н., Зайцев А.К., Корзун Ю.В., Парамонов В.В., Пшеничнов Л.К., Ребик С.Т., Слипко И.А., Тимохин И.Г., Троценко Б.Г.* Основные факторы, определяющие доступность сырьевой базы Мирового океана для украинского рыболовства // Тр. ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – Т. 53. – С. 58-77.
7. *Лукин В.В.* Большая политика на Крайнем Юге // Россия в глобальной политике. – 2014. – № 6. – URL: <http://www.globalaffairs.ru/number/Antarktika-i-voprosy-miroustroistva-17205> (дата обращения 23.03.2017).
8. *Об АНТКОМ* // CCAMLR. Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики. – URL: <https://www.ccamlr.org/ru/organisation/home-page> (дата обращения 30.03.2017).
9. *Петров А.Ф., Шуст К.В., Урюпова Е.Ф., Бекяшев К.А.* Правовой режим морских охраняемых районов в Антарктике // Международное право. – 2014. – № 6(73). – URL: [https://www.eurasialaw.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6288:2014-07-23-11-44-19&catid=557:2017-03-14-14-06-29&Itemid=821&limitstart=2](https://www.eurasialaw.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=6288:2014-07-23-11-44-19&catid=557:2017-03-14-14-06-29&Itemid=821&limitstart=2) (дата обращения 02.03.2017).
10. *Петров А.Ф.* О состоянии изученности биоресурсов Антарктики, их статусе и промысловом освоении // Известия ТИНРО. – 2016. – Т. 184. – С. 41-53.
11. *Что такое морские охраняемые районы* и почему их необходимо поддерживать // По: ShareAmerica (Подключайся к Америке). 2 сентября 2016. – URL: <https://share.america.gov/ru/что-такое-морские-охраняемые-районы> (дата обращения 02.04.2017).
12. *Южный полюс и Антарктида.* Полярные туры. – URL: <http://neizvestnaya-planeta.ru/polar/antarctica/ortelius/expedition-in-the-ross-sea-32-days/#schedule> (дата обращения 07.03.2017).
13. *Промысловый запас антарктического клыкача* / Доклад И.И. Гордеева на коллоквиуме лаборатории Арктики и Антарктики ВНИРО 13 июня 2013 г. – URL: [https://www.fishnet.ru/news/syrievaya\\_baza/33784.html](https://www.fishnet.ru/news/syrievaya_baza/33784.html) (дата обращения 16.03.2017).
14. *Создание морских заповедников* продвигают на площадке ООН // Fishnews. Новости. 04.04.2017. – URL: <http://fishnews.ru/news/28364> (дата обращения 04.04.2017).
15. *Морские заповедники остаются причиной разногласий* // Fishnews. Новости. 11.04.2017. – URL: <http://fishnews.ru/news/30955> (дата обращения 11.04.2017).
16. *Advanced Antarctica: The Ross Sea* by Rolf Stange Expert story. – URL: [http://www.marineprotectedareas.noaa.gov/pdf/helpful/resources/factsheets/mpa\\_classification\\_may2011.pdf](http://www.marineprotectedareas.noaa.gov/pdf/helpful/resources/factsheets/mpa_classification_may2011.pdf) (дата обращения 14.03.2017).
17. *Agardy, T., Bridgewater, P., Crosby, M.P., Day, J., Dayton, P.K., Kenchington, R., Laffoley, D., McConney, P., Murray, P.A., Parks, J.E., Peau, L.* // Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems. – 2003. – URL: <http://scrippsolars.ucsd.edu/pdayton/content/dangerous-targets-unresolved-issues-and-ideological-clashes-around-marine-protected-areas>. (дата обращения 14.03.2017).
18. *Ainley, D.G.* The Ross Sea, Antarctica, where all ecosystem processes still remain for study, but maybe not for long // Marine Ornithology [Mar. Ornithol.]. – 2002. – Vol. 30, No 2. – P. 55-62. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/228349321\\_A\\_history\\_of\\_the\\_exploitation\\_of\\_the\\_Ross\\_Sea\\_Antartica](https://www.researchgate.net/publication/228349321_A_history_of_the_exploitation_of_the_Ross_Sea_Antartica) (дата обращения 08.03.2017).
19. *Antarctic and Southern Ocean Coalition.* – URL: <http://www.asoc.org/index.php> (дата обращения 18.03.2017).
20. *Australia's national interests in the Antarctic Region: What is important?* // Indo-Pacific strategic papers. March 2016. – URL: <http://www.defence.gov.au/adc/publications/publications.html> (дата обращения 20.03.2017).
21. *Ballerini Tosca, Giacomo Tavecchia, Francesco Pezzo, Stéphanie Jenouvrier, and Silvia Olmastroni.* Predicting responses of the Adélie penguin population of Edmonson Point to future sea ice changes in the Ross Sea // Front. Ecol. Evol. – 2015. – URL: <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00008><http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fevo.2015.00008/full> (дата обращения 04.03.2017).
22. *CCAMLR Workshop on Marine Protected Areas.* Приложение 7. Отчет семинара АНТКОМ по морским охраняемым районам (Силвер Спринг, Мэриленд, США, 29 августа-1 сентября 2005 г.). – URL: <https://www.ccamlr.org/en/system/files/e-sc-xxiv-a7.pdf> (дата обращения 01.04.2017).
23. *Definition & Classification System for U.S. Marine Protected Areas.* NOAA Ocean Service. – URL: [http://marineprotectedareas.noaa.gov/pdf/helpful-resources/factsheets/mpa\\_classification\\_may2011.pdf](http://marineprotectedareas.noaa.gov/pdf/helpful-resources/factsheets/mpa_classification_may2011.pdf) (дата обращения 17.03.2017).
24. *Halpern, B.S., S. Walbridge, K.A. Selkoe, C.B. Kappel, F. Micheli, C. D'Agrosa, J.F. Bruno, K.S. Casey, C. Ebert, H.E. Fox, R. Fujita, D. Heinemann, H.S. Lenihan, E.M.P. Madin, M.T. Perry, E.R. Selig, M. Spalding, R. Steneck & R. Watson.* A global map of human impact on marine ecosystems // Science. – 2008. – Vol. 319. – P. 948-951.
25. *MacDiarmid, A., Stewart, R.* Ross Sea and Balleny Islands biodiversity: routine observations and opportunistic sampling of biota made during a geophysical survey to the Ross Sea in 2006 // New Zealand Aquatic Environment

- and Biodiversity Report. – 2015. – No 153. – 97 p. – URL: <https://www.mpi.govt.nz/document-vault/7638> (дата обращения 13.03.2017).
26. *Marine Protected Area (MPA)*. Summaries of globally relevant systems to identify areas of importance for biodiversity. – URL: <http://biodiversitya-z.org/content/marine-protected-area-mpa> (дата обращения 30.03.2017).
  27. *Marine Protected Areas: A fundamental tool for long-term ocean biodiversity protection and sustainable management* International Union for Conservation of Nature. – 2013. – URL: [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/wcpa\\_statement\\_long\\_term\\_mpas\\_final\\_formatted\\_3.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/wcpa_statement_long_term_mpas_final_formatted_3.pdf) (дата обращения 11.03.2017).
  28. *Parry, M., Tierney, M., Wood, L., Stanwell-Smith, D., Northen, K., Abdulla, A., Corrigan, C., Gassner, P. & Fletcher, L.* Review of international Marine Protected Area seabed monitoring and assessment of 'good practice' to inform application within UK waters // JNCC Report No 460. – 2012. – URL: [http://jncc.defra.gov.uk/pdf/jncc460\\_Web.pdf](http://jncc.defra.gov.uk/pdf/jncc460_Web.pdf) (дата обращения 22.03.2017).
  29. *Pinones, Maria Andrea.* Ross Sea Ice: A Climate Anomaly Explained // Yale Climate & Energy Institute. – 2016. – URL: <http://climate.yale.edu/perspectives/ross-sea-ice-climate-anomaly-explained> (дата обращения 06.03.2017).
  30. *Slezak Michael.* World's largest marine park created in Ross Sea in Antarctica in landmark deal. – 2016. – URL: <https://www.theguardian.com/world/2016/oct/28/worlds-largest-marine-park-created-in-ross-sea-in-antarctica-in-landmark-deal> (дата обращения 04.03.2017).
  31. *Smith, W.O. Jr., Sedwick, P.N., Arrigo, K.R., Ainley, D.G., Orsi, A.H.* The Ross Sea in a sea of change // Oceanography. – 2012. – 25. – P. 90-103. – URL: [http://tos.org/oceanography/assets/docs/25-3\\_smith\\_w.pdf](http://tos.org/oceanography/assets/docs/25-3_smith_w.pdf) (дата обращения 11.03.2017).
  32. *Smith, Walker O., Ainley, David G., Cattaneo-Vietti, Riccardo.* Trophic interactions within the Ross Sea continental shelf ecosystem // Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences. – 2007. – Vol. 362, No 1477. – P. 95-111. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1764832/> (дата обращения 14.03.2017).
  33. *The Ross Sea: A Refuge for Marine Life and for Science* // Antarctic and Southern Ocean Coalition. Ross Sea Preservation. – 2016. – URL: <http://www.asoc.org/advocacy/marine-protected-areas/ross-sea-preservation#sthash.> (дата обращения 02.04.2017).
  34. *Thrush, S., Dayton, P., Cattaneo-Vietti, R., Chiantore, M., Cummings, V., Andrew, N., Hawes, I., Kim, S., Kvitek, R., Schwarz, A.M.* Broad-scale factors influencing the biodiversity of coastal benthic communities of the Ross Sea // Deep-Sea Research. Part II. Topical Studies in Oceanography. – 2006. – 53. – P. 959-971. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967064506000804> (дата обращения 29.03.2017).
  35. *Victory!* World's largest marine protected area established off Antarctica! // Blogpost by Willie Mackenzie. 28 October, 2016. – URL: <http://www.greenpeace.org/international/en/news/Blogs/makingwaves/victory-massive-new-ocean-sanctuary-establish/blog/57859/> (дата обращения 22.03.2017).

Поступила 10.03.2017 г.

**On establishment of a Marine Protected Area (MPA) in the Ross Sea region under the CCAMLR management.** N. N. Kukharev. *On October, 2016, at the 35th Session of CCAMLR, the member states of the Antarctic Commission adopted Conservation Measure 95-01 (2016) and agreed on the creation of a marine protected area (MPA) in the region of the Ross Sea and the adjacent areas westwards. The total area of the created MPA makes up 1.55 million sq. km or 452 thousand sq. mi. This area is located in high seas of the World Ocean and is not controlled by any state, which distinguishes this MPA from the other ones, currently existing in the waters under the jurisdiction of a number of states. It is expected that regulation of anthropogenic impact in the MPA area of the Ross Sea will be carried out by joint efforts of the CCAMLR member states. A prolonged discussion on this MPA creation started in 2011. As it progressed, Russia, Ukraine, China and Japan opposed to creation of MPAs in the Antarctic, justifying that there is no scientific rationale for their creation and it is not allowed by the United Nations Convention on the Law of the Sea to place MPAs under the control of any state. A proposed alternative MPA model, which will be managed by an international organization, is still mostly provisional, despite its adoption by the CCAMLR member states. Nature of activities in such an MPA is defined by Conservation Measure 91-04 (2011) and is mostly of a proclamation approach. Various conservation trends for distribution areas, habitats, biocenoses, biodiversity, etc. serve as a basis of these activities. However, the Antarctic Convention does not expect such an activity from the member states, including the creation of MPAs. As well as the United Nations Convention on the Law of the Sea does not grant the states in high seas of the World Ocean the rights for marine resources conservation. Thus, the Antarctic Commission member states, claiming this Antarctic region to be an MPA and intending to protect it, went beyond the authority of the Antarctic Convention and the United Nations Convention on the Law of the Sea. It is allowed to continue*

*toothfish fisheries in the created MPA, but in a significantly limited area. There is no reason to count on intensification of scientific activities of the Antarctic Convention member states, because it did not happen in the other Antarctic regions, which are now off-limits to fisheries. It is noted that primary proponents for MPAs creation and the states that supported that decision, pronounced their aims to protect living resources and ecosystems, while there is no hazard to either of them. It is reckoned that creation of such MPAs is mostly targeted at positive responses from international non-governmental organizations and global community. In case of CCAMLR plans implementation to cover all the Antarctic area with MPAs, existence of the Antarctic Commission as an organization regulating fisheries will lose its meaning.*

**Keywords:** marine protected area (MPA), Conservation Measure, Antarctic, CCAMLR, international organizations, fishery organizations, biodiversity, marine living resources, marine ecosystems, toothfish, fishery management

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗМЕРНОГО СОСТАВА УЛОВОВ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ *EUPHAUSIA SUPERBA* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРУДИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ЛОВА

Ю. В. Корзун, *ст. н. с.*

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: korzun\_y\_v@azniirkh.ru

*Современный промысел антарктического криля осуществляется в Атлантическом секторе Антарктики традиционными методами с использованием разноглубинных оттер- и бим-тралов или по технологии непрерывного лова. Размер ячеи в мешке у этих орудий лова варьирует от 11 до 20 мм. При такой изменчивости размеров ячеи, вероятно, имеет место селективность сетей. На промысловых участках отмечается пространственная и временная изменчивость размеров криля, которая может скрывать различия в селективных свойствах орудий лова, в том числе и селективность размеров ячеи в мешках. При одинаковом размере ячеи (14 мм) в мешках при традиционной и непрерывной технологиях промысла разница средних размеров криля в уловах была незначительной, а при размере ячеи 14, 16 и 20 мм – статистически достоверной. При увеличении размера ячеи в траловом мешке численность мелкого криля в уловах уменьшалась, а доля особей модальных классов возрастала. Вероятно, имеют место различия в селективных свойствах траловых мешков с размером ячеи 14, 16 и 20 мм относительно размеров антарктического криля. Однако пробы рачков, отобранные для рыбохозяйственных целей из различных промысловых орудий лова, могут рассматриваться как идентичные друг другу и объединяться в единую выборку для дальнейших исследований.*

**Ключевые слова:** статистический анализ, селективность орудий лова, технологии лова криля, длина тела, улов на усилие

### ВВЕДЕНИЕ

Антарктический криль *Euphausia superba* обладает не только наибольшей численностью и биомассой среди антарктических эвфаузиид, но и является одним из самых крупных видов этих рачков [11], достигающих длины 61 мм и веса 1,9 г (персональное сообщение Жука Н.Н.). Наблюдается пространственная и временная изменчивость размерного состава криля в пределах его ареала и на участках промысла [2, 7]. Данные о размерном составе криля используются для определения его возраста по годовым размерным классам [3, 16, 19, 20], а также при оценке пригодности сырья для выпуска различной продукции, поскольку с увеличением размеров криля возрастает доля выхода мяса из рачков, процент жира и уменьшается относительное количество влаги в их теле [2].

Современный промысел криля осуществляется в Атлантическом секторе Антарктики традиционными методами с использованием разноглубинных оттер- и бим-тралов или по технологии непрерывного лова [5, 9]. Размер ячеи в мешке у этих орудий лова варьирует от 11 до 20 мм [12]. При такой изменчивости размера ячеи в мешке, очевидно, имеет место селективность сетей к размерному составу рачков в уловах.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

По данным Корзуна Ю.В. и Жука Н.Н. [6], в период с 20 апреля по 17 мая 2014 г. при промысле криля в проливе Брансфилд на участке с координатами 62°52'-63°45' ю. ш., 58°24'-60°33' з. д. (табл. 1) применяли бим-трал с вертикальным и горизонтальным раскрытием 25 и 18 м, соответственно [14].

Таблица 1

### Характеристики участков лова в проливе Брансфилд [6]

Тип мешка	Дата	Координаты	Глубина лова, м	Глубина места, м	Кол-во тралений, шт.
Бимтрал	20.04-06.05	62°52'-63°35' ю. ш. 58°25'-60°24' з. д.	9-217/38,4*	110-1050/503,8	66
Канатный трал 74/600 м	06-17.05	63°04'-63°45' ю. ш. 58°24'-60°33' з. д.	15-310/54,4	40-830/290,6	66

\* Мин.-макс./средняя

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. При облове скоплений криля бим-тралом было отмечено, что накопление улова в мешке не пропорционально времени траления. Поэтому предположили, что по мере заполнения его 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. Однако подобная картина не отмечается при тралениях канатным крилевым тралом проекта 74/600 м. Анализируя конструктивные параметры бим-трала и имеющегося на борту судна канатного трала 74/600 м, пришли к выводу, что габаритные размеры этих тралов и мешков практически одинаковы. Тем не менее, были заметные различия по размеру ячее в сетной части траловых мешков. Размеры ячее конусной и цилиндрической частей в прочных сетных каркасах и в мелкочечной оболочке мешка трала 74/600 м были больше, чем таковые у мешка бим-трала (табл. 2).

Таблица 2

### Сравнительная характеристика траловых мешков [14]

Тип мешка	Коническая часть			Цилиндрическая часть			Общая длина, м	Построен фирмой
	Длина, м	Размер ячее, мм	Диаметр нитки, мм	Длина, м	Размер ячее, мм	Диаметр нитки, мм		
Бим-трал	24	80/16	4,5	24	80/16	5,5	48	Ltd «Egersuwd» Норвегия
Канатный трал 74/600 м	22	120/24	2 x 3,1	25	120/20	2 x 3,1	47	Ltd «Garware» Индия

В ходе промысла 6 мая 2014 г. мешок бим-трала был заменен на мешок от трала 74/600 м. Работы выполнялись мешком бим-трала с 20 апреля по 6 мая (17 дней) и мешком канатного трала с 6 мая по 17 мая (11 дней) в сопоставимые периоды времени [18] и практически на одном и том же участке с координатами 62°52'-63°35' ю. ш., 58°25'-60°24' з. д. и 63°04'-63°45' ю. ш., 58°24'-60°33' з. д., соответственно, в интервале глубин 9-217 м и 15-310 м, над глубинами 115-1050 м и 40-830 м, соответ-

ственно. Для исследования влияния замены мешков на биологические характеристики криля были изучены уловы из 66 тралений до и после замены мешков. Сравнение средних значений производилось по критерию Стьюдента, а сравнение структуры размерных рядов, стадий зрелости и соотношения полов по критерию Пирсона Хи-квадрат ( $\chi^2$ ), нулевые гипотезы отвергались при  $t_{\phi} > t_{0,95}$  [1, 10, 15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

После замены тралового мешка бим-трала на мешок от трала 74/600 м признаки «эффекта ведра» уже не отмечались, при этом CPUE увеличилось на 24 % [6], средняя длина тела самцов в уловах увеличилась с  $42,6 \pm 0,11$  мм до  $43,5 \pm 0,07$  мм, самок – с  $40,4 \pm 0,10$  мм до  $41,4 \pm 0,06$  мм (табл. 3, рис. 1). Уменьшилась доля молоди длиной 25-39 мм, изменилась структура размерных рядов и стадий зрелости, однако модальные размеры рачков (39-47 мм), преобладающие стадии зрелости и соотношение полов в уловах разных мешков остались практически без изменений.

Таблица 3

Характеристика криля из уловов различных траловых мешков [4, 6 с дополнениями]

Параметры	Пол	Тип мешка		Статистический критерий			
		Бим-трал, ячей 16 мм	Трал 74/600, ячей 20 мм	t-Стьюдента		$\chi^2$	
				факт	$t_{st}$	факт	$\chi^2_{st}$
Средняя длина тела (мм)	самцы	$42,6 \pm 0,11$	$43,5 \pm 0,07$	2,56	1,96		
	самки	$40,4 \pm 0,10$	$41,4 \pm 0,06$	5,75	1,96		
	общее	$41,05 \pm 0,08$	$42,2 \pm 0,07$	5,96	1,96		
Модальные классы (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				
Структура размерных рядов, мин.-макс. (мм)	самцы	24-56	30-55			25,0	19,7
	самки	26-52	26-55			27,3	19,7
	общее	24-56	26-55			51,0	23,7
Модальная стадия зрелости (стадия/%)	самцы	II/70,9	II/86,5			34,5	12,6
	самки	II/73,1	II/84,3			32,9	12,6
Соотношение полов (%)	самцы	48,2	50,8			1,46	3,84
	самки	51,8	49,2				

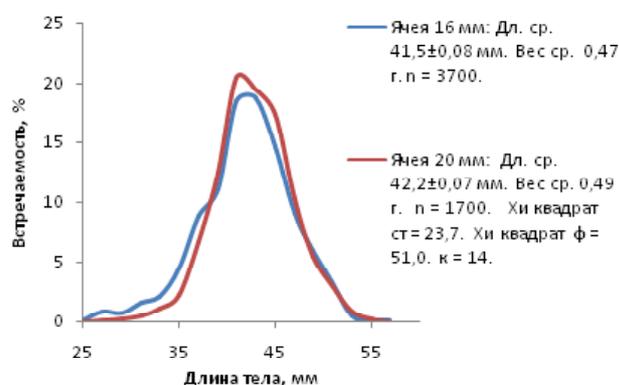


Рис. 1 Размерный состав антарктического криля из уловов различных траловых мешков (ячей 16 мм – бим-трал, ячей 20 мм – трал проекта 74/600 м) [6]

При этом в апреле-мае скопления рачков опускались на большие глубины с 9-217 м (в среднем  $38,4 \pm 2,39$  м) на 15-310 м (в среднем  $54,4 \pm 3,69$  м) и смещались на меньшие глубины антарктического склона и шельфа с 110-1050 м ( $503,8 \pm 26,02$  м) на 40-830 м ( $290,6 \pm 18,46$  м).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечалось выше, у антарктического криля наблюдается пространственная и временная изменчивость размерного состава в пределах ареала и даже на промысловых участках. В весенне-летний период Южного полушария, когда рачки активно питаются за счет бурно размножающегося фитопланктона, они интенсивно растут: такая характеристика размерного состава криля, как средняя длина должна возрастать, увеличиваться доля крупных рачков и уменьшаться доля наиболее мелких особей [13]. В осенний период и к концу биологической осени (апрель-май), в связи с завершением продукционного цикла фитопланктона, у криля завершается период обильного питания: степень наполнения желудков пищей уменьшается, фитопланктон заменяется зоопланктоном, а в мае в желудках появляется детрит [7, 8], и рост рачков, вероятно, замедляется, если не останавливается совсем. Кроме этого, осенью средняя длина тела криля в уловах может уменьшаться в результате гибели рачков старших возрастных групп после нереста. Уменьшение размеров криля в уловах в проливе Брансфилд к концу осени и началу зимы, как правило, происходит из года в год (табл. 4) [6-8]. Таким образом, на фоне сезонного уменьшения размеров криля увеличение средней длины рачков в уловах при увеличении размера ячеи может свидетельствовать о различной селективности сетей в траловых мешках относительно размеров криля, как это наблюдалось при сравнении его размерного состава в исследовательском трале Айзекса-Кидда и промысловом трале [17].

Таблица 4

**Средняя длина криля в проливе Брансфилд в осенний период**

Сезоны	Апрель		Май		Примечание $t_{st} = 1,96$ Смена мешков
	Средняя, мм	N, экз.	Средняя, мм	N, экз.	
2013/2014	41,05 ± 0,08	3700	42,2 ± 0,07	1700	$t_{\phi} = 5,96$
2014/2015	43,6 ± 0,11	2700	40,6 ± 0,11	2700	$t_{\phi} = 19,3$
2025/2016	46,8 ± 0,13	2011	45,6 ± 0,14	1602	$t_{\phi} = 6,0$

По данным Сологуба [13], если размер ячеи в мешках составляет 14 мм, различия в средних размерах криля в уловах, полученных по традиционной (47,7 ± 0,1 мм) и непрерывной (47,9 ± 0,1 мм) технологиям, были незначительными ( $t_{\phi} = 1,41$ ,  $k = 8427$ ), а после увеличения ячеи в мешке канатного трала до 20 мм они стали статистически достоверными (45,7 ± 0,2 мм и 47,1 ± 0,2 мм,  $t_{\phi} = 4,95$ ,  $k = 3001$ ) (табл. 5), доля мелкого криля уменьшилась, а количество особей в модальных классах возросло (рис. 2). Аналогичная картина наблюдалась при увеличении размеров ячеи в мешке бим-трала (см. рис. 1) [6], что, вероятно, свидетельствует о различиях в селективных свойствах траловых мешков с размером ячеи 14, 16 и 20 мм относительно размеров антарктического криля.

Таблица 5

**Средняя длина антарктического криля в уловах тралов традиционной и непрерывной технологии промысла [13]**

Сезон	Период работ	Технология промысла	Средняя длина, мм	Размер ячеи мешка, мм
2008/2009	4-17 января	традиционная	47,7 ± 0,1	14
	26 января-10 февраля	непрерывная	47,9 ± 0,1	14
2009/2010	7-17 января	непрерывная	45,7 ± 0,2	14
	24-27 января	традиционная	47,1 ± 0,2	20

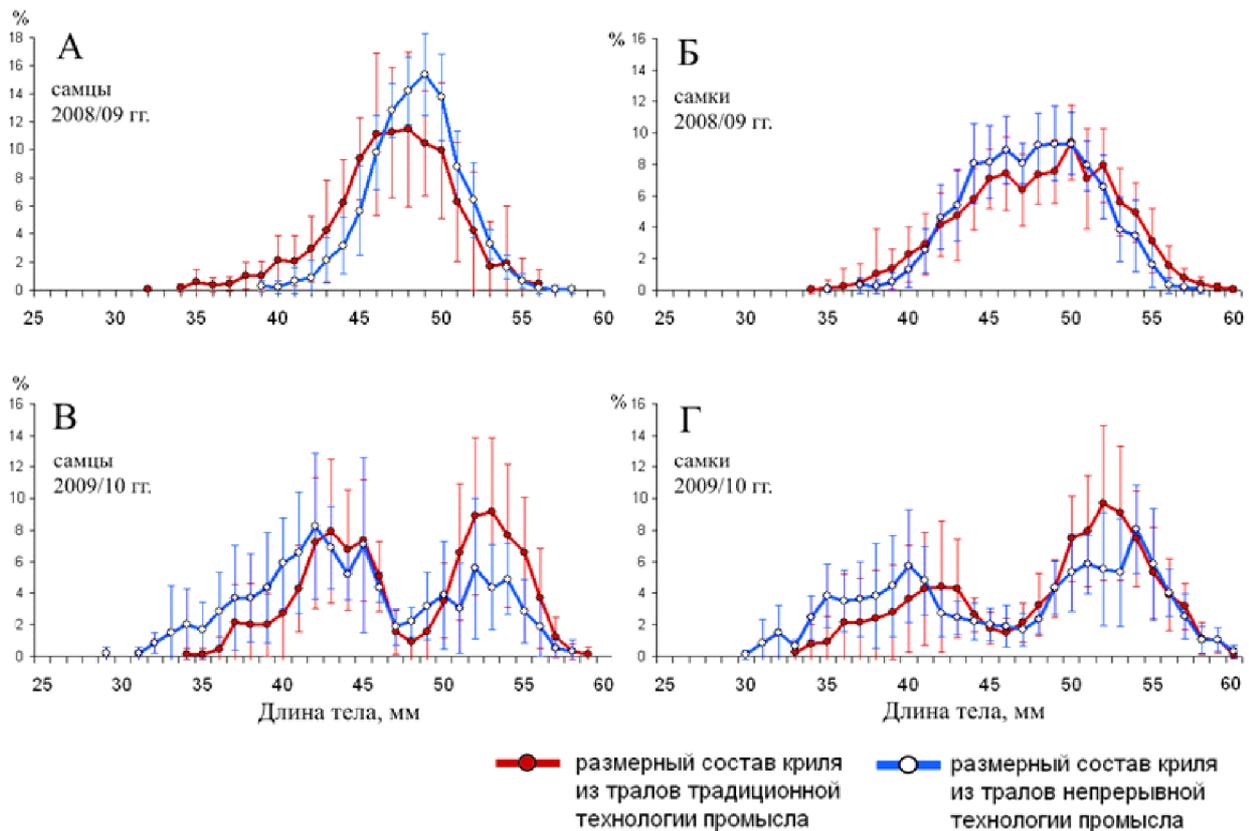


Рис. 2 Размерный состав антарктического криля в уловах тралов по традиционной и непрерывной технологиям промысла: А, Б – размер ячеи в мешке 14 мм, В, Г – размер ячеи в уловах по непрерывной (14 мм) и традиционной (20 мм) технологиям [13]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При промысле антарктического криля в Атлантическом секторе Антарктики традиционными методами с использованием разноглубинных оттер- и бим-тралов или по технологии непрерывного лова размерный состав рачков в уловах не зависит от технологии промысла, а может изменяться в зависимости от размеров ячеи в траловых мешках. Изменения длины рачков могут быть наиболее выражены в средних размерах, количестве мелких особей, а также особей в модальных классах. Временная изменчивость размеров рачков на промысловых участках может перекрывать изменения размерного состава криля, вызванные изменением размеров ячеи в орудиях лова. Для рыбохозяйственных целей пробы криля, отобранные из различных промысловых орудий лова, могут рассматриваться как идентичные друг другу и объединяться в единую выборку для дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 228 с.
2. Антарктический криль // Справочник / под ред. В.М. Быковой. – М.: ВНИРО, 2001. – 207 с.
3. Асеев Ю.П. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*E. superba* Dana) в Индоокеанском секторе Антарктики : дис. канд. биол. наук. – Керчь, 1978. – 109 с.
4. Жук Н.Н., Корзун Ю.В. Результаты работы РКТС «Море Содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г. // Украинський Антарктичний журнал. – 2014. – № 13. – С. 140-158.
5. Касаткина С.М., Петров А.Ф., Шуст К.В., Урюнова Е.Ф., Сытов А.М. Характеристика современного промысла антарктического криля *Euphausia superba* (период с 2003 по 2013 гг.) в Антарктической части Атлантики (АЧА) // Рыбное хозяйство. – № 5. – 2014. – С. 69-74.

6. Корзун Ю.В., Жук Н.Н. Сравнительный анализ уловов криля из тралов различных модификаций // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – Т. 53. – С. 105-130.
7. Корзун Ю.В., Жук Н.Н. Биология антарктического криля *Euphausia superba* в районе Южных Шетландских островов в летне-осенний период 2015 г. // Промысловые беспозвоночные : тезисы докл. VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным (г. Калининград, 2-5 сент. 2015 г.). – Калининград, 2015. – С. 136-138.
8. Корзун Ю.В., Жук Н.Н. Биология и промысел антарктического криля *Euphausia superba* в проливе Брансфилд в осенний период 2016 года // Морские технологии: проблемы и решения – 2017 : матер. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ФГБОУ ВО «КГМУ» (г. Керчь, 26 апр. 2017). – В печати.
9. Кухарев Н.Н., Корзун Ю.В., Ребик С.Т., Жук Н.Н. Современный промысел криля // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. – С. 105-130.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для унив. и пед. вузов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
11. Ломакина Н.Б. Эуфаузииды Мирового океана (*Euphausiacea*). – Л.: Наука, 1978. – 222 с.
12. Отчет рабочей группы по экосистемному мониторингу и управлению (г. Болонья, Италия, 4-15 июля 2016 г.) // SC-CAMLR-XXXV/03. – 2016. – 163 с.
13. Сологуб Д.О. Современные особенности распределения, биологии и горизонтальных миграций антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики : дис. канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2016. – 237 с.
14. Уведомление о намерении участвовать в промысле *Euphausia superba* // CCAMLR. WG-EMM-14/46. – 2014. – 7 с.
15. Урбах В.Ю. Биометрические методы (Статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине). – М.: Наука, 1964. – 417 с.
16. Candy, S.G., S. Kawaguchi. Modelling growth of Antarctic krill. II. Novel approach to describing the growth trajectory // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 2006. – 306. – Pp. 17-30.
17. Kasatkina, S.M., Sushin, V.A. On possible influence of continuous krill fishing technology with the use of 'air bubbling suspension system' on ecosystem elements // Document WG-EMM-06/27. – CCAMLR, Hobart, Australia. – 2006. – 20 p.
18. Orr, P., Hooper, J., Agnew, D., Roe, J., Doherty, G., Prior, A. Analysis of Scientific Observer Data from the Saga Sea 2006-2007 // Document WG-EMM-07/16. – CCAMLR, Hobart, Australia. – 2007. – 18 p.
19. Pakhomov, E.A. Natural age-dependent mortality rates of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana in the Indian sector of the Southern Ocean // Polar Biology. – 1995. – 15(1). – Pp. 69-71.
20. Sologub, D.O., Remeslo, A.V. Distribution and size-age composition of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the South Orkney Islands region (CCAMLR subarea 48.2) // CCAMLR Science. – 2011. – Vol. 18. – Pp. 123-134.

Поступила 18.04.2017 г.

**Statistical analysis of the Antarctic krill *Euphausia superba* size composition with relation to fishing gear and catch technology.** Yu. V. Korzun. Current Antarctic krill fisheries are carried out in the Atlantic Antarctic using conventional catch methods by means of midwater otter- and beam-trawls or continuous fishing technology. The mesh size in codend of these fishing gears ranges from 11 to 20 mm. As a result of such mesh size variety, there may be net selectivity. Spatial and temporal variability of krill length is observed in the fishing areas; it could overlap differences in the selectivity of fishing gear, including selectivity of mesh size in codends. Difference in the mean krill length in catches was insignificant, when mesh size in codend was 14 mm and conventional and continuous fishing methods were used. However, this difference was statistically significant under conditions of mesh size equaling 14, 16 and 20 mm. The number of small krill individuals was decreasing with the increase of mesh size in codend, and the percentage share of individuals in modal classes was increasing. It is possible that dissimilarities exist between the selectivity of codends with mesh size 14, 16 and 20 mm in relation to Antarctic krill length. However, krill samples, taken for fishery purposes from various fishing gears, can be considered identical and be combined into one unified sample for further investigation.

**Keywords:** statistical analysis, fishing area, fishing seasons, fishing methods, pelagic trawls, fishing gear, mesh size, *Euphausia superba*, Antarctic krill, krill fisheries, Atlantic Antarctic, Bransfield Strait, catch per effort, catch statistics, size composition

## ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОГО ПРОМЫСЛА В АЗОВСКОМ МОРЕ У БЕРЕГОВ КРЫМА

А. М. Стафикопуло, зав. лаб., Я. И. Горбатюк, техник

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: stafikopulo\_a\_m@azniirkh.ru

*В последние годы существует проблема нерационального использования имеющихся рыбных ресурсов (недоиспользование ресурса). За счет полного освоения разрешенных объемов добычи (вылова) водных биоресурсов можно было бы значительно улучшить не только экономические показатели предприятий, связанных с добычей и переработкой рыбопродукции, но и социальные и др. показатели региона. Представлены статистические данные по вылову основных видов рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (кефалевые, хамса азовская, калкан азовский, бычки, ставрида, барабуля) за период с 2009 по 2013 г., а также за 2015 г., когда крымские рыбодобывающие предприятия стали функционировать под юрисдикцией РФ. Описаны преимущества способов и орудий лова, модернизированных в ходе экспериментальных работ. Указываются имеющиеся недостатки технологии добычи в прибрежных водах и пути для развития более эффективного рыболовства для предприятий прибрежного лова в Азовском море и Керченском проливе у крымских берегов.*

**Ключевые слова:** Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн, Азовское море, Керченский пролив, прибрежная зона, технология добычи, рыбодобывающие предприятия, способ лова, правила рыболовства, промысел, орудия лова, конструкция, судовые механизмы, рифовые сооружения

### ВВЕДЕНИЕ

Прибрежное рыболовство в Азовском море и Керченском проливе всегда было одним из важнейших традиционных направлений экономики для местных жителей и предприятий Крыма, в частности на Керченском полуострове. Данная отрасль решает много важных вопросов: это и решение продовольственной проблемы, наполнение местного и федерального бюджетов, создание занятости местного населения и решение других социальных проблем.

Основными объектами добычи (вылова) в прибрежной зоне Крыма являются хамса, бычки, пиленгас, кефали (сингиль, лобан), сельдь черноморско-азовская проходная, барабуля, ставрида. Эффективность промысла этих видов рыб за период 2009-2013 и 2015 гг. представлена в табл. 1-3. В указанных таблицах использованы показатели статистических данных выловов Украиной за период 2009-2013 гг., когда крымские рыбодобывающие предприятия работали под украинской юрисдикцией; за 2015 г. использованы показатели статистических данных выловов Российской Федерацией, и в одном случае – общий вылов хамсы Украиной и Российской Федерацией в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. Все показатели в таблицах округлены до целых чисел. Статистические данные за 2014 г. не учитывались, так как имел место переходный период, повлиявший в значительной степени на проведение промысла крымскими рыбодобывающими предприятиями.

В этих таблицах указаны разрешенные объемы добычи основных промысловых рыб в прибрежной зоне Крыма и объемы недоиспользования лимитов. Чтобы определить объемы недоиспользования лимитов кефалей, сельди черноморско-азовской проходной и ставриды Украиной, указан вылов этих рыб и в Черном море, так как для этих мигрирующих видов были установлены общие лимиты

для Азово-Черноморского бассейна. Из табл. 1-3 видно, что лимит каждого вида рассматриваемых рыб ежегодно недоиспользовался. Значительную часть этой рыбы можно добывать, повышая эффективность рыболовства в Азовском море и Керченском проливе, в том числе в прибрежной зоне Крыма.

Таблица 1

**Вылов пиленгаса Украиной в 2009-2013 гг. и Российской Федерацией в 2015 г. в Азовском море, а также хамсы Украиной и Российской Федерацией в 2009-2013 гг. и Российской Федерацией в 2015 г. в Азовском и Черном морях**

Год	Пиленгас			Хамса		
	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%
2009	9750	6659	3091/32	50000*	20575**	29425/59
2010	7800	3642	4158/53	50000*	30171**	19829/40
2011	5850	3111	2739/47	60000*	33419**	26581/44
2012	5360	833	4527/84	100000*	37552**	62448/62
2013	1755	350	1405/80	110000*	54471**	55529/50
2015	140	221	0	65000*	23847***	41153/63

\* Общебассейновый объем добычи (лимит) хамсы Украиной и Российской Федерацией.

\*\* Общий вылов хамсы Украиной и Российской Федерацией в Азовском и Черном морях.

\*\*\* Вылов хамсы Российской Федерацией в Азовском и Черном морях (данные по вылову Украиной отсутствуют).

Таблица 2

**Вылов бычков Украиной в 2009-2013 гг. и Российской Федерацией в 2015 г. в Азовском море**

Год	Бычки		
	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%
2009	8200*	7623**	577/7
2010	9250*	8748**	502/5
2011	6125*	5974**	151/2
2012	9600*	9345**	255/3
2013	13892*	13102**	791/6
2015	17974***	9658	8316/46

\* Общий лимит вылова Украиной морского и прибрежного промысла в Азовском море.

\*\* Общий вылов Украиной в Азовском море (включая мелиоративный лов).

\*\*\* Общий рекомендованный объем вылова РФ морского и прибрежного промысла в Азовском море.

Развитие рыболовства в прибрежной зоне могло бы улучшить экономическое состояние рыбодобывающих и других крымских предприятий, давать дополнительные средства в бюджет государства, создавать рабочие места. Поэтому важно найти пути для развития и повышения эффективности такого рыболовства у берегов Крыма.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рыбодобывающие предприятия Крыма осуществляют в Азовском море и Керченском проливе промышленное рыболовство с использованием судов в открытых морских водах и бригад прибрежного лова в прибрежной зоне. Такие объекты промысла, как кефали (сингиль, лобан), сельдь черноморско-азовская проходная, ставрида и барабуля добываются только в прибрежной зоне бригадами прибрежного лова. Лов хамсы, пиленгаса и бычков осуществляется как судами в открытой части

Вылов кефалей (сингиль, лобан), сельди черноморско-азовской проходной и ставриды Украиной в 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях, и Российской Федерацией в 2015 г. в Азовском море

Год	Кефали (сингиль, лобан)				Сельдь черноморско-азовская проходная				Ставрида			
	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%	Разрешенный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%
2009	200***	76* 42**	82/41	140***	14* 22**	104/74	400***	11* 250**	139/35			
2010	200***	82* 26**	92/46	180***	512**	163/91	340***	7* 190**	143/42			
2011	245***	56* 47**	142/58	135***	9* 21**	105/78	320***	9* 266**	45/14			
2012	225***	45* 82**	98/44	207***	4* 9**	194/94	376***	10* 529**	0/0			
2013	150***	33* 102**	15/10	207***	5* 21**	181/87	не лимитировалась	9* 838**	—			
2015	114***	78	36/32	475***	80	395/83	99***	62	37/60			

\* Вылов Украиной в бассейне Азовского моря.

\*\* Вылов Украиной в Черном море.

\*\*\* Лимиты, установленные Украиной для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна на вылов мигрирующих видов водных биоресурсов.

\*\*\*\* Рекомендованный объем добычи Российской Федерацией для Азовского моря.

моря, так и бригадами прибрежного лова в прибрежной зоне Крыма. Доля добычи (вылова) крымскими предприятиями хамсы, пиленгаса и бычков в прибрежной зоне Крыма бригадами прибрежного лова в 2009-2013 и 2015 гг. (статистические данные за 2014 г. не учитывались ввиду переходного периода, повлиявшего в значительной степени на проведение промысла крымскими рыбодобывающими предприятиями) представлена в табл. 4. В этой таблице не указаны объемы выловов рыб в научно-исследовательских целях.

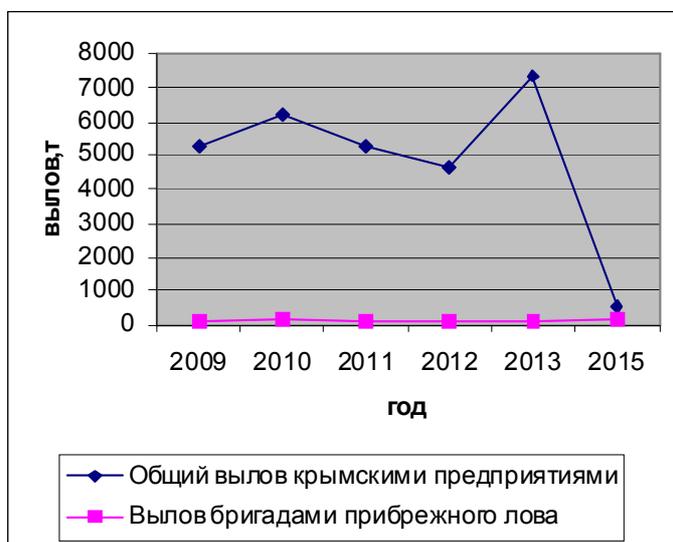
Таблица 4

**Вылов крымскими предприятиями пиленгаса, хамсы и бычков в 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море**

Год	Вылов крымскими предприятиями рыбы по видам					
	Пиленгас		Хамса		Бычки	
	Общий, т	Бригадами прибрежного лова, т/%	Общий, т	Бригадами прибрежного лова, т/%	Общий, т	В прибрежной зоне, т/%
2009	2553,8	158,0/6	5229,5	109,1/2	649,2*	109,2/17
2010	503,5	219,1/44	6199,8	153,9/2	874,9*	252,1/29
2011	308,6	140,5/45	5272,8	139,0/3	506*	196,8/39
2012	170,2	118,7/70	4679,5	115,1/2	876,8*	89,2/10
2013	68,1	45,6/67	7359,6	94,7/1	1932*	228/12
2015	5,8	5,8/100	521,3	158,3/30	5938*	3182/54

\* Вылов бычков без указания объема мелиоративного лова.

Чтобы найти пути повышения эффективности прибрежного лова и увеличить долю его вылова, необходимо сделать анализ современного состояния технологии добычи рыбы у берегов Крыма.



**Рис. 1 Вылов хамсы крымскими предприятиями в Азовском море**

**Промысел хамсы.** Прибрежный промысел хамсы у берегов Крыма в настоящее время разрешен в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря и Керченском проливе ставными неводами с 20 сентября по 20 декабря [10]. Количество ставных неводов на промысле не ограничивается. На рис. 1 представлены графики общего вылова хамсы предприятиями Крыма и вылова отдельно бригадами прибрежного лова за период 2009-2013 и в 2015 гг. в Азовском море.

Как видно из табл. 4 и рис. 1, в среднем только около 2 % от общего вылова хамсы приходится на вылов бригадами прибрежного лова и только в 2015 г. этот показатель составил 30 %. Такой небольшой показатель обусловлен несколькими причинами, основной из которых является то, что

основной промысел все-таки ведется активными и более эффективными для этого вида рыб кошельковыми неводами и тралами. Второй причиной является недостаточное развитие прибрежного промысла. При значительном увеличении в 2013 г. общего вылова хамсы вылов бригадами прибрежного лова даже немного снизился. Достаточно высокий процент вылова на бригады прибрежного лова в 2015 г. получен из-за нехарактерно низкого вылова хамсы судами (кошельковыми неводами и тралами) по организационным причинам рыбодобывающих предприятий. Недостатки технологии добычи (вылова) хамсы в прибрежной зоне не позволяют вести более эффективный промысел.

Хамса – морская стайная пелагическая рыба, придерживающаяся поверхностных слоев [11]. Промысел хамсы ведется во время ее осенней миграции в Черное море на зимовку. В предпроливной зоне Азовского моря, перед заходом в Керченский пролив, хамса в основном образует большие плотные косяки.

Для промысла хамсы у берегов Крыма используются различные типы ставных неводов: «гиганты», «полугиганты», однокотловые прибрежные ставные невода [2]. В большинстве случаев рыбаками все еще используется установка ставных неводов с жестким каркасом на гундерах. Такие установки неводов имеют ряд недостатков. Основным из них является плохая устойчивость конструкции при штормовых погодах и сильных течениях, а также сложность установки на больших глубинах. Вследствие этого конструкции ставных неводов на гундерах стараются устанавливать поближе к берегу, хотя это сказывается на облове хамсы, так как в последние годы отмечается, что косяки хамсы во время осенней миграции в Черное море проходят в основном дальше от берега и мест установки ставных неводов. У азовского побережья Крыма в основном устанавливаются ставные невода III категории на глубинах 7-9 м, а в Керченском проливе – ставные невода II категории на глубинах 5-7 м [18] со своими, в зависимости от категории, линейными характеристиками. Более того, рыбаки устанавливают ставной невод с расчетом облавливать не только хамсу (пелагический вид), но и другие виды рыб, в том числе донные (бычки, барабуля, камбала-калкан) и придонно-пелагические (ставрида) [11, 14]. Для этого высоту сетной части невода делают по всей глубине и нижнюю часть ловушки подтягивают (набивают) к гундерам веревочными концами, которые проходят через кольца у основания гундер [15]. Все это приводит к увеличению сопротивления ставного невода и снижению его штормоустойчивости. Как уже отмечалось выше, промысел хамсы ведется в осенне-зимний период. Этот период характерен неустойчивой метеобстановкой, сильными ветрами с преобладанием северо-восточных направлений, а в Керченском проливе – сильными течениями [4]. При таких метеоусловиях эксплуатация ставных неводов значительную часть времени затруднена. Из-за отмеченных выше недостатков значительно сокращается промысловое время, поскольку при ухудшении погодных условий рыбакам приходится либо снимать орудия лова и вывозить их на берег, а затем после полного «восстановления» погодных условий снова устанавливать (трудоемкий процесс), либо оставлять их, но тогда ставные невода могут подвергаться частичному или полному разрушению. Потеря и повреждение орудий лова наносят владельцам значительные убытки, для их восстановления требуются материальные затраты и промысловое время.

В настоящее время обслуживание ставных неводов представляет собой тяжелый физический труд для рыбаков. Промысловые операции по установке, снятию и переборке неводов выполняются вручную с использованием только небольших рыбацких лодок (каюки, байды), не оборудованных средствами механизации. Организация процесса добычи позволяет одной бригаде из 7-8 человек обслуживать в среднем не более двух хамсово-тюлечных ставных неводов.

Все эти недостатки технологии добычи не позволяют значительно повысить эффективность промысла хамсы в прибрежной зоне более экологически безопасными и «щадящими» стационарными орудиями лова.

**Промысел пиленгаса.** Прибрежный промысел пиленгаса у берегов Крыма в настоящее время разрешен в 5-километровой прибрежной зоне Азовского моря закидными неводами, волокушами, ставными неводами (включая каравки), подъемными заводами, подъемными ловушками и вентерями с 1 сентября по 31 мая; в Керченском проливе – ставными сетями, закидными, кольцевыми и ставными неводами, каравками, подъемными заводами, вентерями и волокушами с 15 августа по 15 июня; в заливе Сиваш – одностенными ставными сетями, закидными неводами, ставными неводами, каравками, подъемными ловушками и вентерями с 1 июля по 31 декабря [10, 13]. Ограничивается только количество сетей в Керченском проливе. На рис. 2 представлены графики общего вылова пиленгаса предприятиями Крыма и вылова отдельно бригадами прибрежного лова за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море.

Как видно из табл. 1 и рис. 2, лимиты, рекомендуемый вылов (а значит, и промысловый запас) и общий вылов пиленгаса в Азовском море с 2009 г. резко сократились. Вылов пиленгаса бригадами прибрежного лова тоже сокращается, но не так значительно, как судами в открытой части моря.

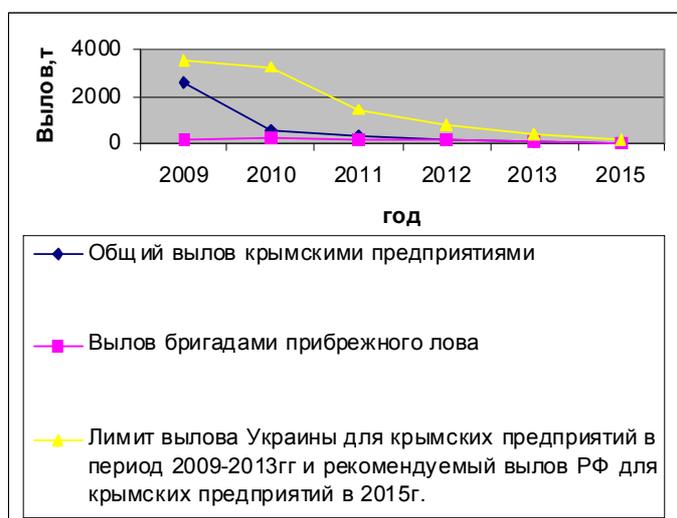


Рис. 2 Вылов пиленгаса крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море

цевыми неводами. При «нормальном» состоянии промыслового запаса пиленгас в промысловое время образовывал косяки, которые хорошо облавливались этими орудиями лова, и такой промысел для рыбодобывающих предприятий был рентабельным. С 2010 г. запас пиленгаса начал сокращаться, промысловые косяки и, соответственно, выловы стали уменьшаться. При значительном снижении промыслового запаса пиленгаса небольшие его косяки плохо облавливаются кошельковыми и кольцевыми неводами, такой лов стал нерентабельным. Количество судов на промысле резко сократилось, а в 2015 г. промысел пиленгаса кошельковыми и кольцевыми неводами в открытой части моря был приостановлен.

Закидными, кольцевыми неводами и волокушами промысел пиленгаса в прибрежной зоне практически не ведется. Это громоздкие и дорогостоящие орудия лова [1, 6, 7]. Эффективно ими можно облавливать только плотные косяки рыбы,двигающиеся недалеко от берега. Для работы с такими орудиями лова требуется большое количество рыбаков или средства механизации.

Ставные орудия лова могут быть более эффективными в условиях, когда рыба не образует больших плотных косяков, а движется разреженно, небольшими стаями. В настоящее время стационарные орудия лова, такие как ставные невода и каравки для добычи (вылова) пиленгаса, в прибрежном рыболовстве практически не применяются. Эти орудия лова такие же дорогостоящие. Для того, чтобы рыбаки их строили и использовали, им необходимо быть уверенными в эффективности лова. Ранее проводились работы по созданию таких орудий лова [6, 7]. Конструкции этих орудий разрабатывались для определенных районов и промысловых условий. В основном это были мелководные районы Северного Приазовья. Для использования у крымского побережья их необходимо усовершенствовать, а также разработать конструкции с учетом местных условий.

Из разрешенных стационарных орудий лова применяются в основном подъемные заводы и вентери. В настоящее время подъемные заводы устанавливаются только в Керченском проливе. Это традиционные орудия лова, устанавливаемые на путях миграций кефалевых пород рыб между Азовским и Черным морями. В Азовском море такой вид лова пока не использовался и эффективность его неизвестна. Недостатками лова подъемными заводами можно считать отсутствие механизации в процессе поднятия завесы при закрывании зашедшей рыбы и переборке для извлечения улова. Поскольку процесс переборки крайне трудоемкий, то для него необходимо большое количество рыбаков.

Лов вентерями осуществляется в основном с использованием маломерных плавсредств без средств механизации. Все промысловые операции выполняются рыбаками вручную. Эффективность такого лова можно увеличить за счет совершенствования конструкций вентерей и разработки других пиленгасовых ловушек, использования средств механизации.

Доля же вылова бригадами прибрежного лова в 2012-2013 гг. значительно увеличилась. Такая тенденция перераспределения доли вылова происходит по нескольким причинам.

Пиленгас – стайная морская рыба, бентофаг [11]. В теплое время года проявляет себя как стремительная рыба. Данный вид может активно искать выход из орудий лова, перепрыгивать через верхнюю подбору. В холодное время пиленгас ведет себя более пассивно. В крымской прибрежной зоне Азовского моря и в Керченском проливе он облавливается во время преднерестовых миграций из Азовского моря в Черное.

Вылов пиленгаса в открытой части моря ведется в основном кошельковыми и коль-

На сегодняшний день наиболее эффективными орудиями лова пиленгаса в прибрежной зоне являются сети. Основной промысел пиленгаса осуществляется этими орудиями лова. Однако промысел сетями разрешен только в Керченском проливе, и ежегодно, по мере снижения запаса пиленгаса, уменьшается разрешаемое количество сетей на промысле. Лов сетями имеет ряд недостатков, влияющих на показатели рациональности такого способа добычи. На промысле пиленгаса в основном задействованы маломерные плавсредства с ограниченными судходными качествами. При ухудшении погодных условий для выхода в море на таких плавсредствах рыбаки не могут установить сети, своевременно их перебрать или снять. Теряется не только промысловое время, но и зачастую теряются сети, а рыба, попавшая в них, погибает. Рыбаки терпят убытки, а экологии моря и рыбным запасам наносится ущерб. К недостаткам лова можно отнести и низкий уровень механизации процессов при его осуществлении.

В настоящее время существует проблема эффективного и экологически безопасного промысла пиленгаса в прибрежной зоне Азовского моря у берегов Крыма.

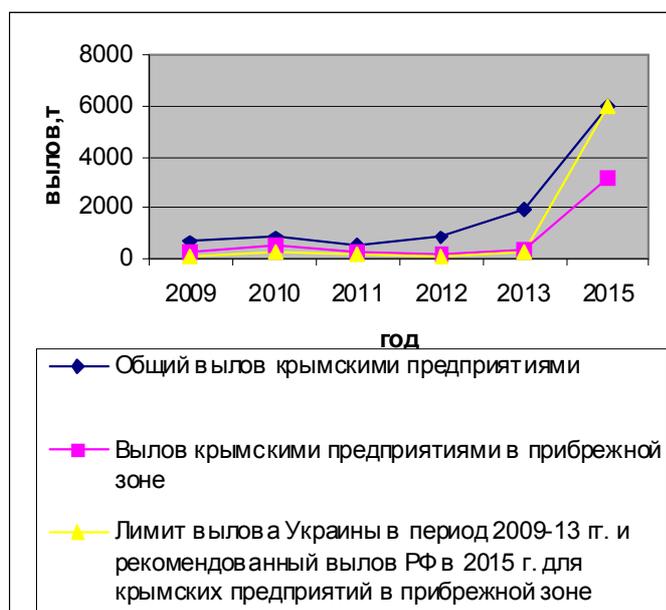


Рис. 3 Вылов бычков крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море

**Промысел бычков.** Прибрежный промысел бычков у берегов Крыма в настоящий момент разрешен в 5-километровой прибрежной зоне Азовского моря вентерями, подъемными ловушками, каравками с 1 марта по 30 апреля; вентерями, подъемными ловушками, каравками, ручными и полумеханизированными драгами, закидными неводами (волокушами) с 1 сентября по 30 ноября; в Керченском проливе – вентерями, подъемными ловушками, каравками с 1 сентября по 30 ноября; в заливе Сиваш – ставными неводами, вентерями, подъемными ловушками, каравками с 1 августа по 31 октября [10, 13]. Количество орудий лова не ограничивается. На рис. 3 представлены графики общего вылова бычков предприятиями Крыма и вылова отдельно в прибрежной зоне за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море.

По объемам добычи вылов бычков в Азовском море уступает только вылову хамсы и тюльки. Из табл. 2 и 4 видно, что объемы вылова, после незначительного спада в 2011 г., снова растут. Промысел бычков ведется в целом достаточно эффективно. При этом в 2015 г. осталось неосвоенного разрешенного объема добычи (вылова) 46 %, или 8316 кг бычков, причем из них крымскими предприятиями в прибрежной зоне Крыма недолов составил 2818 кг бычков. Наличие некоторых недостатков способов и орудий добычи (вылова), применяющихся на промысле бычков, указывает на необходимость развивать более «щадящие» и экологически безопасные технологии добычи (вылова) данного вида.

Бычки – солоноватоводная, донная, малоподвижная, оседлая рыба. По характеру питания являются хищниками. Во время нагула бычки собираются стаями, которые часто состоят или из самцов, или из самок с молодь. Промысел бычков ведется в весенний период во время его миграции в прибрежную зону для нереста и осенью – в прибрежной зоне во время нагула [11, 12].

Добыча бычков в бассейне Азовского моря осуществляется активными орудиями лова: механизированными, полумеханизированными и ручными драгами, закидными неводами (волокушами), а также пассивными (стационарными) орудиями лова – ставными неводами, каравками, вентерями, подъемными ловушками.

Из рис. 3 видно, что основной вылов бычков крымскими предприятиями приходился на морской лов, который осуществляется механизированными драгами. Хотя способ лова азовского бычка ме-

ханизированными драгами в достаточной степени эффективен, однако по своему принципу действия такие орудия лова негативно влияют на экосистему (донный биоценоз) водного объекта [3]. Также при промысле в этих орудиях добычи (вылова) часто процент прилова бычков, не достигших промыслового размера, значительно превышает допустимую Правилами рыболовства норму.

Полумеханизированные и ручные драги, применяющиеся в прибрежном рыболовстве, в основном имеют меньшие размеры, чем механизированные, но поскольку принцип лова с их помощью одинаковый, то и недостатки технологии добычи бычков механизированными драгами присущи и для промысла ручными и полумеханизированными драгами.

Рыбаки редко используют закидные невода (волокуши) для лова бычков, поскольку это достаточно крупные орудия лова, на их постройку необходимо большое количество сетематериалов. При эксплуатации применяется в основном ручной труд, а процесс замета и выборки волокуши достаточно трудоемкий. Эти орудия лова также имеют низкую селективность и высокий процент прилова молоди. Закидные невода (волокуши) в основном применяются при лове бычков в заморный период, когда отсутствуют ограничения по прилову молоди и лов ведется на скоплениях бычков, где использование волокуш наиболее эффективно.

Учитывая недостатки промысла бычков активными орудиями лова, для обеспечения рационального промысла и повышения его эффективности необходимо развивать более «щадящие» и экологически безопасные технологии вылова бычков стационарными орудиями лова, которые характеризуются минимальным воздействием на экосистему водоема, более высокой селективностью и значительно меньшим приловом молоди.

В настоящее время из стационарных орудий лова бригадами прибрежного лова используются в основном подъемные ловушки и венгеря. В меньшей степени бычков ловят ставными неводами в качестве прилова. Каравки у берегов Крыма практически не выставляются, так как нет подходящих условий (глубин) для их установок. Основными недостатками промысла бычков стационарными орудиями лова являются следующие: использование в основном ручного труда для их установки и обслуживания; опасность разрушения во время шторма (для каравок и ставных неводов); ограниченность при выборе районов лова. Все эти факторы не позволяют рыбодобывающим организациям использовать подобные орудия лова более масштабно и эффективно.

**Промысел кефалей (сингиль, лобан).** В настоящее время промысел кефалей у берегов Крыма разрешен в Азовском море вдоль побережья западнее мыса Хрони закидными неводами с 15 июля по 31 декабря; в Керченском проливе – волокушами, закидными кефалевыми неводами (аламанами), ставными и обкидными одностенными сетями, ставными неводами, подъемными заводами, кольцевыми неводами, «на рогожку» с 1 июня по 31 декабря; в заливе Сиваш – закидными неводами

и одностенными ставными сетями с 15 июля по 31 декабря [10, 13]. Количество орудий лова не ограничивается.

На рис. 4 представлен график вылова кефалей крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море и график объемов недоиспользованного лимита Украиной в период 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях и рекомендуемого вылова РФ в 2015 г. в Азовском море.

Как видно из табл. 3 и рис. 4, в последние годы лимит для добычи (вылова) кефали Украиной в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и рекомендуемый вылов РФ в Азовском море в 2015 г. ежегодно недоиспользовался. Определенная доля рыбы от недоиспользованного

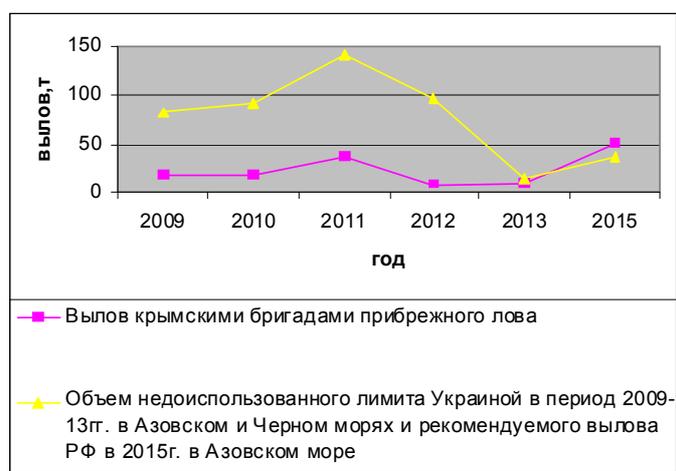


Рис. 4 Вылов кефалей крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море и объемы недоиспользованного лимита Украиной в период 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях и рекомендуемого вылова РФ в 2015 г. в Азовском море

ресурса при улучшении организации промысла могла быть выловлена и крымскими предприятиями.

Азово-Черноморская кефаль – теплолюбивая, стайная, стремительная морская рыба, легко ускользающая от орудий лова, перепрыгивая через верхнюю подбурю или уходя под нижнюю. При попадании в орудие лова этот вид активно ищет выход. Промысел лобана ведется при совершении им миграций через Керченский пролив в Черное море в июне на нерест и в июле, когда он возвращается в Азовское море на откорм. Затем промысел лобана и сингиля ведется во время их миграций в августе-декабре в Черное море на зимовку [11, 14].

Практически весь вылов кефалей крымскими предприятиями происходит в прибрежной зоне. Основными орудиями лова кефалей в Керченском проливе являются подъемный кефалевый завод, ставные и обкидные сети. Это традиционные для данного района орудия лова. Основным недостатком промысла подъемными заводами можно считать отсутствие механизации в процессе поднятия завесы при закрывании зашедшей рыбы и при переборке для извлечения улова. Поскольку процесс переборки крайне трудоемкий, то для него необходимо большое количество рыбаков и плавсредств, что уменьшает рентабельность промысла.

Закидными кефалевыми неводами (аламанами), кольцевыми неводами, волокушами промысел кефалей в прибрежной зоне ведется ограниченно из-за ряда факторов. Это достаточно громоздкие и дорогостоящие орудия лова [1, 6, 7]. Эффективно ими можно облавливать только плотные косяки рыбы. Для работы с такими орудиями лова требуется большое количество рыбаков или средства механизации.

Ставные невода для лова кефалей в настоящее время в прибрежном рыболовстве практически не применяются. Эти орудия лова такие же дорогостоящие. Конструкции кефалевых ставных неводов необходимо строить с учетом местных условий. Для того, чтобы рыбаки их строили и использовали, им необходимо быть уверенными в эффективности такого лова.

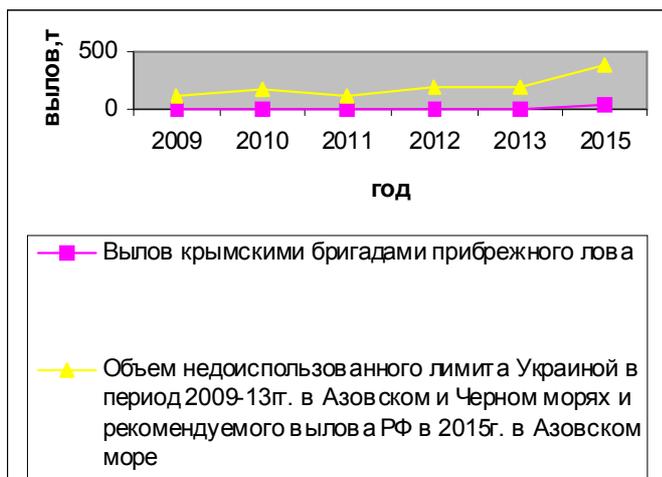


Рис. 5 Вылов сельди черноморско-азовской проходной крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море и объемы неиспользованного лимита Украиной в период 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях и рекомендуемого вылова РФ в 2015 г. в Азовском море

#### Промысел сельди черноморско-азовской проходной.

Прибрежный промысел сельди черноморско-азовской проходной у берегов Крыма в Керченском проливе в настоящее время разрешен закидными неводами с 1 октября по 31 марта, а также ставными неводами и ставными одностенными сетями с 1 октября по 31 мая [10]. Ограничения по количеству орудий лова отсутствуют. На рис. 5 представлен график вылова сельди черноморско-азовской проходной крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море, а также график объемов неиспользованного лимита Украиной в период 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях и рекомендуемого вылова РФ в 2015 г. в Азовском море.

Как видно из табл. 3 и рис. 5, в последние годы лимит сельди черноморско-азовской проходной в Азово-Черноморском

бассейне неиспользовался Украиной, а в 2015 г. и РФ более чем на 70 % ежегодно. При этом в Черном море сельди черноморско-азовской проходной Украиной вылавливалось больше, чем в Азовском море. Если в 2012 и 2013 гг. рекомендованный объем добычи (лимит) сельди для Украины составлял по 207 т ежегодно, то на 2015 г. для Российской Федерации он составляет 475 т, то есть более чем в два раза больше. Рекомендованный объем добычи (вылова) сельди черноморско-азовской проходной в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне неиспользовался РФ в среднем на 87 % ежегодно (табл. 5). В 2015 г. РФ неиспользовала рекомендованный объем добычи

(вылова) сельди черноморско-азовской проходной в Азовском бассейне на 83 % (см. табл. 3). Это означает, что для освоения такого лимита существует необходимость повышения эффективности промысла, в том числе для береговых бригад крымских предприятий.

Таблица 5

**Вылов сельди РФ в период 2009-2013 гг. в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне**

Год	Сельдь черноморско-азовская проходная		
	Рекомендованный объем добычи (вылова), т	Фактический вылов, т	Недоиспользование лимита, т/%
2009	384***	37* 10**	337/88
2010	478***	39* 7**	432/90
2011	306***	37* 20**	249/81
2012	477***	30* 18**	429/90
2013	479***	45* 26**	408/85
В среднем: т/%			371/87

\* Вылов РФ в бассейне Азовского моря.

\*\* Вылов РФ в Черном море.

\*\*\* Рекомендованные объемы добычи (вылова), установленные для Азово-Черноморского бассейна на вылов мигрирующих видов водных биоресурсов.

Сельдь черноморско-азовская проходная – стайная рыба. Ее промысел ведется при совершении ею миграций через Керченский пролив в Азовское море в марте-апреле на нерест и в Черное море в октябре-ноябре на зимовку [11, 14]. Если позволяют климатические условия, часть сельди зимой держится в проливе и предпроливной зоне.

Практически весь вылов сельди черноморско-азовской проходной крымскими предприятиями в бассейне Азовского моря приходится на бригады прибрежного лова. Основной промысел сельди черноморско-азовской проходной ведется ставными одностенными сетями. Такой вид лова достаточно эффективен, но имеет и ряд недостатков, влияющих на показатели рациональности такого способа промысла. Лов сетями, особенно в рассматриваемый период (конец осени – начало весны), во многом зависит от климатических условий (сильный ветер, шторм, низкая температура). Из-за неблагоприятных погодных условий теряется промысловое время, так как рыбаки не могут выйти в море для установки сетей, а зачастую и для переборки (снятия). Часто сети теряются, а рыба, попавшая в сеть, погибает. Рыбаки терпят убытки, а экологии моря и промысловому запасу наносится ущерб. Эта ситуация осложняется еще и тем, что на промысле в основном задействованы маломерные плавсредства с ограниченными судходными качествами. К недостаткам лова можно отнести и отсутствие механизированных процессов, что также влияет на возможность повышения эффективности промысла.

В прошлом столетии (в основном до распада Советского Союза) промысел сельди закидными неводами велся достаточно активно. Этому способствовала форма организации рыболовных предприятий, так называемые «рыбколхозы». На таких предприятиях работало достаточное количество рыбаков и была возможность строить большие дорогостоящие орудия лова. Сельдевые закидные невода, используемые на промысле в Керченском проливе, достигали 1000-1200 м в длину и 9-12 м в высоту [1, 2, 8]. Особенно активно крымскими рыбаками велся промысел закидными неводами в районе о. Коса Тузла, где сельдь образовывала плотные косяки. Для этого на о. Коса Тузла были организованы тони с механизированной выборкой невода. После ликвидации рыбколхозов и вследствие плохой промысловой обстановки (уменьшение промыслового запаса сельди черноморско-азовской проходной) в 1990-х и начале 2000-х гг. лов закидными неводами практически не велся.

В прежние времена ставные сельдевые невода были достаточно эффективными орудиями лова в Керченском проливе. Вылов сельди с использованием двухкотлового невода типа «гигант» достигал в среднем 30 т в год [9]. Однако это дорогостоящее орудие лова, для промысла с его помощью требуются значительные капиталовложения. Поэтому после восстановления промысла сельди пользователи предпочитали вести промысел более доступными орудиями лова – сетями. В последние годы лов сельди ставными сельдевыми неводами крымскими рыбаками практически не велся. Часть сельди вылавливается в качестве прилова ставными хамсово-тюлечными неводами, устанавливаемыми для промысла хамсы.

Для повышения добычи сельди созрела необходимость восстановить традиционные способы лова черноморско-азовской сельди закидными и ставными неводами.

**Промысел ставриды и барабули.** Прибрежный промысел ставриды и барабули у берегов Крыма в настоящее время разрешен в 5-километровой прибрежной зоне Азовского моря и в Керченском проливе ставными неводами с 1 мая по 31 июля и с 1 сентября по 31 октября [10]. Ограничений по количеству орудий лова нет.

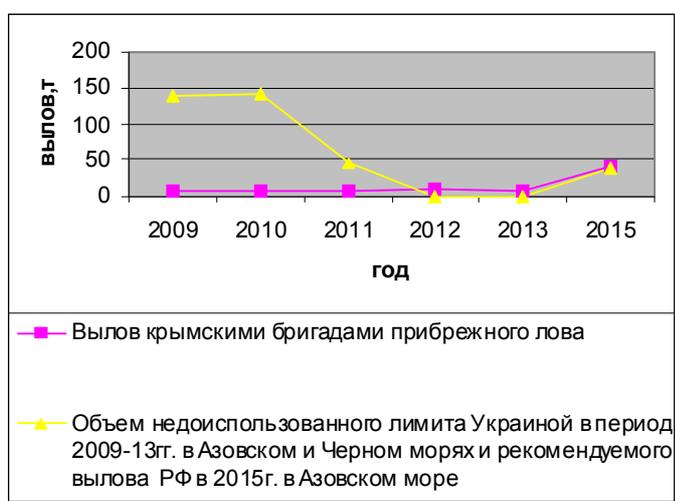


Рис. 6 Вылов ставриды крымскими предприятиями за период 2009-2013 гг. и в 2015 г. в Азовском море, и объемы неиспользованного лимита Украиной в период 2009-2013 гг. в Азовском и Черном морях и рекомендуемого вылова РФ в 2015 г. в Азовском море

Вылов ставриды составил 99 т. Предприятиями РФ в Азовском море до 2014 г. ставрида почти не вылавливалась (табл. 6). Освоение этого лимита в основном легло на крымские рыбодобывающие предприятия, в частности на бригады прибрежного лова. В результате, в 2015 г. среднегодовой вылов ставриды крымскими рыбаками хоть и увеличился, неиспользование этого лимита составило 60 %, а это означает необходимость повышения эффективности промысла ставриды в Азовском море.

Таблица 6

Вылов ставриды и барабули РФ в период 2009-2013 гг. в Азовском море

Год	Ставрида			Барабуля		
	Рекомендованный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Неиспользование лимита, т/%	Рекомендованный объем добычи, т	Фактический вылов, т	Неиспользование лимита, т/%
2009	19,5	0	19,5/100	19,46	0,07	19,39/99
2010	19,58	0,12	19,46/99	19,65	0,43	19,22/98
2011	49,5	1,22	48,28/98	19,65	1,52	18,13/92
2012	19,5	0,41	18,8/96	4,5	2,22	2,28/51
2013	19,95	0,72	19,2/96	0,74	0,8	0/0

Вылов барабули в Азовском море в Украине не лимитировался. Уловы крымскими предприятиями барабули в период 2009-2013 гг. показаны в табл. 4. Из данной таблицы видно, что выловы в 2012 и 2013 гг. сократились. Если в этот период предприятиями в среднем вылавливалось 32 т барабули, то в 2013 г. – 15 т. На 2015 г. рекомендованный объем добычи барабули в Азовском море для РФ составлял 47 т. Как видно из табл. 6, выловы барабули в Азовском море РФ в 2009-2013 гг. были незначительными (до 2 т). Поэтому предполагалось, что основная задача по освоению лимита на барабулю будет ложиться в основном на крымских пользователей при промысле у берегов Крыма. Именно для крымских рыбаков и важен вопрос эффективности лова барабули.

Ставрида – пелагическая морская стайная рыба. Обычно держится у дна, но, преследуя добычу, собирается стаями, которые двигаются у поверхности воды [11]. В весенне-летний период ее промысел ведется при совершении ею миграций через Керченский пролив в Азовское море на нерест. В этот период рыба продвигается вдоль берега мелкими разреженными стаями [12]. Осенний лов ставриды ведется при ее миграции к местам зимовок в Черном море. Косяки движутся в прибрежной зоне, ночью рассеиваются, днем концентрируются [14].

Барабуля – морская, преимущественно придонная рыба [11]. В весенне-летний период ее промысел ведется при совершении ею миграций в Керченский пролив на нерест и затем в Азовское море для нагула. Основу уловов составляет мигрирующее северокавказское стадо. Осенний лов ставриды ведется при ее миграции вдоль крымских берегов к местам зимовок в Черном море.

Промысел ставриды и барабули в Азовском море и Керченском проливе в настоящее время ведется ставными неводами с шагом ячеи в котле 10 мм. Чаще всего такие невода строятся по размерам хамсово-тюлечных неводов. Это делается для того, чтобы в весенне-летний период с их помощью можно было облавливать барабулю и ставриду, а в осенний период снимать эти невода и на эту же раму навешивать хамсово-тюлечные для облова как хамсы, так и ставриды с барабулей в качестве прилова. Установка отдельной рамы для таких неводов считается затратной и нецелесообразной. Недостатком такого способа является то, что такие невода по размерным характеристикам необходимо подгонять под хамсово-тюлечные ставные невода. Но для лова барабули и ставриды целесообразней было бы использование орудий лова с меньшими линейными характеристиками. Использование одной рамы (одного места установки) также не способствует максимально эффективному лову, так как пути миграций (движения) косяков этих рыб часто различаются.

Очень большой вред промыслу ставными неводами наносят бакланы. Поскольку ловушки этого орудия лова сверху открыты, бакланы заплывают (ныряют) в них и выедают рыбу, которая зашла в ставной невод. Это особенно касается мелкочастиковых видов рыб, в частности ставриды и барабули. При этом они выгоняют из котла зашедшую рыбу и пугают ту, которая могла бы зайти в невод. Сетной части невода бакланы наносят существенные повреждения (порывы).

В результате проведенного анализа современного состояния технологии добычи рыбы у берегов Крыма выявлены недостатки, не способствующие повышению эффективности промысла и увеличению добычи рыбы в разрешенных объемах. Для перспективы улучшения ситуации по ведению рационального рыболовства в Азовском море у побережья Крыма предлагаются пути и способы развивать прибрежное рыболовство по таким направлениям: способы и орудия лова, механизация процессов рыболовства, организация прибрежного лова.

**Способы и орудия лова.** Учитывая недостатки промысла, повышения эффективности технологии добычи азовской хамсы в прибрежной зоне можно добиться следующими способами: повышение штормоустойчивости ставных неводов, возможность установки ставных неводов дальше от берега для облова косяков «ходовой» рыбы, применение ловушек закрытого типа во избежание негативного влияния бакланов, применение более специализированных орудий лова хамсы.

Сотрудниками ЮгНИРО велись работы по использованию ставных неводов со штормоустойчивой оснасткой в Азовском море. Одна из схем установки ставного невода типа «полугигант» со штормоустойчивой оснасткой показана на рис. 7.

В этих исследованиях были выявлены преимущества экспериментальных конструкций неводов. При установке и эксплуатации экспериментальных штормоустойчивых неводов на мягких каркасах исключены трудоемкие процессы, которые характерны при установке и эксплуатации ставных не-

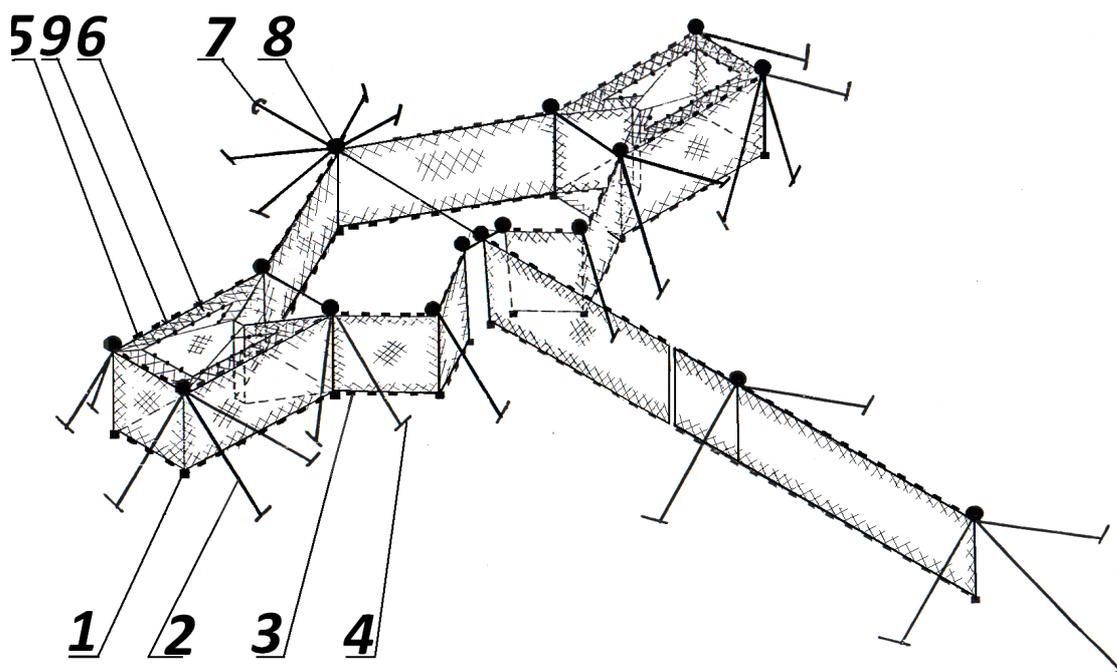


Рис. 7 Невод ставной штормоустойчивый типа «полугигант»:  
 1 – угловой груз; 2 – наклонная оттяжка; 3 – груз распределенной загрузки;  
 4 – кол; 5 – поплавок; 6 – козырек; 7 – якорь; 8 – угловой буй; 9 – рама

водов с жестким каркасом на гундерах. При установке и снятии экспериментальных неводов тратится значительно меньше промыслового времени, меньше и зависимость от погодных условий. Для ведения лова на больших глубинах возможна установка ставных неводов с мягким каркасом на якорях, что позволяет расширить районы промысла. Экспериментальные ставные невода при неблагоприятных погодных условиях показали большую надежность и устойчивость, меньшую аварийность, получали менее серьезные повреждения, соответственно на их восстановление требовалось меньше материальных средств и промыслового времени [16]. При эксплуатации штормоустойчивых ставных неводов возможна механизация при применении специально оборудованного рыболовецкого бота (небольшого судна), вследствие чего повышается производительность труда. Для этого рыболовецкий бот (судно) оснащают неводной площадкой, рыбонасосом для выкачки улова и несколькими силовыми механизмами (грузовая стрела, турачка).

При интенсивном движении косяков хамсы вдали от берега целесообразно устанавливать ставные невода специальной конструкции для облова «ходовой» рыбы. Отличительной особенностью таких неводов является наличие двух направляющих крыльев, которые расположены под углом по отношению друг к другу (рис. 8). Такое расположение крыльев оказывает лучшее направляющее воздействие на рыбу, чем крыло, расположенное перпендикулярно к ходу рыбы [17]. Поскольку подобные невода будут выставляться дальше от берега и на больших глубинах, целесообразно их оснащать штормоустойчивой оснасткой и строить максимально облегченными. Для этого упрощается конструкция (применяется однокотловый невод без двора), в крыльях ставится ячея размером больше обычной. Такие невода тоже можно обрабатывать с помощью бота и судовых механизмов на нем.

Для повышения эффективности промысла ставные невода целесообразно строить и устанавливать специализированно для облова хамсы. Вследствие того, что хамса является пелагической рыбой, для ее лова сетную стенку ставных неводов не обязательно делать до дна, это будет способствовать удешевлению невода, повышению его штормоустойчивости и надежности.

Для промысла пиленгаса у крымского побережья Азовского моря целесообразно применение стационарных орудий лова. Для этого необходимо проработать конструкцию ставного невода с подъемной дорогой (рис. 9) применительно к местным условиям, а также пиленгасовой ловушки

закрытого типа с мягким каркасом на наплавах (рис. 10). Пиленгасовая ловушка с мягким каркасом может стать альтернативой пиленгасовым вентерям, так как размеры конструкции можно увеличить по сравнению с вентерями, что должно положительно отразиться на уловистости пиленгаса.

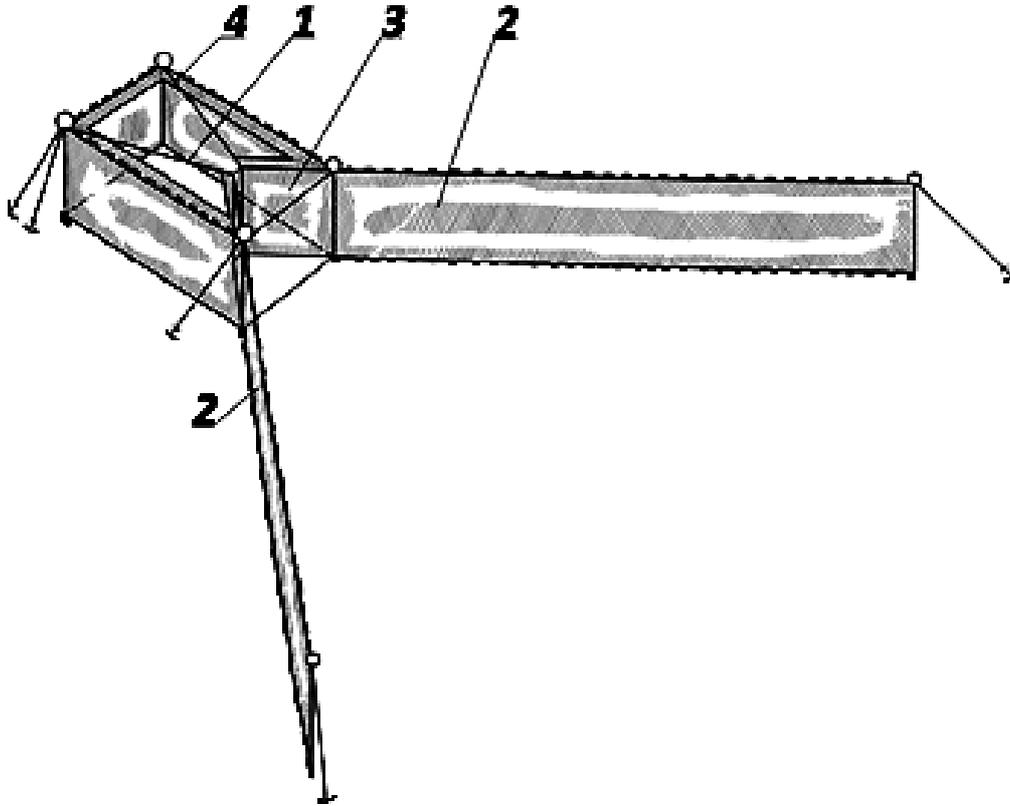


Рис. 8 Невод ставной на «ходовую» рыбу: 1 – котел; 2 – направляющие крылья; 3 – вход; 4 – козырек

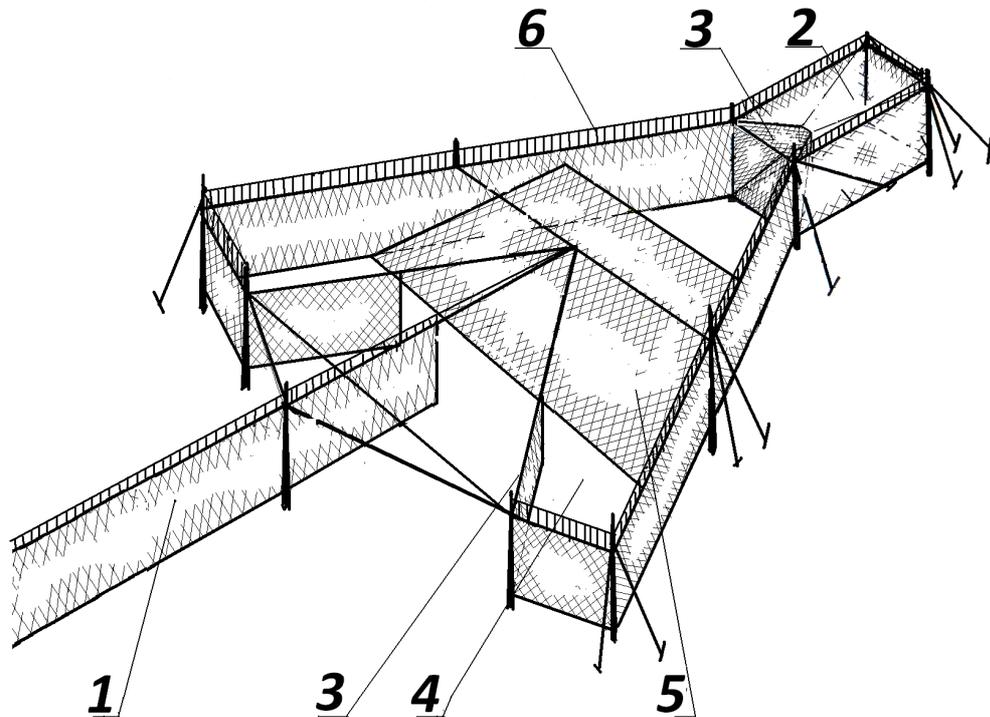


Рис. 9 Ставной невод пиленгасовый: 1 – направляющее крыло; 2 – котел; 3 – открылки или усынки; 4 – двор; 5 – подъемная дорога; 6 – парапет

Преимуществом такой ловушки является возможность ее установки не только на дне, как вентера, но и у поверхности, облавливая верхнюю пелагиаль. При этом ее обработку можно механизировать с помощью судовых механизмов.

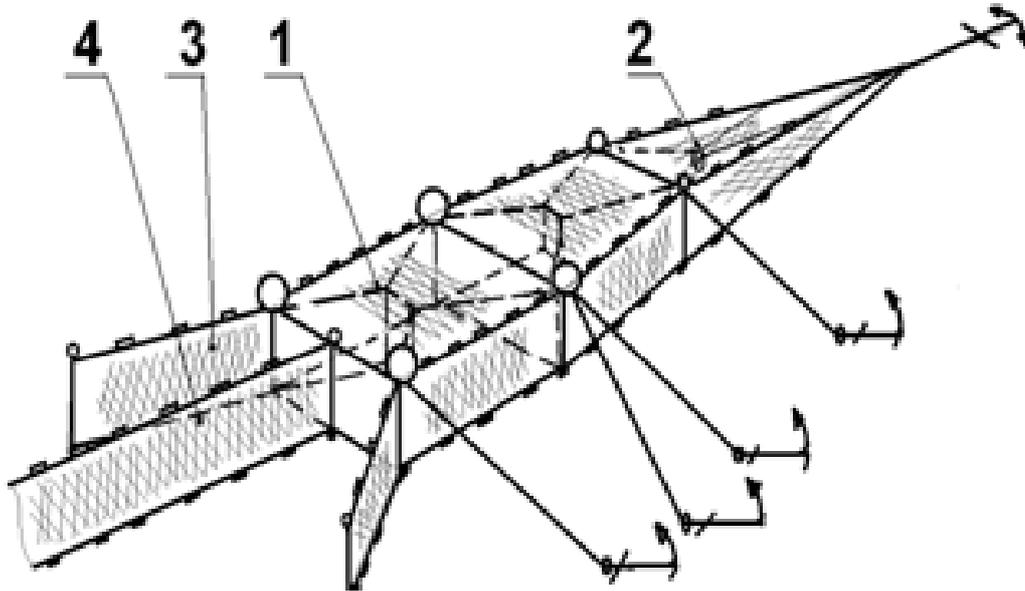


Рис. 10 Ловушка с мягким каркасом: 1 – направляющий двор; 2 – куток; 3 – открылки; 4 – направляющее крыло

У крымских берегов Азовского моря можно также выяснить эффективность лова пиленгаса подъемными заводами. Для этого важно знать пути движения пиленгаса в отдельных районах. Определить эти пути можно с помощью небольших исследований ставными сетями.

Как уже отмечалось ранее, промысел пиленгаса сетями имеет много недостатков, главным образом негативно влияющих на сохранность и воспроизводство рыбных ресурсов Азовского моря. Хотя по уловистости эти орудия лова на сегодняшний день, наверное, одни из лучших и промысел с их помощью часто очень рентабельный, но, следуя природоохранным соображениям, целесообразно искать альтернативу пиленгасовым сетям. Частичным решением вопроса снижения негативных последствий от потери сетей в море или невозможности вовремя произвести переборку может стать ужесточение контроля над своевременным снятием сетей и использованием более мореходных плавсредств.

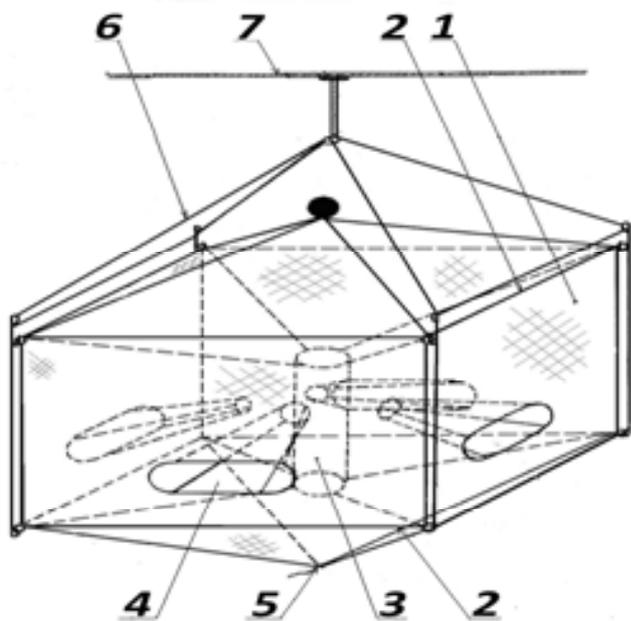


Рис. 11 Подъемная ловушка: 1 – сетная часть; 2 – каркас; 3 – цилиндр для наживки; 4 – входа; 5 – ропускное отверстие; 6 – уздечки; 7 – вожак

Недостатки промысла бычков в Азовском море обуславливают необходимость усовершенствования конструкции вентерей и подъемных ловушек для использования судовой механизации при их эксплуатации. Сотрудниками ФГБНУ «ЮгНИРО» разработаны конструкции подъемной (рис. 11) и донной (рис. 12) ловушек. Конструкции этих ловушек позволяют составлять их в порядки и обслуживать их с помощью судовых механизмов.

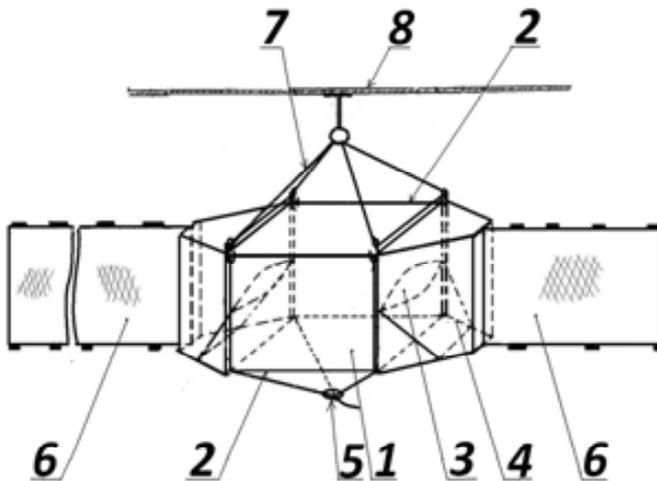


Рис. 12 Донная ловушка: 1 – сетная часть; 2 – каркас; 3 – входа; 4 – подъемная дорога; 5 – роспускное отверстие; 6 – паранет; 7 – уздечки; 8 – вожак

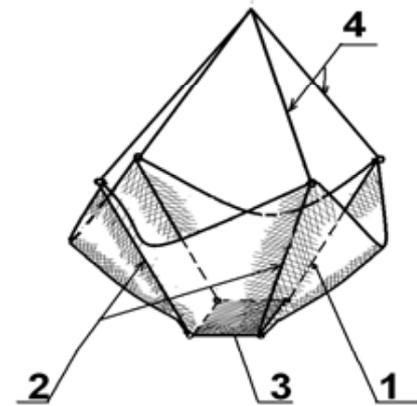


Рис. 13 Ловушка подъемная экспериментальной конструкции: 1 – сетная часть; 2 – стойки; 3 – запорная крышка; 4 – уздечки

Для этого достаточно иметь небольшой рыболовный бот (судно), оснащенный несколькими силовыми механизмами (грузовая стрела или подвесной блок, турачка или лебедка). Для обслуживания порядков бычковых ловушек достаточно 3 рыбака. Конструкции этих ловушек разборные, что позволяет брать на борт достаточно большое их количество. Вылов одной такой ловушкой за подъем может достигать 100 кг бычков.

Эффективным ловом бычков может стать способ лова на подъемную ловушку экспериментальной конструкции. Для такого способа лова можно применить предложенную сотрудниками ФГБНУ «ЮгНИРО» конструкцию подъемной ловушки (рис. 13). Лов такой ловушкой на приманку осуществляется с использованием судовых механизмов. Для большей эффективности лов целесообразно проводить двумя такими ловушками поочередно.

Возле крымских берегов Азовского моря кефали не образуют плотных скоплений. Сбиваться в большие косяки они начинают при заходе в Керченский пролив. Как отмечалось выше, закидными неводами ловить эти виды рыб возле крымского берега в Азовском море не совсем целесообразно. Разреженные стаи кефалей эффективнее было бы облавливать стационарными орудиями лова. Так как биологические характеристики кефалей сходны с характеристиками пиленгаса, то и типы стационарных орудий лова, предлагаемые для повышения эффективности промысла пиленгаса, могут быть рассмотрены для лова кефалей. Это касается ставных неводов со специальными входными устройствами и паранетом, а также ловушек закрытого типа с мягким каркасом на наплавах. У крымских берегов Азовского моря также рекомендуется выяснить эффективность лова кефалей подъемными заводами.

Для восстановления традиционных способов лова сельди черноморско-азовской проходной закидными и ставными неводами необходимо усовершенствовать как сами орудия лова, так и технологии добычи с их помощью. Для использования в промысле сельди закидных неводов важным условием является возможность применения механизации для замета невода и для его выборки. Этого можно достигнуть, если вести лов судном или иметь стационарные тони, оборудованные средствами механизации.

Так как основной промысел сельди черноморско-азовской проходной ведется в период (ноябрь-март), характерный частыми штормовыми погодами [4], целесообразно применение более штормоустойчивых ставных орудий лова. В этой связи для лова сельди стоит изучить возможность использования ловушки закрытого типа с мягким каркасом на наплавах с повышенными штормоустойчивыми свойствами (см. рис. 10).

Сделать промысел сельди черноморско-азовской проходной ставными сетями более эффективным и при этом уменьшить возможные негативные последствия от утери сетей или гибели рыбы

можно, если вести промысел не маломерными лодками, а более мореходными плавсредствами (например, морским рыболовным ботом). При этом из сетей формируется порядок, для выборки которого можно применить специальную сетевыборочную машину или силовой блок. При выборке сети могут наматываться на сетевой барабан.

Как уже отмечалось выше, промысел ставриды и барабули в Азовском море и Керченском проливе проводится не совсем рационально. Для лова этих видов рыб целесообразней было бы применять более оптимальные орудия и способы лова. Так как барабуля и ставрида в большей мере держатся в

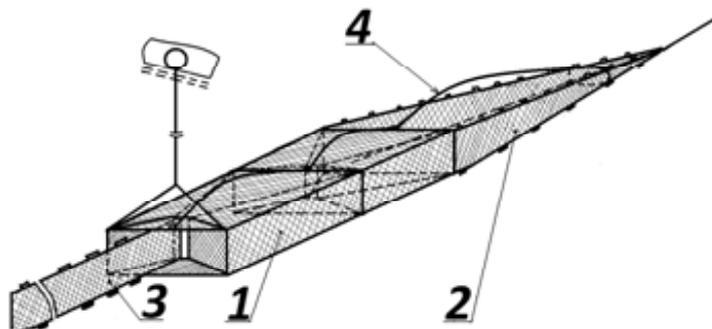


Рис. 14 Донный ставной невод: 1 – направляющий двор; 2 – куток; 3 – направляющее крыло; 4 – лить с делительным стропом

придонных слоях, в Черном море они успешно облавливаются донными ставными неводами. Такие орудия лова можно было бы внедрить и для промысла в Азовском море. Сотрудники ФГБНУ «ЮгНИРО» рассматривали такой вариант с учетом возможности переборки донного ставного невода небольшим судном с помощью судовых механизмов. Предложена конструкция донного ставного невода с острожкой для переборки его судном (рис. 14).

Представляет интерес ведение лова ставриды в Азовском море кон-

нусной сетью с привлечением рыбы на электрический свет. Для этого необходимо перенести опыт ведения промысла таким способом лова с Черного моря в Азовское и применить его с учетом условий новых районов лова. Лов конусной сетью в прибрежной зоне моря можно вести с судна (в том числе морского рыболовного бота) или с вышки, установленной в море (в том числе вышек подъемного завода).

**Механизация процессов рыболовства.** Как отмечалось выше, в настоящее время почти все технологические операции, связанные с обслуживанием орудий лова в прибрежном рыболовстве Крыма, выполняются рыбаками вручную. Это тормозит развитие и повышение эффективности прибрежного промысла. Для улучшения данной ситуации предложены усовершенствования орудий и способов лова, рассчитанные на механизацию процессов добычи основных видов рыб. Такая механизация возможна при использовании на промысле небольшого судна (морского рыболовного бота) с имеющимися на борту необходимыми механизмами и промысловым оборудованием. На основании опыта ведения прибрежного рыболовства, существующих и предлагаемых орудий и способов лова, местных климатических и географических условий, требований оптимизации производства определяются требования к судну и его основные характеристики.

В условиях отсутствия закрытых бухт для защиты от штормов, а также с учетом необходимости вытаскивания на берег предлагаемое рыболовное судно может иметь следующие характеристики:

- корпус – стальной, катамаран или плоскодонный;
- длина корпуса – до 13 м;
- ширина на миделе – до 5 м;
- осадка в полном грузе – до 0,8 м;
- грузоподъемность – до 10 т;
- экипаж – до 4 чел.

Судно обеспечивается промысловым оборудованием и механизмами, установленными на палубе (рис. 15). Промысловые схемы при обслуживании предлагаемых орудий лова показаны на рис. 16 (а, б, в, г, д, е).

**Организация прибрежного лова.** При организации прибрежного лова для развития и повышения его эффективности, важно определить рациональное использование прибрежного участка моря и оптимальное использование на этом участке орудий добычи (вылова).

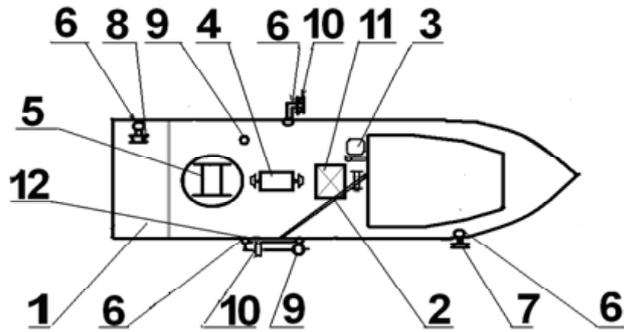


Рис. 15 Морской рыболовный бот: 1 – кормовая площадка; 2 – грузовая стрела; 3 – рыбонасос; 4 – лебедка с двумя турачками; 5 – сетевыборочный барабан; 6 – кран-балка; 7 – носовой блок; 8 – кормовой блок; 9 – поворотный блок; 10 – бортовой блок; 11 – трюм; 12 – мальгогер

При выборе мест установки стационарных орудий лова рыбак должен руководствоваться двумя основными критериями. Первое – орудие лова должно устанавливаться в том месте, где предполагается основной ход объекта лова. Второе – орудия лова желательно выставлять недалеко от места базирования пользователя. Для эффективного ведения прибрежного промысла, а также с учетом возможности ведения промысла рядом других пользователей важно найти оптимально компактную схему установки орудий лова.

На сегодняшний день Правилами рыболовства для одних стационарных орудий лова (ставные невода, вентеря, каравки) установлены минимально допустимые расстояния между ними [10], а для других стационарных орудий лова (подъемный завод,

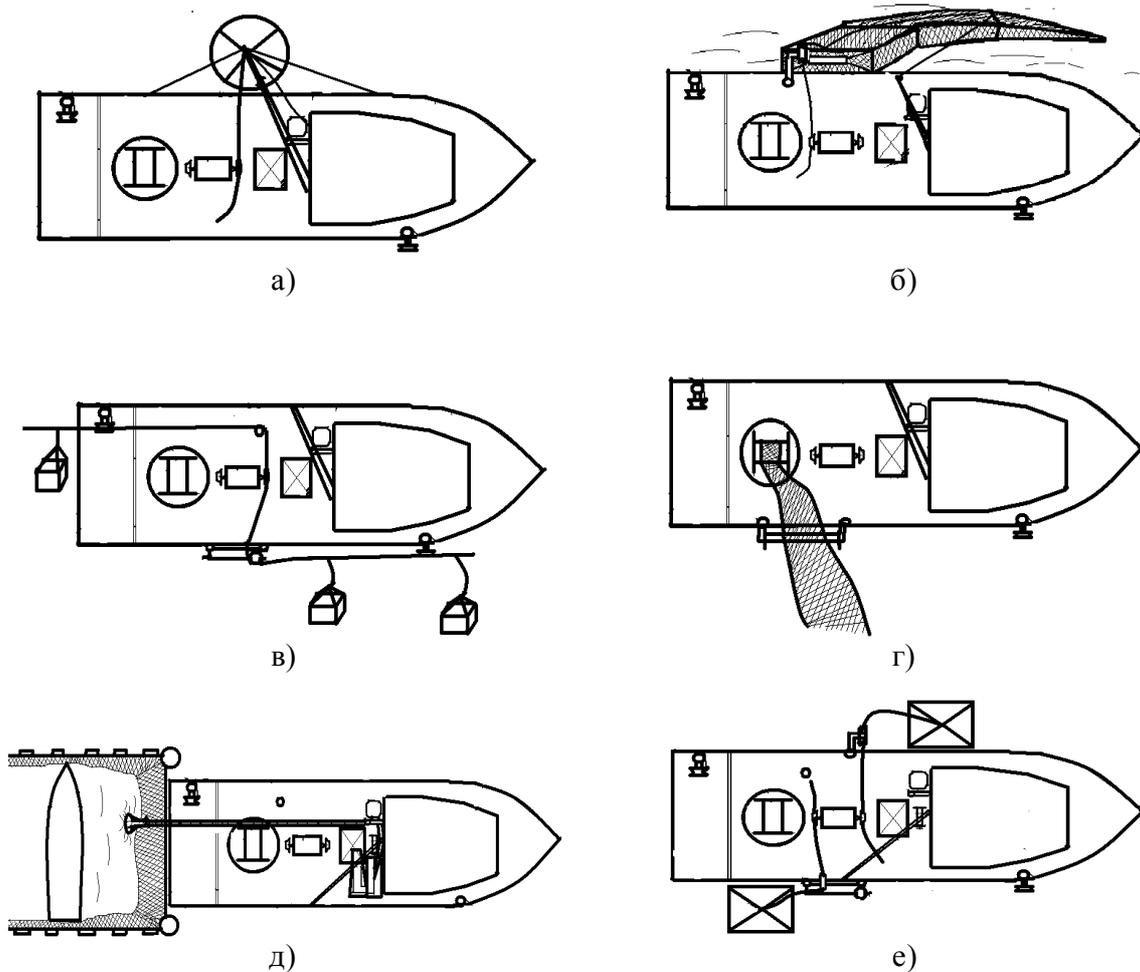


Рис. 16 Промысловые схемы для работы с орудиями лова: а) – лов конусной сетью; б) – лов донным ставным неводом; в) – лов подъемными ловушками; г) – лов ставными сетями; д) – лов штормоустойчивым ставным неводом; е) – лов подъемными ловушками экспериментальной конструкции

ловушки) никаких ограничений нет. Также не совсем понятен принцип определения минимально допустимого расстояния между орудиями лова. Так, между лавами ставных неводов длиной по 900 м минимально допустимое возможное расстояние – 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. Однако при установке подо льдом ограничение в минимально допустимом расстоянии и между каравками, и между ставными неводами одинаковое. Вероятно, следует выработать принципы, по которым необходимо определять допустимые параметры установок и габаритных размеров всех ставных орудий лова.

Для увеличения уловов и повышения эффективности рыболовства у берегов Крыма целесообразно устанавливать морские рифовые сооружения комплексного назначения [5]. Они могут служить в качестве убежищ и искусственных нерестилищ для рыб (особенно для бычков). Многофункциональные морские рифовые сооружения возможно использовать в сочетании с мидийными коллекторами. При этом на них могут выращиваться мидии, устрицы, водоросли. Установка рифовых сооружений способствует увеличению численности и разнообразия ихтиофауны. Рифовый биоценоз прямо или косвенно способствует не только развитию всех морских гидробионтов, но и привлекает к себе и задерживает мигрирующих рыб. Таким образом, в районе установки рифового сооружения образуется «оазис» с концентрирующимися скоплениями различных видов рыб и других гидробионтов.

Такое рифовое сооружение было бы целесообразно устанавливать и использовать в районе действия каждой бригады прибрежного лова. Перед установкой рифового сооружения изучаются особенности гидролого-гидрохимического режима и геоморфологическое строение грунтов; определяются места, оптимальные глубины установки, назначение и тип рифового сооружения, его оптимальные размеры. Вокруг и по возможности внутри такого рифового сооружения выставляются различные ловушки и другие орудия добычи (вылова) (рис. 17).

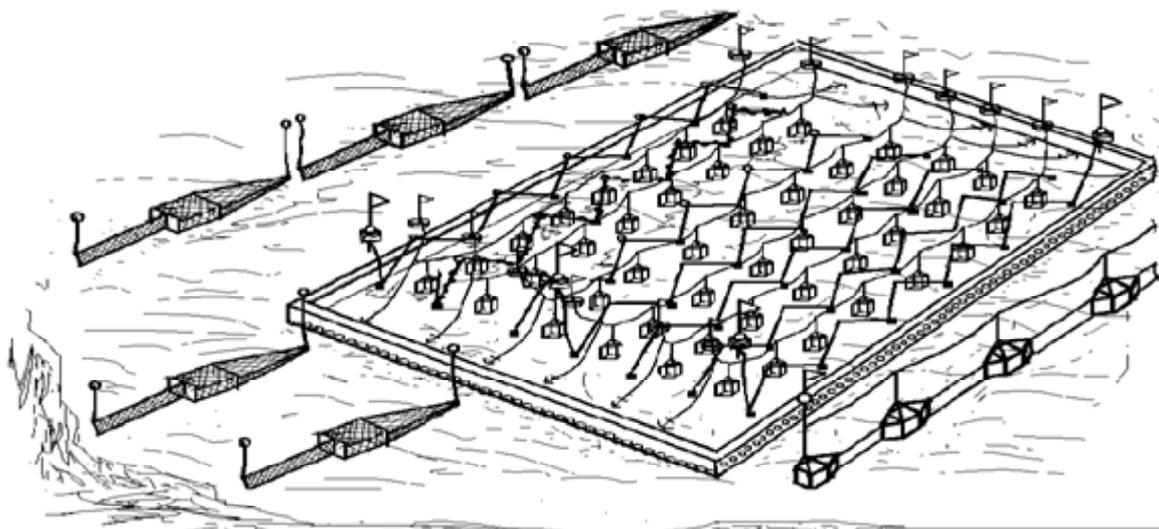


Рис. 17 Установка орудий добычи (вылова) совместно с рифовыми сооружениями

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанного анализа современного состояния технологии добычи рыбы в Азовском море и Керченском проливе у берегов Крыма отмечены недостатки при проведении промысла и даны рекомендации по его развитию и повышению эффективности:

- за рассмотренный период с 2009 по 2013 г. и в 2015 г. в зоне действия крымских рыболовных предприятий в среднем ежегодно недоиспользовался лимит по таким основным объектам лова: хамса азовская – 51 %, или 38762 т; пиленгас – 49 %, или 2653 т; кефали – 39 %, или 78 т; бычки – 11 %, или 1765 т; сельдь черноморско-азовская – 85 %, или 190 т; ставрида – 30 %, или 73 т. Часть этого недоиспользованного объема рыбы при усовершенствовании технологии

- добычи и повышении эффективности промысла могла быть выловлена и использована крымскими рыбаками;
- при рассмотрении современного состояния промысла рыбы у берегов Крыма отмечены различные недостатки технологии добычи каждого из основных объектов лова. Основными недостатками являются: при обслуживании стационарных орудий лова, а также сетей в основном используется ручной труд рыбаков без средств механизации процессов; лов осуществляется на маломерных плавсредствах (лодках, байдах), характеризующихся малой судоходностью и отсутствием каких-либо промышленных механизмов и оборудования; низкая штормоустойчивость и надежность ставных орудий лова на гундерах; ощутимый вред, наносимый бакланами улову и сетной части таких орудий лова; нецелесообразность применения некоторых разрешенных орудий лова в современных условиях; излишнее применение на промысле неспециализированных орудий лова;
  - для развития и повышения эффективности рыболовства в Азовском море у побережья Крыма предлагаются пути и способы по следующим направлениям: способы и орудия лова, механизация процессов рыболовства, организация прибрежного лова;
  - учитывая недостатки технологии добычи различных видов рыб, предложены усовершенствования применяемых на промысле орудий лова, а также новые способы и орудия лова с возможностью их эксплуатации с помощью судовой механизации;
  - на основании опыта ведения прибрежного промысла, существующих и предлагаемых орудий и способов лова, местных климатических и географических условий, требований оптимизации производства предлагается использование на промысле небольшого рыболовного судна типа морской промысловый бот, оснащенного необходимым промысловым оборудованием и механизмами, установленными на палубе для обслуживания предлагаемых орудий лова;
  - для увеличения уловов и повышения эффективности рыболовства у берегов Крыма в районе действия каждой бригады прибрежного лова рекомендуется устанавливать морские рифовые сооружения комплексного назначения, а также найти оптимально компактную схему установки орудий лова.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Альбом прибрежных орудий лова* Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь: Югрыбтехцентр, 1989. – С. 140-202.
2. *Альбом разрешенных орудий промышленного рыболовства* для промысловых районов Азово-Черноморского бассейна. – Керчь: КГМТУ, 2007. – С. 37.
3. *Баранов Ф.И.* Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960. – С. 552-556.
4. *Гидрометеорологические условия* шельфовой зоны морей СССР / Азовское море. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – Т. 3. – С. 180-218.
5. *Крючков В.Г.* Гидробиотехническое сооружение (ГБТС) экологического, санитарного и берегозащитного назначения // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : мат. VII междунар. конф. (г. Керчь, 20-23 июня 2012 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – С. 68-72.
6. *Наставление по промыслу пиленгаса* в бассейне Азовского моря. – Севастополь: Югрыбтехцентр, 1999. – С. 14-19.
7. *Наставление по промыслу пиленгаса* в заливах, лиманах, гирлах и прибрежной части Азовского моря. – Севастополь: Югрыбтехцентр, 1998. – С. 18.
8. *Орудия промышленного рыболовства* Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь: Центральное конструкторско-технологическое бюро, 1967. – С. 10.
9. *Орудия рыболовства* Азово-Черноморского бассейна. – М.: Пищепромиздат, 1952. – С. 70.
10. *Правила рыболовства* для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Утверждены приказом Минсельхоза России № 293 от 01.08. 2013 г. – С. 13-28.
11. *Промысловые рыбы СССР*. – М.: Пищепромиздат, 1949. – 788 с.
12. *Промысловый календарь* Азово-Черноморского бассейна / Научно-промысловая информация. – Керчь, 1983. – № 69. – 86 с.

13. *Протокол XXVI сессии* Украинско-Российской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море.
14. *Состояние биологических ресурсов* Черного и Азовского морей. – Керчь: ЮгНИРО, 1995. – 64 с.
15. *Справочник промысловика*. – Севастополь: Всесоюзное рыбопромышленное объединение «Азчеррыба». Центральное проектно-конструкторское и технологическое бюро, 1988. – С. 362.
16. *Стафикопуло А.М.* Создание ставных неводов штормоустойчивой конструкции на Азово-Черноморском бассейне // *Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона* : мат. VIII Междунар. конф. (г. Керчь, 26-27 июня 2013 г.) – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 186-191.
17. *Фридман А.Л.* Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – С. 445-449.
18. *Шапунов Е.Е.* Анализ конструкции и обоснование размеров хамсово-тюлечных ставных неводов типа «полугигант» для Азовского побережья Крыма // *Сборник работ по Азовскому морю*. – Симферополь: Крымиздат, 1951. – С. 93-137.

*Поступила 15.02.2016 г.*

**Options for coastal fishing development in the Azov Sea off the Crimean coast. A. M. Stafikopulo, Ya. I. Gorbatyuk.** *For the last years, there has been a problem of inefficient use of available fish resources (resource underexploitation). By means of complete utilization of the allowed catch limits of aquatic biological resources, it would be possible to improve economical performance of fishing and fish processing enterprises as well as social and other parameters of the region. Fish statistics data on the total catch of the main commercial species (mullet, Azov anchovy, Azov turbot, gobies, horse mackerel, red mullet) in the Black and Azov Seas Fishery Basin is presented for the period of 2009-2013 (Ukrainian jurisdiction) and 2015, when fishery enterprises conducted their activities under the jurisdiction of the Russian Federation. Advantages of those fishing methods and fishing gear, upgraded during the experimental and test works, are described. Existing drawbacks in the methods of coastal fishing are presented as well as the development options of more efficient fishing for coastal fishing enterprises in the Azov Sea and the Kerch Strait off the Crimean coasts.*

**Keywords:** Azov and Black Seas Fishery Basin, Azov Sea, Kerch Strait, coastal zone, fishing practice, fishing enterprises, fishing methods, fishing regulations, fishery, fishing gear, structural design, vessel machinery, artificial reefs, reef construction

## ОБОСНОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ СРОКОВ ДОБЫЧИ ЦИСТ АРТЕМИИ В КРЫМУ

А. Н. Михайлюк, зам. зав. отд., А. М. Сёмик, зав. лаб.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: mihaylyuk\_a\_n@azniirkh.ru

*На основе систематизации и анализа литературных данных рассмотрены возможные негативные последствия добычи цист артемии *Artemia salina* в соленых водоемах полуострова Крым (Российская Федерация) в разные периоды года. Во избежание негативных последствий в Правилах рыболовства рекомендуется предусмотреть разрешение добычи цист артемии (как при промысле, так и при любительском рыболовстве) с 1 октября по 28 февраля. Эта мера должна относиться как к внутренним водоемам Крыма, так и к водным объектам, сообщающимся с Азовским морем. Если в процессе дальнейших наблюдений будет установлено, что в октябре в водоемах наблюдается еще достаточно большое количество взрослых рачков, продуцирующих цисты, то целесообразно смещение начала промысла на середину октября или даже на 1 ноября. В случае прекращения промысла цист артемии вследствие реализации рекомендованного изъятия до истечения календарного года целесообразно введение запрета на их промысел и в январе-феврале.*

**Ключевые слова:** регулирование рыболовства, *Artemia salina*, цисты, промысел, любительское рыболовство, Крым

Интерес к заготовке цист (яиц) артемии для нужд рыборазведения отмечается в Крыму с середины 60-х годов прошлого века. Действовавшие в те годы «Правила промысла морских растений и водных беспозвоночных в водоемах СССР», утвержденные приказом Минрыбхоза СССР от 17.01.1966 г. № 17, не регламентировали их промысел. Поскольку в этих Правилах указаны как запрещенные, так и разрешенные виды промысла, а промысел артемии и ее цист вообще не упоминается, то остается неясным, какие правовые последствия это порождало (был ли этот промысел разрешен или запрещен). Регламентация промысла цист артемии была предусмотрена «Правилами промыслового рыболовства в бассейне Черного моря», утвержденными приказом Государственного комитета рыбного хозяйства Украины от 08.12.1998 г. № 164. Промысловая добыча цист артемии разрешалась во внутренних водных объектах Автономной Республики Крым путем их сбора с 1 октября по 31 марта [12]. Лишь только на 2014 г. эта норма была изменена «Режимом рыболовства в бассейне Черного моря в 2014 году», утвержденным приказом Министерства аграрной политики Украины от 13.12.2013 г. № 737. В соответствии с ним промысел цист артемии разрешался путем их ручного сбора с прибрежных наносов с 1 января по 31 марта и с 1 июня по 31 декабря (пункт 18, подпункт 27).

Помимо внутренних водных объектов, в Крыму существуют водные объекты, связанные как с Черным морем, так и с Азовским морем. С точки зрения промысла артемии связанные с Черным морем водные объекты не представляют интереса. Из связанных с Азовским морем объектов для этих целей интересен Сиваш, представляющий собой систему мелких заливов у западного берега Азовского моря, соединяющуюся с ним проливом [11]. Согласно «Временным правилам промыслового рыболовства в бассейне Азовского моря», утвержденным приказом Государственного комитета рыбного хозяйства Украины от 31.12.1999 г. № 172, промысел цист артемии в Сиваше не был предусмотрен и, следовательно (см. пункт 13.1), был запрещен. Он был разрешен только на 2014 г.

«Режимом рыболовства в бассейне Азовского моря в 2014 году», утвержденным приказом Министерства аграрной политики Украины от 13.12.2013 г. № 737. Промысел цист артемии разрешался скребками, совковыми лопатами и ручными средствами на берегу (штормовые выбросы), а также с поверхности воды с использованием насоса с 1 октября по 31 декабря (пункт 12, подпункт 11).

В качестве любительского рыболовства разрешалась добыча водных беспозвоночных, в частности артемий, в количестве не более 0,1 кг на человека в сутки повсеместно, следовательно, и в Крыму («Правила любительского и спортивного рыболовства», утвержденные приказом Государственного комитета рыбного хозяйства Украины от 15.22.1999 г. № 19, пункт 4.9). Хотя эти Правила не уточняли, разрешается ли добыча артемии именно на стадии цист, по-видимому, указанную норму правил следовало трактовать таким образом, что такая добыча разрешалась; однако она могла осуществляться лишь одним способом: путем ручного сбора подобно прочим беспозвоночным (пункт 4.5). Во внутренних водных объектах Автономной Республики Крым запрещалась добыча водных животных, следовательно и артемий на стадии цист, с 1 апреля по 31 мая (пункт 4.14).

После перехода Крыма под юрисдикцию Российской Федерации возникла необходимость в соответствующем уточнении норм действующих Правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, утвержденных приказом Минсельхоза России от 01.08.2013 г. № 293 (далее – Правила). В большой спешке был подготовлен нормативный документ «Изменения, вносимые в правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 1 августа 2013 г. № 293», утвержденный приказом Минсельхоза России от 14.07.2014 г. № 273. Согласно этой редакции Правил расположенные в пределах Крыма внутренние воды были отнесены к бассейну Черного моря, а промысел артемии на стадии цист в этом регионе был разрешен с 1 октября по 31 марта (пункт 40.2.1, подпункт «р»). Таким образом, был подтвержден период промысла, существовавший ранее для внутренних водных объектов Крыма.

Указанный документ, по-видимому, изначально рассматривался как временный, поскольку уже в скором времени были приняты новые «Изменения, вносимые в Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 1 августа 2013 г. № 293», утвержденные приказом Минсельхоза России от 09.06.2015 г. № 234. Согласно этой редакции Правил, во внутренних водных объектах Крыма и в сообщающихся с Азовским морем водных объектах с содержанием солей более 40 г/л была разрешена добыча артемии на стадии цист с 15 июня по 31 декабря путем сбора скребками, совковыми лопатами и другими ручными инструментами на берегу из штормовых выбросов, а также с поверхности воды волокушами длиной не более 15 м и ручными сачками с использованием насосов (пункт 35.2, подпункт «е» и пункт 15.2, подпункт «у», соответственно).

Эти Правила не ограничивают добычу артемии на стадии цист в качестве любительского рыболовства, за исключением периода запрета с 1 апреля по 31 мая, установленного относительно добычи всех гидробионтов во внутренних водных объектах рыбохозяйственного значения Республики Крым (пункт 47.3, подпункт «г» и пункт 52, второй абзац). На Сиваш указанный запретный период не распространяется.

Как следует из вышеизложенного, нормы, определяющие сроки добычи цист артемии в Крыму, претерпевали существенные изменения, причем по неясным основаниям. Целью настоящей работы является выявление необходимости ограничения сроков добычи цист артемии в Крыму и обоснование рекомендаций по разрешенным срокам такой добычи.

Как известно [17], артемия (*Artemia salina* L.) является представителем жаброногих ракообразных и обитает в пересоленных водоемах. Она размножается в теплое время года как живорождением, так и откладыванием цист. Проходя половыми путями, яйцеклетки покрываются твердой оболочкой и превращаются в цисты, которые могут сохраняться до 2-3 лет. При благоприятных условиях из цист выходят личинки (науплиусы). Цисты артемий используются в рыбоводстве для выкармливания молоди рыб [1].

Наряду с обычными толстоскорлуповыми, выдерживающими длительное хранение цистами, артемия может откладывать тонкоскорлуповые цисты [3, 14]. В [3] указывалось, что из тонкоскорлупо-

повых цист науплиусы вылупляются или сразу после вымета, или некоторое время спустя, но не более чем через сутки. Однако, по мнению [14], тонкоскорлуповые цисты способны к кратковременной диапаузе (этот автор называет ее летней).

В соленых водоемах Крыма артемия выклеивается из перезимовавших цист в конце марта-начале апреля [5]. В этих водоемах весной и в начале лета подавляющее большинство рачков размножается живорождением, а во второй половине лета и осенью – преимущественно цистами в диапаузирующем состоянии (т. е. толстоскорлуповыми) [4].

В октябре в соленых озерах Крыма численность артемий ниже, чем в сентябре, а в ноябре она значительно ниже, чем в октябре; в это время в популяции не наблюдается науплиальных и ювенильных стадий [6]. С наступлением зимних холодов рачки в водоемах погибают, хотя в некоторые годы они, по данным [6], встречаются и в январе. Как правило, в зимний период в водоемах Крыма артемия встречается лишь на стадии цист. Из приводимых [5] данных следует, что общий запас цист в водоемах Крыма существенно изменяется в разные месяцы; а в исследованный этим автором период (май-октябрь) этот запас был наибольшим в сентябре-октябре, в то время как летом он был относительно небольшим. Из этих данных можно также сделать вывод, что основу запаса цист артемии в водоемах Крыма составляют цисты, продуцированные в текущем году, а не оставшиеся с прошлых лет.

Скопления цист артемии на берегах соленых водоемов в Крыму можно обнаружить в любое время года, но промысловые их запасы – преимущественно осенью [7]. Под влиянием ветра и волн цисты перемещаются по водоему, концентрируясь в прибрежной зоне, а затем выбрасываются на берег прибоем. Кроме цист, на берег выносятся водоросли, створки ракушек, перья птиц, остатки водной и береговой растительности, песок, ил и прочее. Особенно много выбрасывается на берег пустых оболочек цист. Скопления цист на берегу или в зоне прибоя не постоянны. Их местоположение часто изменяется в результате влияния атмосферных осадков и волновой деятельности, изменяющейся в зависимости от направления ветра. При этом цисты могут быть смыты волнами обратно в водоем и унесены на другие участки.

По наблюдениям одного из авторов (Сёмик А.М.), в условиях Крыма доля цист, выброшенных на берег, незначительна; преобладают цисты, находящиеся непосредственно в водоеме, где они могут располагаться как у поверхности, так и в толще воды, а также на дне, в т. ч. в отложениях ила.

Заготавливать цисты можно при их достаточной концентрации на берегу или в воде, используя подручные средства или специальные устройства [2, 7]. На берегу заготавливают цисты вручную, используя скребки, совки, веники, лопаты, лопатки и т. п.; зачастую приходится собирать цисты вместе со слоем грязи [7]. Для извлечения цист из толщи воды используются сачки различных конструкций [1, 18] и волокуши (см. Правила). При высокой концентрации цист в воде очень эффективно использование насоса с последующим отцеживанием цист [1]. Насос может использоваться также для взмучивания ила, содержащего цисты, с последующим отцеживанием цист из закачиваемой взвеси.

Загрязненность сырья, собранного из береговых выбросов в Крыму, значительно выше, чем у сырья, полученного непосредственно из водоема [1, 2]. По данным [2], в первом случае содержание примесей составляет до 80 %, а во втором – до 30 %. Сходная ситуация отмечается и для водоемов Алтайского края, где среднее содержание примесей в сырье, полученном на берегу, составляет 70 %, а в полученном на поверхности или в водной толще – 40 % [16]. Поэтому сырье лучше собирать в толще воды [18] или на ее поверхности. Собранное сырье очищают, высушивают и хранят в сухом месте [1, 2].

Цисты артемии, собранные весной, вследствие естественной активации имеют заметно более высокие показатели выклева, чем цисты, собранные осенью [1, 8-10, 13]. Однако при хранении этих цист показатели выклева существенно снижаются [1, 9]. Снижение показателей выклева в процессе хранения цист наблюдается и при искусственной активации; по-видимому, такое снижение обусловлено необратимостью происходящих в цистах процессов формирования зародыша [1].

О сроках сбора цист артемии в литературе приводятся самые противоречивые мнения. [7] отмечал, что заготавливать цисты в Крыму можно в любое время года; однако позднее этот же автор

уточнял, что «собирать яйца в промысловых масштабах весной на водоемах практически невозможно» [8]. Очевидно, в данном случае имеется в виду чисто физическая возможность сбора цист. В [14, 15] указывается, что заготавливать цисты артемии в соленых водоемах Крыма нужно в теплый период осени (конец сентября и октябрь) до начала дождей; а во временных водоемах добычу цист можно проводить летом и осенью [15]. По мнению [1], заготовку цист можно осуществлять во второй половине лета, все осенние и зимние месяцы и ранней весной, а наилучшее время для сбора – осень. В то же время [10] рекомендует собирать цисты в конце февраля – начале марта, поскольку вылупляемость собранных в это время цист выше, чем осенью, а цисты осеннего сбора зимой зачастую поражаются плесневыми грибами и нематодами.

Подготовленные в рамках данной статьи рекомендации предназначены не для рыбаков, выбирающих оптимальный период сбора цист, а для органов государственного управления рыболовством с целью возможного запрета сбора цист артемии в определенный период. Очевидно, что запрет на какие-либо действия должен устанавливаться в том случае, если эти действия могут причинить вред обществу или природе. Ниже будут рассмотрены те негативные последствия, которые может вызывать сбор цист артемии в какие-либо периоды года, вследствие чего целесообразно введение соответствующего запрета.

*Влияние сбора цист на состояние запасов артемии.* По-видимому, сбор цист артемии на берегу сам по себе не может негативно влиять на состояние ее популяций. Однако добыча этих цист в водоеме в теплое время года будет приводить к массовому отлову и гибели артемий на стадии рачка (как взрослых, так и науплиусов), что представляет собой серьезный вред для состояния запасов артемии. На этом основании рекомендуется ввести запрет на добычу цист артемии в теплое время года, вследствие чего промысел будет вестись только в холодное время, когда артемия на стадии рачка практически отсутствует в крымских водоемах. Этот запрет должен начинаться не позднее 1 апреля и заканчиваться в сентябре-октябре. Предварительно можно рекомендовать установить 30 сентября датой окончания этого запрета. Однако если в процессе дальнейших наблюдений будет установлено, что в октябре в водоемах наблюдается еще достаточно большое количество взрослых рачков, продуцирующих цисты, то нужно будет сместить окончание запрета на более поздний период (т. е. промысел цист должен начинаться, когда их продуцирование практически завершилось, чтобы изъятие цист не мешало данному процессу).

Поскольку количество цист на берегу невелико, то представляется нецелесообразным указывать в Правилах, что их сбор в качестве промысла может осуществляться в течение более продолжительного периода, чем добыча в водоемах.

*Влияние разнокачественности цист на качество продукции.* Как известно, часть цист, продуцируемых летом, имеет тонкую скорлупу, вследствие чего они, по-видимому, не могут храниться длительное время в сухом виде. В то же время изъятие этих цист из природной среды снижает воспроизводительную способность популяций артемии. Поэтому наличие тонкоскорлуповых цист является дополнительным обстоятельством для запрета промысла цист артемии в летний период.

Если бы сбор цист артемии гражданами был ограничен объемом, соответствующим их личным потребностям при ведении аквариумного рыбоводства, то не стоило бы запрещать сбор цист артемии на берегу при ведении любительского рыболовства в летний период. Однако в настоящее время, когда отсутствуют ограничения на объемы добычи при любительском рыболовстве, основная часть собранных цист на самом деле идет на рынок. Вследствие этого целесообразно введение запрета на сбор цист артемии в летний период также и для него.

*Влияние естественной активации цист весной.* Если бы собранные в марте цисты артемии использовались в рыбоводстве сразу же, то такой сбор можно было бы только рекомендовать. Однако добытые в качестве промысла цисты перед использованием предварительно поступают на рынок, что требует способности этих цист к длительному хранению. Поскольку собранные в марте цисты прошли естественную активацию, то при их хранении будет происходить необратимое снижение вылупляемости цист (иными словами, бесполезная их гибель), вследствие чего целесообразно введение запрета промысловой добычи цист артемии в марте.

Как и в предыдущем случае, если бы разрешенные объемы сбора цист артемии гражданами были законодательно ограничены, то не стоило бы запрещать этот сбор при ведении любительского ры-

боловства в марте. Однако в настоящее время, при отсутствии указанных ограничений, целесообразно введение запрета на сбор цист артемии в марте также при ведении любительского рыболовства.

*Влияние добычи цист артемии на состояние запасов других гидробионтов.* Во многих соленых водоемах Крыма наряду с артемией обитают также личинки хирономид (мотыль). Они находятся в отложениях ила, и облов цист в толще воды не беспокоит этих личинок. Однако если добытчики используют помпу для взмучивания ила, то при изъятии цист артемии будет добываться также мотыль. промысел мотыля разрешается в течение всего года, поэтому его заготовка в процессе промысла цист артемии не вызовет негативных последствий.

Исходя из вышеизложенного, представляется целесообразным ввести запрет на промысел цист артемии в период с марта по сентябрь, что соответствует разрешению этого промысла Правилами с 1 октября по 28 февраля. Как известно, добыча водных биоресурсов регламентируется не только Правилами рыболовства, но и величиной рекомендуемого улова, при реализации которого вводится запрет этого промысла в форме ограничения рыболовства (для видов, на которые не устанавливается ОДУ), предусмотренного Федеральным законом «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (статья 26). Важно рассмотреть, как два этих правовых инструмента будут взаимодействовать друг с другом. При ведении промысла осенью и в начале зимы используются в основном цисты, продуцированные в августе-октябре т. г., а рекомендованный объем их добычи определяется в первой половине предшествующего года (т. е. когда не появилась даже предшествующая генерация цист). Если интенсивность промысла не очень велика, то до конца года не будет изъято этих цист больше, чем биологически допустимо; изъятие в начале следующего года будет вестись из остатка цист данного года, а осенью – уже из новой генерации цист. По результатам проведения научных исследований в летний период вылов, рекомендованный на текущий год, может быть уточнен. Таким образом, в случае низкой интенсивности промысла противоречий между двумя этими правовыми инструментами не возникает.

Если же интенсивность промысла будет велика, то рекомендованный объем изъятия цист может быть выбран еще до конца года, что потребует досрочного прекращения промысла. Затем с начала года пользователи будут возобновлять добычу в счет рекомендованной величины изъятия на наступивший год, которая определялась в основном из расчета ожидаемой продукции предстоящей осенью, но из остатка прошлого года, который был уже использован полностью (в смысле биологической допустимости, а не физической возможности). Таким образом, при интенсивном промысле будут возникать два негативных момента: 1) промысел будет прерываться тогда, когда его ведение удобно (ноябрь-декабрь), и возобновляться в январе-феврале, когда его ведение неудобно; 2) добыча цист в январе-феврале при малом остатке цист прошлого года будет приводить к подрыву воспроизводительной способности популяций артемии. Результаты промысла цист артемии в Крыму в 2015 г. показывают, что этот промысел довольно интенсивен. По данным, любезно предоставленным Азово-Черноморским территориальным управлением Росрыболовства, добыча цист артемии во внутренних водоемах Крыма началась в сентябре. Уже в октябре рекомендованные объемы добычи были достигнуты в оз. Ойбурском и в безымянном озере у пос. Штормовое, в ноябре – в оставшихся озерах: Айгульском и Акташском. Вследствие этого, промысел был прекращен досрочно. Если промысел цист артемии будет происходить столь интенсивно, то разрешать его ведение в январе-феврале будет нецелесообразно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендуется установить ограничения на сроки промысла цист артемии в Крыму, разрешив этот промысел в период с 1 октября по 28 февраля. Эта мера должна относиться как к внутренним водоемам Крыма, так и к водным объектам, сообщаемым с Азовским морем.
2. Если в процессе дальнейших наблюдений будет установлено, что в октябре в водоемах наблюдается еще достаточно большое количество взрослых рачков, продуцирующих цисты, то целесообразно смещение начала промысла на середину октября или даже на 1 ноября.

3. При отсутствии ограничений на величину изъятия цист артемий при ведении любительского рыболовства рекомендуется ввести указанные выше ограничения и на изъятие цист артемий в качестве любительского рыболовства.

Если же законодательством будет предусмотрено ограничение объема изъятия цист артемий гражданами соответственно их личным потребностям при ведении аквариумного рыбоводства, то сбор цист артемий на берегу в качестве любительского рыболовства может быть разрешен в течение всего года.

4. В случае досрочного прекращения промысла цист артемий вследствие реализации рекомендованного изъятия до истечения календарного года целесообразно введение запрета их промысла и в январе-феврале.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 168 с.
2. Богатова И.Б., Долина М.Ю., Гусев В.Е. Заготовка, очистка и хранение яиц артемий // Освоение тепловых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. – К.: Наукова думка, 1978. – С. 241-245.
3. Воронов П.М. О некоторых особенностях размножения *Artemia salina* L. // Зоологический журнал. – 1971. – Т. L, вып. 6. – С. 937-938.
4. Воронов П.М. Размножение *Artemia salina* в соленых водоемах Крыма // Зоологический журнал. – 1973. – Т. LII, вып. 6. – С. 945-947.
5. Воронов П.М. Сезонная численность и биомасса артемий и ее яиц в соленых озерах Крыма // Труды ВНИРО. – 1973. – Т. XCIV. – С. 170-178.
6. Воронов П.М. Сезонные изменения численности *Artemia salina* в соленых озерах Крыма // Зоологический журнал. – 1973. – Т. LII, вып. 7. – С. 1081-1082.
7. Воронов П.М. Способы заготовки и очистки яиц артемий *Artemia salina* L. // Труды ВНИРО. – 1973. – Т. XCIV. – С. 179-185.
8. Воронов П.М. *Artemia salina* L. водоемов Крыма и ее хозяйственное использование : автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 1975. – 30 с.
9. Воронов П.М. Консервация яиц *Artemia salina* L. // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. XVII, вып. 6. – С. 52-56.
10. Кражан С.А., Антипчук А.Ф. Зависимость качества яиц артемий от сроков их сборов // Матер. Всесоюз. науч. конф. по направлению и интенсификации рыбоводства во внутренних водоемах Северного Кавказа (Ростов-на-Дону, 1979). – М.: [Б.и.], 1979. – С. 119-120.
11. Краткая географическая энциклопедия. Т. 3 (Милос – Союз ССР) / гл. ред. А.А. Григорьев. – М.: Советская энциклопедия, 1962. – 580 с.
12. Михайлюк А.Н. Правила промыслового рыболовства : комментарии. – Симферополь: Таврия, 2006. – 323 с.
13. Новоселов В.А., Соловьев В.П. Природные скопления яиц артемий и организация их поиска // Рыбное хозяйство. – 1981. – № 1. – С. 44-45.
14. Олейникова Ф.А. Промысловые виды беспозвоночных Азовского бассейна и использование их в рыбоводстве // Труды ВНИРО. – 1979. – Т. CXXXVII. – С. 95-100.
15. Олейникова Ф.А. *Artemia salina* L. Азово-Черноморского бассейна (морфология, размножение, экология, практическое использование) : автореф. дис. канд. биол. наук. – К., 1980. – 17 с.
16. Подуровский М.А. Перспективы развития заготовки диапазирующих яиц артемий салина // Рыбное хозяйство. – 1988. – № 1. – С. 78-79.
17. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии. – К.: Генеза, 2004. – 662 с.
18. Руднева И.И. Артемия: Перспективы использования в народном хозяйстве. – К.: Наукова думка, 1991. – 141 с.

Поступила 21.03.2016 г.

**Justification of terms limitation for brine shrimp cysts harvesting in Crimea.** A. N. Mikhaylyuk, A. M. Semik. Based on literature data systematization and analysis, potential negative consequences of brine shrimp cysts harvesting in the saline water bodies of Crimean Peninsula (Russia) have been

*investigated for different seasons. In order to avoid those consequences, it is recommended to make provisions for permission to harvest brine shrimp cysts (both for commercial fishing and angling) from October 1 to February 28 in fishery regulations. This measure should apply both to the inland water bodies of the Crimea and to the water bodies connected to the Sea of Azov. If further observations establish that the abundance of the mature shrimps producing cysts in water bodies in October is reasonably large, it would be rational to shift the starting date of harvesting to mid October or to November 1. In case brine shrimp cyst harvesting is suspended due to implementation of the recommended harvesting volumes within a calendar year, it is considered to be feasible to introduce a ban on their harvesting in January and February as well.*

**Keywords:** *Artemia salina*, cysts, harvesting, angling, Crimea, salt lakes, fishery regulations

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВЫХОДА МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

Л. М. Есина, зав. лаб., Л. М. Горобец, н. с., Л. А. Горбенко, инженер

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: esina\_l\_m@azniirh.ru

*Технологическое нормирование выхода рыбной продукции способствует сохранению биоресурсов, их рациональному использованию, позволяет предприятиям найти способы снижения количества отходов и потерь перерабатываемого сырья. В статье отмечено, что в течение многих лет после распада Советского Союза работы по технологическому нормированию на рыбообработывающих предприятиях Крыма не проводились. Приводятся основные результаты, полученные при проведении опытно-контрольных работ по технологическому нормированию выхода мороженой продукции из водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна. Установлены размерно-массовые характеристики, а также органолептические показатели качества мелких азово-черноморских рыб, направляемых на замораживание. В результате опытно-контрольных работ, проводимых в судовых условиях и на береговых предприятиях Крыма, определены нормы потерь кильки черноморской, хамсы, тюльки и бычка при их замораживании в стеллажных морозильных камерах с принудительной циркуляцией воздуха и в горизонтальных плиточных аппаратах. Показано, что потери при стеллажном способе замораживания в блок-формах без крышек с предварительным упаковыванием рыбы в пакеты из полимерных материалов ниже потерь при замораживании в блок-формах без крышек. С целью сокращения производственных потерь предприятиям рекомендуется использовать предварительное упаковывание рыбы в пакеты из полимерных материалов при использовании блок-форм без крышек. Рассчитаны коэффициенты расхода на единицу мороженой продукции из кильки черноморской, хамсы, тюльки и бычка. На основании проведенной работы разработаны рекомендации по нормам выхода мороженой продукции из мелких азово-черноморских рыб для включения их в сборник Единых норм, издаваемый ФГБНУ «ВНИРО».*

**Ключевые слова:** коэффициенты расхода сырья, мелкие азово-черноморские рыбы, мороженая продукция, нормы отходов и потерь, технологическое нормирование

### ВВЕДЕНИЕ

В период нахождения Крыма в составе Украины работы по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов не проводились. При производстве мороженой продукции предприятия пользовались бассейновыми нормами, разработанными еще во времена Советского Союза [8].

Анализ норм выхода продуктов переработки, действующих в Российской Федерации [5], показал отсутствие бассейновых норм отходов и потерь при замораживании азово-черноморских рыб.

Целью нормирования является сохранение биоресурсов в части учета и контроля за их изъятием и рациональным использованием. В Правилах рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна [9] указано на необходимость установления норм выхода продуктов переработки водных биоресурсов.

Технологическое нормирование позволяет контролировать показатели выхода продукции и расхода сырья, проводить пооперационный анализ отходов и потерь, планировать мероприятия, направленные на повышение эффективности производства.

В соответствии с Руководством по технологическому нормированию [11] по масштабу применения различают единые отраслевые, бассейновые (региональные) и индивидуальные нормы.

Целью работы стала разработка бассейновых показателей технологического нормирования (норм) для азово-черноморских рыб, направляемых на замораживание.

Для достижения поставленной цели в работе рассматривались следующие задачи:

- установление перечня объектов промысла, подлежащих технологическому нормированию;
- определение размерно-массового и химического состава объектов промысла, направляемых на замораживание;
- проведение опытно-контрольных работ по технологическому нормированию выхода мороженой продукции в зависимости от способа замораживания;
- разработка рекомендаций по технологическому нормированию мороженой продукции для включения их в сборник Единых норм для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Объектами исследования являлись тюлька (*Clupeonella cultriventris*), килька черноморская (*Sprattus sprattus*), хамса (*Engraulis encrasicolus*), бычок (*Neogobius melanostomus*), вылавливаемые в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и являющиеся наиболее массовыми объектами промысла.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опытно-контрольные работы по технологическому нормированию выполняли в производственных условиях на предприятиях Крыма по методике [7]. Химический и размерно-массовый состав сырья определяли стандартными методами [1, 2]. Обработку данных, полученных в результате опытно-контрольных работ по нормированию, осуществляли при помощи программного обеспечения [6].

Органолептические показатели сырья, направляемого на замораживание, а также готовой мороженой продукции определяли на соответствие требованиям стандартов [3, 4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Килька черноморская, хамса, тюлька и бычок относятся к рыбам сезонного лова, сроки (периоды) добычи (вылова) которых устанавливаются действующими Правилами рыболовства [9].

Перед проведением опытно-контрольных работ по нормированию определяли характеристику сырья (табл. 1, 2).

Замораживание проводилось в соответствии с Технологической инструкцией № 11 по изготовлению мороженой рыбы [10]. Потери при замораживании определяли по разности массы рыбы до и после замораживания. На нормы выхода готовой мороженой продукции значительно влияют способ и режимы замораживания. Замораживание на береговых предприятиях Крыма, как правило, осу-

Таблица 1

Размерно-массовый и химический состав сырья

Показатель	Название рыбы			
	тюлька	хамса	килька черноморская	бычок*
Белок, %	15,3	14,1	13,6	18,3
Вода, %	64,8	67,1	77,1	78,3
Жир, %	17,4	17,2	7,2	0,9
Зола, %	2,5	1,6	2,1	2,5
Средняя длина, см**	6,2	8,9	7,7	11,6

\* Основную долю улова составлял бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus*).

\*\* Хамса, килька и бычок по длине соответствовали Правилам рыболовства [9]. Тюлька не ограничивается к добыче (вылову) по длине.

**Органолептические показатели сырья, направляемого на замораживание**

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Поверхность рыбы чистая. Наблюдалось незначительное покраснение поверхности жаберных крышек у кильки. Примесь других видов рыб отсутствовала
Цвет	Свойственный данному виду
Наружные повреждения	Отсутствуют. У кильки наблюдалось слегка лопнувшее брюшко без выпадения внутренностей (5 % рыб по счету), у бычка разрывы в области анального отверстия (не более 15 % рыб по счету)
Консистенция	Плотная, упругая, у кильки – до ослабевшей
Запах	Свойственный свежей рыбе, без постороннего запаха

ствляется в стеллажных морозильных камерах и в плиточных аппаратах, а в судовых условиях – в плиточных аппаратах.

При применении стеллажного способа рыба расфасовывается в блок-формы с предварительным упаковыванием в пакеты из полимерных материалов или без них. Замораживание осуществляется в формах без крышек до достижения температуры в теле рыбы не выше минус 18 °С. В соответствии с Технологической инструкцией № 11 [10] продолжительность замораживания для мелких рыб установлена от 8 до 16 ч. Следует отметить, что чем быстрее будет протекать процесс замораживания, тем меньше будут потери. Для сокращения потерь на данной операции предприятиям рекомендуется поддерживать наиболее низкую температуру в морозильных камерах (не выше минус 30 °С) и обеспечивать интенсивную циркуляцию воздуха в камере. Необходимо избегать открывания дверей камер до завершения процесса замораживания.

При стеллажном способе замораживания наибольшие потери происходят при замораживании рыбы в блок-формах без крышек (1,0 %). Применение пакетов способствует уменьшению потерь до 0,5 % из-за уменьшения контакта охлаждающего воздуха с поверхностью рыбы. Использование предприятиями пакетов для фасования в них рыбы перед замораживанием позволило бы им увеличить выпуск мороженой продукции.

При применении горизонтальных плиточных аппаратов рыба расфасовывается в блок-формы (без крышек), которые устанавливаются на контактные плиты морозильного аппарата. Потери при данном способе замораживания составили 0,5 %.

Опытно-контрольные работы проводились как на рыбе-сырце, так и на охлажденной рыбе. Существенных различий в потерях при замораживании рыбы-сырца и охлажденной рыбы при одном и том же способе замораживания установлено не было.

В результате опытно-контрольных работ рассчитаны коэффициенты расхода сырья на единицу неразделанной мороженой продукции (табл. 3).

Таблица 3

**Коэффициенты расхода сырья на единицу мороженой продукции**

Способ замораживания	Коэффициент расхода сырья на единицу мороженой продукции			
	для тюльки	для хамсы	для кильки	для бычка
Стеллажный, в формах без крышек	1,010	-	-	1,010
Стеллажный, в формах без крышек, с предварительным упаковыванием в пакеты из полимерных материалов	1,005	1,005	1,005	1,005
В плиточных горизонтальных аппаратах, в формах без крышек	1,005	1,005	1,005	1,005

В табл. 3 при расчете коэффициентов расхода сырья на единицу неразделанной мороженой продукции не учтены допроизводственные (безвозвратные) потери сырья до направления его на замораживание. К таким потерям относят потери при транспортировании рыбы из мест приемки/района вылова до цеха, где осуществляется процесс замораживания, потери при хранении и мойке рыбы перед замораживанием, потери при сортировке (при необходимости). Эти потери должны устанавливаться индивидуально для каждого предприятия в зависимости от схемы технологического процесса и используемого оборудования.

Следует отметить, что разработанные нормы потерь при замораживании мелких азово-черноморских рыб не превышают нормы, установленные на других рыбохозяйственных бассейнах при стеллажном и плиточном замораживании для аналогичных рыб, имеющих незначительный размер, обусловленный особенностями биологии вида, например, для кильки балтийской, кильки каспийской [5].

На основании проведенной работы разработаны рекомендации по нормам выхода мороженой продукции из мелких азово-черноморских рыб для включения их в сборник Единых норм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены нормы потерь при замораживании неразделанных мелких азово-черноморских рыб (кильки черноморской, тюльки, хамсы и бычка) в стеллажных морозильных камерах и в плиточных горизонтальных аппаратах.
2. Разработаны коэффициенты расхода сырья на единицу неразделанной мороженой продукции, изготовляемой из кильки, тюльки, хамсы и бычка. При замораживании в стеллажных морозильных камерах (в формах без крышек с предварительным упаковыванием в пакеты из полимерных материалов) и в плиточных горизонтальных аппаратах коэффициент расхода сырья составил 1,005; при замораживании в стеллажных морозильных камерах в формах без крышек – 1,010.
3. При использовании форм без крышек предприятиям рекомендовано предварительно упаковывать рыбу в пакеты из полимерных материалов, что позволит уменьшить потери при замораживании в стеллажных морозильных камерах до 0,5 %.
4. Установлено, что потери при замораживании рыбы-сырца не отличаются от потерь охлажденной рыбы при одном и том же способе замораживания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 1368-2003* Рыба. Длина и масса. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 14 с.
2. *ГОСТ 7636-85* Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 133 с.
3. *ГОСТ 32005-2012* Рыба мелкая охлажденная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 7 с.
4. *ГОСТ 32744-2014* Рыба мелкая мороженая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
5. *Единые нормы* выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры. – М.: ВНИРО, 2012. – 222 с.
6. *Комплекс программ* для обработки результатов ОКР при производстве мороженой продукции из рыбы-сырца (кроме лососевых и осетровых). – М.: ВНИРО, 2010. – 21 с.
7. *Методики определения норм* расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов / под ред. Е.Н. Харенко. – М.: ВНИРО, 2002. – 270 с.
8. *О единых нормах* расхода сырья при производстве продукции из рыб внутренних водоемов и прибрежного лова. – Севастополь: ЦПКТБ «Азчеррыба», 1984. – 113 с.
9. *Правила рыболовства* для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в ред. от 09.06.2015 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_153988/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153988/) (дата обращения 25.02.2016).

10. *Сборник технологических инструкций по обработке рыбы (в 2 томах) / под ред. А.Н. Белогурова. – М.: Колос, 1992. – Т. 1. – С. 97-112.*
11. *Технологическое нормирование // Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры. – М.: ВНИРО, 2011. – Вып. 5. – 86 с.*

*Поступила 15.03.2016 г.*

**Technological standardization of the frozen products output from aquatic biological resources of the Azov and Black Seas Fishery Basin.** L. M. Esina, L. M. Gorobets, L. A. Gorbenko. *Technological standardization of fish production output facilitates conservation of biological resources and their sustainable use, offers possibilities to find methods, which can decrease waste and losses of the processed raw materials. It is noted that works on technological standardization at the Crimean fish processing enterprises have not been carried out since the Soviet Union breakup. The main findings, obtained during experimental and testing works on technological standardization of the frozen products output from aquatic biological resources of the Azov and Black Seas Fishery Basin, are focused on. Size and weight characteristics as well as organoleptic quality parameters of small Azov and Black Seas fish species, forwarded to freezing, are established. As a result of experimental and testing works, carried out on board fishing vessels and at the coastal fish processing enterprises (Crimea), loss allowances during the freezing process in rack freezing chambers with forced air circulation and in horizontal plate freezers were identified for the Black Sea sprat, anchovy, European sprat and gobies. It is shown that losses of the fish, which has undergone preliminary wrapping in polymeric bags and is frozen on racks in freezing block forms without lids, are lower than those of the fish, which is frozen in freezing block forms without lids. In order to reduce production losses, it is recommended for fish processing enterprises to use preliminary wrapping of fish in polymeric bags, when freezing block forms without lids are to be used. Consumption coefficients per unit of frozen products from the Black Sea sprat, anchovy, European sprat and gobies have been calculated. On the basis of the conducted work, recommendations on the output rates of frozen products from small Azov and Black Seas fish species have been developed for their further inclusion into the collected book of Unified Standards, published by FSBSI «VNIRO».*

**Keywords:** Azov and Black Seas Fishery Basin, raw material, consumption rate, small fish species, frozen products, norms of waste and losses, loss coefficient

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МЕЛКИХ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ

**С. Л. Чернявская**, к. т. н., зав. сект., **Л. М. Есина**, зав. лаб.,  
**А. С. Виннов**, к. т. н., ст. н. с., **О. Н. Кривонос**, инж. I кат.

*Керченский филиал («ЮзНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: chernyavskaya\_s\_l@azniirkh.ru*

*Работа посвящена возможности использования ферментативных гидролизатов мелких азово-черноморских рыб: хамсы азовской (*Engraulis encrasicolus*), шпрота черноморского (*Sprattus sprattus*) и тюльки (*Clupeonella cultriventris*), в технологии кормовых продуктов. Приведены материалы и методы исследований, использованные в экспериментальной части. Анализом химического состава рыбного сырья показана целесообразность использования хамсы, шпрота и тюльки в качестве белково-жировых компонентов при производстве кормовых продуктов. Представлены значения факторов планирования эксперимента (продолжительность гидролиза, доза ферментного препарата, гидромодуль) и соответствующие им значения отклика функции (количество тирозина), а также степень гидролиза белка. Проведенными исследованиями установлены оптимальные режимы ферментативного гидролиза хамсы, шпрота и тюльки с целью получения легкоусвояемого рыбного белка с высокой степенью его гидролиза: продолжительность гидролиза 360 мин, доза ферментного препарата протосубтилин ГЗх 0,5 %, гидромодуль 10 %. Разработана технологическая схема кормового продукта в рассыпном виде на основе ферментативного гидролизата мелкого азово-черноморского рыбного сырья, которая включает следующие операции: прием сырья, размораживание (для мороженой рыбы), мойка, смешивание измельченной рыбы с консервантом, ее ферментализ, инактивация ферментов, смешивание ферментативного гидролизата с измельченным растительным сырьем, сушка и измельчение рыборастворительной смеси, удаление металломагнитных примесей, охлаждение, просеивание, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Экспериментальными исследованиями установлено, что содержание сырого протеина в разработанном рыборастворительном кормовом продукте составляет 20,8 % (47,6 % этого протеина представлено продуктами гидролитического расщепления белков – аминокислотами, короткими пептидами, полипептидами), 5,1 % жира, 7,6 % воды, 4,1 % сырой золы.*

**Ключевые слова:** кормовой продукт, растительное сырье, ферментативный гидролиз, степень гидролиза, хамса, тюлька, шпрот, технологическая схема

### ВВЕДЕНИЕ

Государственной программой «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» и отраслевой программой «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» поставлены задачи значительного увеличения производства скота, птицы и товарной рыбы [10, 11].

Ключевым вопросом реализации этих программ является значительное наращивание производства высокоэффективных кормов различного назначения. Так, для достижения целевых индикаторов программ только по объектам аквакультуры требуется не менее 200 тыс. т специализированных кормов на сумму ориентировочно 13 млрд. руб. в год [11].

На сегодняшний день в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне есть ряд недоиспользуемых объектов промысла. Это мелкие пелагические виды рыб: хамса, шпрот, тюлька. Вылов этих рыб в несколько раз ниже возможного допустимого улова, что обусловлено незначительным ассор-

тиментом пищевой продукции, вырабатываемой из данных видов рыб, ограниченным спросом на нее, отсутствием современных баз по приемке и переработке рыбы, устаревшим флотом [9].

В сложившейся ситуации недоиспользуемые виды рыб могут быть использованы в качестве источника животного белка при производстве кормов различного назначения.

Начиная с 90-х годов XX века, белковые гидролизаты нашли широкое применение в птице- и животноводстве в качестве дополнительного источника белка. Эти продукты содержат ценные биологически активные вещества: свободные заменимые и незаменимые аминокислоты, полипептиды, витамины, макро- и микроэлементы. Включение белковых гидролизатов в рацион птиц, животных и рыб способствует улучшению метаболических процессов, физиолого-биохимических показателей, повышению резистентности организма и увеличению продуктивных качеств [14].

В этой связи целью исследования являлась разработка технологии кормовых продуктов с использованием гидролизатов мелких азово-черноморских рыб и растительных компонентов.

Для достижения поставленной цели в работе рассматривались следующие задачи:

- уточнение химического состава используемого в исследованиях сырья;
- определение оптимальных параметров процесса ферментативного гидролиза рыбного сырья;
- разработка технологической схемы процесса производства кормовых рыбо-растительных продуктов на основе гидролизатов мелких азово-черноморских рыб;
- изучение характеристик разработанного продукта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы мороженые хамса азовская (*Engraulis encrasicolus*), шпрот черноморский (*Sprattus sprattus*), тюлька (*Clupeonella cultriventris*), ферментативные гидролизаты из них и кормовые рыбо-растительные продукты.

Рыбное сырье перед исследованием размораживали на воздухе при температуре  $4 \pm 2$  °С, промывали в проточной воде температурой не выше 15 °С и после стекания воды измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 5 мм.

В качестве растительного сырья использовали широко распространенную в Российской Федерации зубовидную кукурузу (*Zea mays indentata*) и пшеницу (*Triticum*) мягких сортов. Кукурузу и пшеницу измельчали на лабораторной мельнице.

Химический состав сырья определяли стандартными методами [1].

Гидролиз рыбного и растительного сырья проводили под каталитическим действием промышленного ферментного препарата протосубтилин ГЗх с протеолитической активностью 120 ед./г и целлюлокс-Ф с целлюлолитической активностью 2000 ед./г.

Инкубирование образцов рыбного сырья при различных режимах протеолиза проводили в водяном термостате. После окончания ферментации реакцию смесь прогревали до температуры 100 °С в течение 10-15 мин для инактивации ферментов сырья и ферментного препарата.

Для подавления возможных гнилостных процессов в фермент-субстратные системы на основе рыбного сырья вводили консервант пиросульфит натрия в количестве 2 % к массе измельченного рыбного сырья [13]. При инактивации ферментов консервант разрушается.

Накопление продуктов автопротеолиза и ферментации оценивали по количеству тирозина (реакция с реактивом Фолина) в водной вытяжке после осаждения непрогидролизированных белков нагреванием, а также в фильтрате после осаждения высокомолекулярных термоустойчивых азотистых веществ 20 % раствором трихлоруксусной кислоты [4]. Для колориметрирования был использован фотоэлектроколориметр КФК-2.

Степень гидролиза белка (в %) рассчитывали по формуле (1):

$$\text{Степень гидролиза} = ((CT - CT_0) / (OT - CT_0)) \cdot 100, \quad (1)$$

где  $CT$  – свободный тирозин в гидролизате после осаждения непрогидролизированных белков кипячением;  $CT_0$  – свободный тирозин в сырье после осаждения непрогидролизированных белков кипячением;  $OT$  – общий тирозин в сырье после осаждения непрогидролизированных белков кипячением.

Процесс ферментации растительного сырья оценивали по накоплению редуцирующих сахаров (выраженных в глюкозе), количество которых определяли колориметрическим методом на фотоэлектроколориметре КФК-2 по цветной реакции с избытком щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия [12].

Для определения оптимальных технологических режимов был использован ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планирование исследований режимов автопротеолиза и ферментации рыбного сырья проводили с помощью программного пакета STATGRAPHICS XV.1 для трех факторов: продолжительности гидролиза ( $x_1$ ), дозы ферментного препарата ( $x_2$ ), гидромодуля ( $x_3$ ) (табл. 1).

Таблица 1

Матрица планирования трехфакторного эксперимента

№ экспериментальной точки	Точки плана	Продолжительность гидролиза ( $x_1$ ), мин	Доза ферментного препарата ( $x_2$ ), %	Гидромодуль ( $x_3$ ), %
1	ядро	60	0,1	10
2		360	0,1	10
3		60	0,5	10
4		360	0,5	10
5		60	0,1	50
6		360	0,1	50
7		60	0,5	50
8		360	0,5	50
9	звездные точки	17	0,3	30
10		403	0,3	30
11		210	0	30
12		210	0,56	30
13	центр плана	210	0,3	4
14		210	0,3	56
15		210	0,3	30
16		210	0,3	30

Математическое моделирование рецептур кормовых продуктов осуществляли с помощью пакета Microsoft Excel для Windows методом линейного программирования. В качестве критериев оптимизации использовали показатели качества для полнорационных комбикормов для откармливаемых свиней [6]. Целевой функцией при математическом моделировании рецептур кормовых продуктов являлась минимальная себестоимость продукта (или максимальное содержание белка).

Все исследования проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием программного пакета Microsoft Office 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика химического состава сырья, используемого при производстве кормовых продуктов, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав рыбного и растительного сырья

Показатели	Хамса	Шпрот	Тюлька	Пшеница	Кукуруза
Белок, %	14,1±0,8	13,3±0,8	15,3±0,9	10,6±0,8	9,0±0,7
Жир, %	17,5±0,9	6,5±0,5	17,4±0,8	1,7±0,08	4,0±0,2
Зола, %	1,7±0,1	2,9±0,1	2,5±0,1	1,6±0,09	1,3±0,09
Вода, %	66,7±2,7	76,0±3,3	64,8±2,2	11,4±1,0	13,0±1,1

Анализ химического состава рыбного сырья показал, что по классификации Кизеветтера И.В. хамса относится к осоложирным среднебелковым рыбам (содержание жира более 15 %, белка – менее 15 %), шпрот – к среднежирным среднебелковым рыбам (содержание жира менее 8 %, белка – менее 15 %), тюлька – к осоложирным белковым рыбам (содержание жира и белка более 15 %). Приведенные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования данных видов рыб в качестве белково-жировых компонентов при производстве кормовых продуктов.

В качестве углеводных компонентов для оптимизации обменной энергии кормов использовали растительное сырье – пшеницу и кукурузу.

По содержанию белка используемое зерно пшеницы и кукурузы относилось к третьему классу.

Выбор режимов ферментативного гидролиза рыбного сырья обусловлен экономическими причинами и биохимическими характеристиками сырья. Например, продолжительность процесса менее 60 мин имеет низкую эффективность, а более 360 мин – ведет к увеличению себестоимости продукции из-за длительности технологического процесса, расхода энергоносителей. Проведение гидролиза при дозе ферментного препарата менее 0,1 % значительно удлиняет процесс, что экономически нецелесообразно; увеличение количества ферментного препарата более чем 0,5 % к массе фарша приводит к повышенному расходу ферментного препарата. Увеличение гидромодуля более чем 50 % приведет к получению больших объемов гидролизатов с низким содержанием азотистых веществ, концентрирование которых энергоемко. Режимы ферментативного гидролиза рыбного сырья установлены для температуры 54 °С (температурный оптимум используемого ферментного препарата), при естественном значении рН сырья (6,0-6,5 ед.).

Результаты проведенных экспериментальных исследований (на примере ферментализации тюльки) представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что наибольшей степенью расщепления белков (44,5 %) характеризуется режим ферментализации тюльки при дозе ферментного препарата 0,5 %, гидромодуле 50 %, продолжительности 360 мин (экспериментальная точка № 8). При этом аналогичный режим ферментализации с гидромодулем 10 % также имеет высокую степень гидролиза (42,5 %) (экспериментальная точка № 4). В связи с этим считаем возможным рекомендовать проведение ферментализации при гидромоду-

Таблица 3

## Значения функции отклика и степени гидролиза белковых веществ тюльки

№ экспериментальной точки	Факторы			Отклик функции Y		Степень гидролиза, %
	продолжительность гидролиза (x1), мин	доза ферментного препарата (x2), %	гидромодуль (x3), %	количество тирозина (СТ), мг/100 г рыбы	количество тирозина в ТХУ фильтрате (СТ <sub>ТХУ</sub> ), мг/100 г рыбы	
1	60	0,1	10	261,22	255,75	10,3
2	360	0,1	10	541,74	482,10	34,4
3	60	0,5	10	364,90	348,56	19,2
<b>4</b>	<b>360</b>	<b>0,5</b>	<b>10</b>	<b>636,08</b>	<b>602,25</b>	<b>42,5</b>
5	60	0,1	50	271,18	240,00	11,2
6	360	0,1	50	444,76	498,75	26,1
7	60	0,5	50	387,60	373,26	21,2
<b>8</b>	<b>360</b>	<b>0,5</b>	<b>50</b>	<b>659,81</b>	<b>692,16</b>	<b>44,5</b>
9	17	0,3	30	270,35	277,88	11,1
10	403	0,3	30	642,94	646,73	43,1
11	210	0	30	180,52	169,00	3,4
12	210	0,56	30	577,32	594,75	37,4
13	210	0,3	4	460,94	434,57	27,5
14	210	0,3	56	507,95	469,32	31,5
15	210	0,3	30	510,68	451,44	31,7
16	210	0,3	30	522,99	472,14	32,8

ле 10 % с целью сокращения затрат энергоносителей при дальнейшем высушивании кормового продукта. Образец без добавления ферментного препарата показал наименьшую степень гидролиза, что свидетельствует о более высокой эффективности процесса протеолиза тюльки с добавлением ферментного препарата.

Адекватные уравнения регрессии, описывающие процесс накопления свободного тирозина в гидролизате после осаждения непрогидролизованного белка нагреванием (формула 2) и после осаждения термостабильных высокомолекулярных азотистых веществ ТХУ кислотой (формула 3), имеют вид:

$$Y = 38,6111 + 1,40769 \cdot x_1 + 1148,58 \cdot x_2 - 1,37195 \cdot x_3 - 0,00098247 \cdot x_1^2 + 0,107088 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,00518026 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1397,0 \cdot x_2^2 + 4,54707 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,0182614 \cdot x_3^2 \quad (2)$$

$$Y_{\text{тху}} = 54,0415 + 0,893723 \cdot x_1 + 944,685 \cdot x_2 - 0,454158 \cdot x_3 - 948,835 \cdot x_2^2 + 4,05125 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (3)$$

Анализ полученных уравнений регрессии методом линейного программирования позволил определить следующий оптимальный режим ферментативного гидролиза тюльки:

продолжительность гидролиза	–	360 мин
доза ферментного препарата	–	0,5 %
гидро модуль	–	10 %.

Аналогично определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза хамсы и шпрота.

Проведенными исследованиями установлена целесообразность проведения процесса ферментации рыбного сырья (тюльки, хамсы, шпрота) с целью получения легкоусвояемого рыбного белка с высокой степенью его гидролиза под действием ферментного препарата протосубтилин ГЗх в количестве 0,5 % при температуре 54 °С, гидро модуле 10 % к массе рыбы в течение 360 мин.

С целью повышения доступности белка, жира, крахмала и других компонентов эндосперма зерна кукурузы и пшеницы изучены параметры оптимальных режимов процесса гидролиза растительного сырья ферментным препаратом целлолюкс-Ф. Планированием эксперимента с использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка выявлено, что для проведения этой операции необходимо применение значительного количества воды (гидро модуль составляет 321 % к массе кукурузы и 319 % к массе пшеницы, доза ферментного препарата 0,56 % и продолжительность процесса 403 мин, температура процесса 54 °С). В результате получены ферментолиты кукурузы и пшеницы с содержанием воды 79,3 и 78,7 %, соответственно.

Смесь, полученная при добавлении к ферментативному гидролизату рыбы ферментолитата растительного сырья, характеризуется содержанием воды 79 %, что приводит к значительным энергозатратам при последующей сушке этого продукта. Такое содержание воды обусловлено большим значением гидро модуля при ферментации растительного сырья. В связи с этим считаем целесообразным добавлять в гидролизат из рыбы растительное сырье в измельченном виде без ферментирования.

С учетом результатов проведенных исследований разработана технологическая схема кормового продукта в рассыпном виде на основе ферментированных мелких азово-черноморских рыб (рисунок).

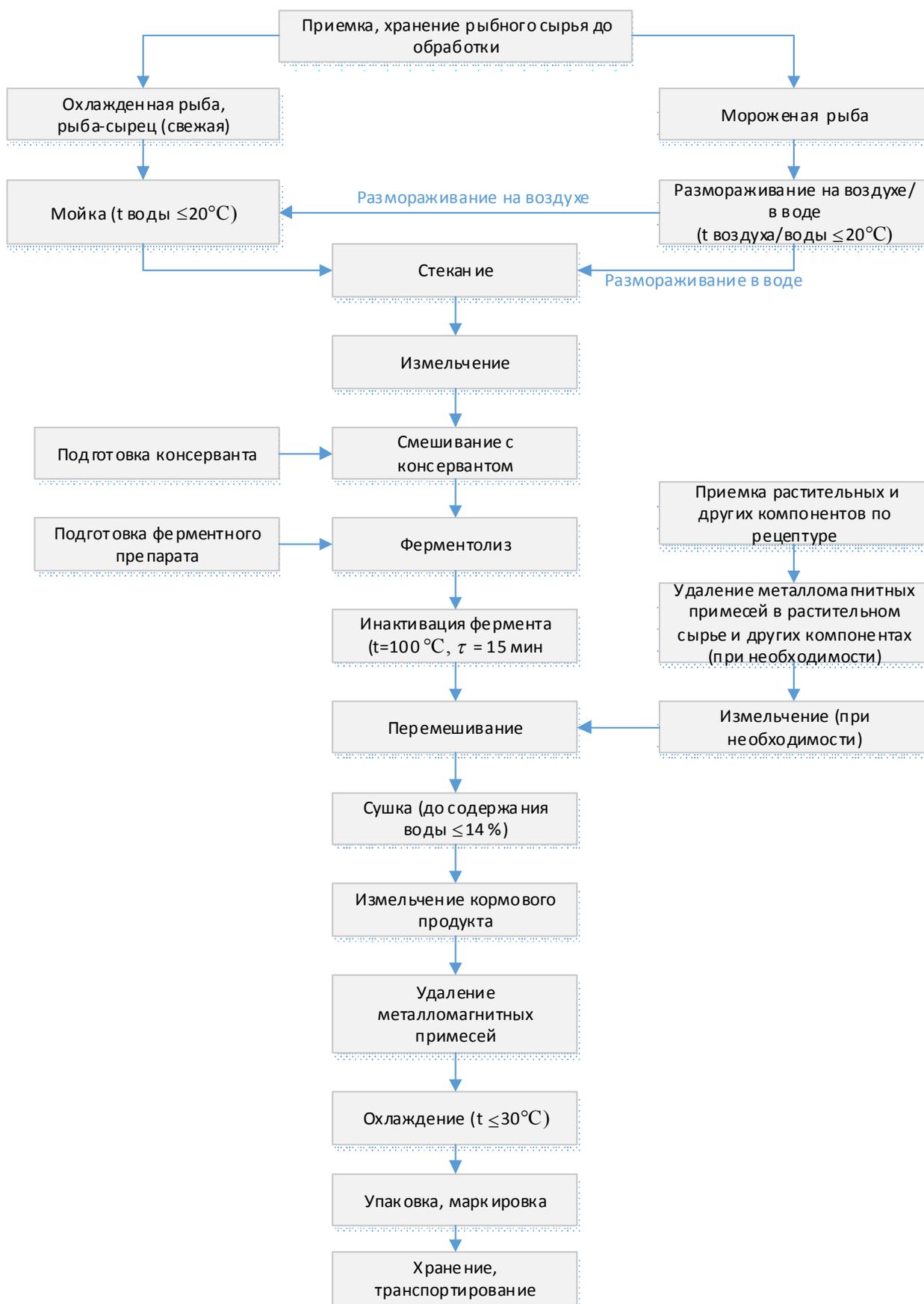
*Приемка, хранение рыбного сырья до обработки.* Для изготовления ферментированных кормовых продуктов используют рыбу-сырец, а также рыбу в охлажденном или мороженом виде в соответствии с требованиями нормативных документов.

Допускается использовать сырье, не соответствующее требованиям нормативных документов по наличию механических повреждений, ослабшей консистенции, а также по паразитологическим показателям.

Приемку рыбного сырья осуществляют в соответствии с ГОСТ 31339-2006 [5].

Хранение рыбного сырья до обработки – в соответствии с требованиями нормативных документов.

*Приемка растительных и других компонентов по рецептуре.* Приемку растительного сырья, других компонентов, предусмотренных рецептурой корма, проводят партиями по количеству и качеству в соответствии с требованиями нормативных документов на конкретный вид сырья. При необходимости в растительном сырье при приемке определяют содержание сырого протеина и сырой клетчатки.



**Технологическая схема кормового продукта из ферментированного рыбного сырья**

Прием растительного сырья осуществляют в соответствии с ГОСТ 13586.3-83 [3].

Хранение зерна осуществляют в зернохранилищах, обеспечивающих безопасность зерна и сохранность его потребительских свойств. В зернохранилище в течение всего периода хранения зерна должна быть организована проверка условий его хранения (влажность, температура), а также показателей зараженности вредителями, цвета зерна и наличия постороннего запаха.

Для улучшения биологической ценности кормового продукта в его рецептуру могут быть дополнительно включены такие компоненты, как растительное сырье и/или продукты его переработки (мука/крупка водорослевая, отруби, шроты, жмыхи и др.), продукты переработки мясной (мука кровяная, костная и др.), молочной (молоко сухое и др.), микробиологической промышленности (дрожжи, L-треонин, L-триптофан и др.), минеральное сырье (фосфаты кальция, мел и др.). Данные компоненты должны отвечать требованиям соответствующих нормативных документов.

*Удаление металломагнитных примесей в растительном сырье и других компонентах (при необходимости).* Растительное сырье (кукуруза/пшеница и др.) пропускают через магнитный сепаратор для удаления металломагнитных примесей и подают на измельчитель (при необходимости).

*Измельчение.* Степень измельчения растительного сырья устанавливают в зависимости от вида корма и возраста животных. Для крупного рогатого скота рекомендуется помол зерна до частиц размером от 1,5 мм до 4 мм, для свиней – до 1,3 мм.

*Подготовка консерванта.* Для консервирования рыбного ферментативного гидролизата используют пиросульфит натрия, который должен соответствовать требованиям стандарта [2]. Используемый пиросульфит натрия перед употреблением необходимо просеять через сито с размером отверстий 1-2 мм для удаления слежавшихся комков.

*Подготовка ферментного препарата.* Для проведения ферментализации используют протосубтилин ГЗх, отвечающий требованиям нормативного документа. Используемый ферментный препарат протосубтилин ГЗх перед употреблением необходимо просеять через сито с размером отверстий 1-2 мм для удаления слежавшихся комков.

*Размораживание.* Рыбу мороженую размораживают в воде при массовом соотношении рыбы и воды не менее 1:2 или на воздухе при температуре не более 20 °С. Размораживание проводят до температуры в толще тела рыбы не ниже минус 1 °С.

*Мойка.* Мойку рыбы-сырца, охлажденной рыбы или рыбы, размороженной на воздухе, проводят в проточной или часто сменяемой воде. Температура воды не должна превышать 10 °С при массовом соотношении рыбы и воды не менее 1:2.

*Стекание воды.* Стекание осуществляют на сетчатых транспортерах или выдерживают на решетках или в сетчатых корзинах не более 5 мин.

Вода, используемая для технологических целей, должна соответствовать требованиям действующего нормативного документа на воду питьевую.

*Измельчение.* Рыбу измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 5 мм.

*Смешивание с консервантом.* Консервирование измельченной рыбы (фарша) проводят путем тщательного ее смешивания с сухим порошкообразным пиросульфитом натрия в смесителе (фаршемешалке). Масса консерванта, добавляемого к рыбному фаршу, составляет 2 % от массы измельченной рыбы (фарша).

*Ферментализация.* Предварительно готовят раствор ферментного препарата: взвешивают 0,5 % ферментного препарата протосубтилин ГЗх от массы рыбного фарша и растворяют его в воде, которую берут в количестве 10 % от массы рыбного фарша. Приготовленный раствор ферментного препарата вводят в фарш при тщательном перемешивании. Ферментализацию осуществляют при температуре 54 °С в течение 360 мин при периодическом перемешивании массы.

*Инактивация ферментов.* Инактивацию ферментного препарата и собственных ферментов рыбного сырья проводят при температуре 100 °С в течение 15 мин.

*Перемешивание.* В ферментализат из рыбы добавляют измельченное растительное сырье и другие компоненты согласно рецептуре и тщательно перемешивают.

*Сушка.* Сушку рыборастворительной смеси проводят при температуре 55-90 °С до содержания воды не более 14 %. Продолжительность сушки может составлять от 240 до 480 мин и зависит от вида перерабатываемого сырья и конструкции сушилки.

*Измельчение кормового продукта, удаление металломагнитных примесей, охлаждение.* После сушки кормовой продукт пропускают через магнитный сепаратор для удаления металломагнитных примесей и подают на измельчитель (мельницу/дезинтегратор). Измельченный продукт просеивают через вибросито/просеиватель с размером сторон отверстий не более 3 мм и вторично пропускают через магнитный сепаратор. Просеянный и очищенный от металлопримесей кормовой продукт охлаждают в специальном охладителе или во время подачи кормового продукта транспортером на упаковывание. Температура кормового продукта, направляемого на упаковывание, должна быть не выше 30 °С.

*Упаковка, маркировка.* Измельченный продукт в рассыпном виде подают на весовой дозатор для взвешивания, упаковывания и маркирования.

Комбикормовую продукцию упаковывают согласно ГОСТ Р 51850-2001 [8] в бумажные непропитанные/тканевые/полиэтиленовые/пропиленовые мешки, а также по согласованию с потребителем в тканевые мешки с пленочным вкладышем, в специализированные мягкие контейнеры.

Допускается использование других видов упаковки и упаковочных материалов, разрешенных органами государственного ветеринарного надзора и обеспечивающих количественную и качественную сохранность продукции при транспортировании и хранении.

Мешки и контейнеры должны быть крепкими, целыми, чистыми, сухими, не зараженными вредителями хлебных запасов, без постороннего запаха и отвечать требованиям нормативных документов.

Маркировка осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51849-2001 [7].

*Хранение и транспортирование.* Комбикормовую продукцию хранят в сухих, чистых, не зараженных вредителями хлебных запасов, хорошо проветриваемых закрытых складских помещениях в упакованном виде или насыпью.

Продукцию, упакованную в мягкие специализированные контейнеры, допускается хранить под навесом и на открытых площадках.

Неупакованную комбикормовую продукцию хранят насыпью в складах напольного типа, силосах и бункерах.

Комбикормовую продукцию транспортируют в упакованном виде или насыпью в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на данном виде транспорта.

Продукцию, упакованную в мягкие специализированные контейнеры, допускается транспортировать на открытых транспортных средствах.

При транспортировании железнодорожным транспортом продукцию, упакованную в мешки, формируют в транспортные пакеты.

Транспортные средства должны быть внутри сухими, чистыми, без постороннего запаха, не зараженными вредителями хлебных запасов, без острых выступающих деталей.

Экспериментальными исследованиями установлено, что разработанный кормовой продукт на основе ферментативного гидролизата шпрота и измельченной пшеницы содержит 20,8 % сырого протеина, 5,1 % жира, 7,6 % воды и 4,1 % сырой золы. Следует отметить, что массовая доля сырого протеина нормируется и в комбикормах для откармливаемых свиней должна составлять не менее 14 %, для крупного рогатого скота – не менее 11 %, для сельскохозяйственной птицы – не менее 13,5 %.

Содержание небелкового азота в разработанном кормовом продукте (1585 мг/100 г) указывает на то, что 47,6 % его протеинов представлено продуктами гидролитического расщепления белков (аминокислотами, короткими пептидами, полипептидами). Полученные данные позволяют характеризовать разработанный рыбаководный продукт как корм, содержащий легкоусвояемые белки с высокой степенью их гидролиза.

Разработанная технология кормовых продуктов из мелких азово-черноморских рыб с растительными добавками является эффективной и может быть применена при промышленном выпуске полнорационных комбикормов для сельскохозяйственных животных и птиц, а также для производства кормов для непродуктивных животных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализом химического состава рыбного сырья (хамса, шпрот, тюлька) показана целесообразность использования данных видов мелких азово-черноморских рыб в качестве белково-жировых компонентов при производстве кормовых продуктов (хамса относится к особожирным среднебелковым, шпрот – среднежирным среднебелковым, тюлька – особожирным белковым рыбам).
2. Установлены оптимальные технологические режимы процесса ферментализации хамсы, шпрота и тюльки в присутствии ферментного препарата протосубтилин ГЗх при температуре 54 °С: доза ферментного препарата 0,5 %, гидромодуль 10 %, продолжительность процесса 360 мин.
3. Разработана технологическая схема кормовых продуктов, включающая следующие операции: прием сырья, размораживание (для мороженой рыбы), мойка, смешивание измельченной рыбы с консервантом, ферментализация рыбы (при дозе ферментного препарата протосубтилин ГЗх 0,5 %, гидромодуле 10 % к массе рыбы, температуре 54 °С в течение 360 мин), инактивация ферментов, смешивание ферментативного гидролизата рыбы с измельченным растительным сырьем (кукуруза/пшеница или другие компоненты, предусмотренные рецептурой корма), сушка и измельчение рыборастворительной смеси, удаление металломагнитных примесей, охлаждение, просеивание, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
4. В результате экспериментальных исследований установлено, что содержание сырого протеина в разработанном рыборастворительном кормовом продукте составляет 20,8 % (47,6 % этого протеина представлено белками с высокой степенью гидролиза), жира 5,1 %, воды 7,6 %, сырой золы 4,1 %. Разработанные корма на основе рыбных гидролизатов и растительных компонентов являются полнорационными, не требующими дополнительных операций по составлению рецептур перед кормлением животных и птиц.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа.* – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 133 с.
2. *ГОСТ 11683-76 (ИСО 3627-76) Пиросульфит натрия технический. Технические условия* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-11683-76> (дата обращения 03.03.2016).
3. *ГОСТ 13586.3-83 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-13586-3-83> (дата обращения 03.03.2016).
4. *ГОСТ 20264.2-88 Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности.* – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 15 с.
5. *ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/32/324.shtml> (дата обращения 04.03.2016).
6. *ГОСТ Р 50257-92 Комбикорма полнорационные для свиней. Общие технические условия* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protect.gost.ru/nom.aspx?mode=doc&id=136178&nomentype=2&baseC=28&page=0&code=9296> (дата обращения 04.03.2016).
7. *ГОСТ Р 51849-2001 Продукция комбикормовая. Информация для приобретателя. Общие требования (с Изменениями № 1, 2)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51849-2001> (дата обращения 03.03.2016).
8. *ГОСТ Р 51850-2001 Продукция комбикормовая. Правила приемки. Упаковка, транспортирование и хранение* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51850-2001> (дата обращения 04.03.2016).
9. *Куманцов М.И., Кузнецова Е.Н., Лапшин О.М. Комплексный подход к организации российского рыболовства на Черном море // Современные проблемы науки и образования.* – 2012. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7189> (дата обращения 03.03.2016).
10. *Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы»* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://>

docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fwww.mcх.ru%2Fdocuments%2Ffile\_document%2Fv7\_show%2F21040.133.htm&name=21040.133.htm&lang=ru&c=56e7cf1669b8 (дата обращения 03.03.2016).

11. Приказ Минсельхоза РФ от 16.01.2015 г. № 10 «Об утверждении отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcх.consultant.ru/page.aspx?433525> (дата обращения 03.03.2016).
12. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.
13. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / под ред. А.Н. Белогурова. – М.: Колос, 1992. – Т. 2. – С. 526-534.
14. Цибизова М.Е., Костюрина К.В. Рыбные гидролизаты как один из компонентов полнорационных кормов для птицеводства // ВЕСТНИК АГТУ. – 2006. – № 3 (32). – С. 243-249.

Поступила 21.03.2016 г.

**Development of the production process for feed products originating from shallow Azov and Black Seas fish species.** S. L. Chernyavskaya, L. M. Esina, A. S. Vinnov, O. N. Krivonos. *This article addresses the possibility of applying enzymatic hydrolyzates of small Azov and Black Seas fish species – the Azov anchovy (*Engraulis encrasicolus maeoticus*), the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus phalericus*) and tyulka (*Clupeonella cultriventris*) – in the process of feed production. The records and methods of studies used on developmental stage are presented. Upon the analysis of chemical composition of fish raw product, the practicability of anchovy, sprat and tyulka usage as protein and fat components in the process of feed production has been established. The values of experiment design factors (hydrolysis duration, enzyme agent dosage, water duty) and corresponding function response values (tyrosine quantity) were presented, as well as the degree of protein hydrolysis. The research determined optimal regimes for anchovy, sprat and tyulka enzymatic hydrolysis with the aim of obtaining highly digestible fish protein with high degree of its hydrolysis: hydrolysis duration 360 minutes, dosage of enzyme agent protosubtilin G3x 0.5 %, water duty 10 %. A process design has been developed for feed product in bulk on the basis of enzymatic hydrolyzate of Azov and Black Seas small fish raw material, which includes the following operations: raw material delivery, thawing procedure (for frozen fish), rinsing, blending of minced fish with preservative agent, its fermentolysis, enzyme inactivation, blending of enzymatic hydrolysate with minced plant raw material, drying and milling of fish and plant blend compound, elimination of metal foreign matters, cooling, sieving, packing, labelling, transportation and storage. The experimental research studies allowed to find out that raw protein content in the developed fish-plant feed product is 20.8 % (47.6 % of this protein is presented by the products of protein hydrolytic decomposition: amino acids, short chain peptides, polypeptides), fat content is 5.1 %, water content is 7.6 %, crude ash is 4.1 %.*

**Keywords:** feed product, plant raw material, enzymatic hydrolysis, degree of hydrolysis, anchovy, tyulka, sprat, process design

## THE AZOV ANCHOVY PROTEINS ENZYMATIC HYDROLYSIS MODES DEVELOPMENT

**A. S. Vinnov, PhD (Engineering), Senior Scientist,**  
**S. L. Chernyavskaya, PhD (Engineering), Head of Sector, O. N. Krivonos, eng.**

*Kerch Branch («YugNIRO») FSBSI «AzNIIRKH»  
e-mail: chernyavskaya\_s\_l@azniirkh.ru*

*The research was aimed to assess the Azov anchovy proteins enzymatic hydrolysis effectiveness using industrial photolytic enzyme agent protosubtilin G3x. Raw fish chemical composition was clarified, protein enzymatic hydrolysis products accumulation dynamic at various process conditions was studied, enzymatic hydrolysis optimum parameters for different process indicators were determined. Raw fish chemical composition studies detected high fat amount (near 14 %) with proteins content. As a result of a three-factor orthogonal central composite experimental design application while determining Azov anchovy proteins enzymatic hydrolysis modes, second order adequate models were received. Enzymatic hydrolysis process parameters optimization using simplex method with regression equations maximization as objective function showed that the low molecular protein fragments maximum accumulation is observed at hydrolysis duration 403 minutes, hydronic module – 7 % and enzyme drag dose 0.22 %. To maximize the accumulation of heat-resistant protein fragments in Azov anchovy hydrolysates, enzymolysis optimal modes should be: process duration – 403 min, enzyme agent dosage – 0.59 % and high hydronic module – 56 %. The maximum protein hydrolysis degree can be obtained by enzymatic hydrolysis duration 403 minutes, enzyme agent dose 0.50 % and hydronic module equal to 4.0 %. The revealed differences of optimum process modes for accepted indicators are obviously connected with the complex collection of enzymatic processes in multi-component enzyme-substrate system for which diffusion and multi-stage competitive enzyme inhibition by various reaction products is possible.*

**Keywords:** enzymatic hydrolysis, Azov anchovy, regression equation, enzyme agent, protein hydrolysate

### INTRODUCTION

Living aquatic resources rational utilization is an important trend for coastal countries fisheries development. As a rule, this task is associated with creation of scientific fundamentals for shallow fish low-waste processing.

This problem is also important for the Azov and Black Seas region countries where a significant amount of shallow raw fish does not find its application in food production.

The Black Sea sprat, Azov Sea sprat and especially anchovy (*Engraulis encrasicolus*) are the raw fish species in the Azov and Black Seas Basin.

A possible option of shallow fish complex low-waste processing is the protein hydrolysates production, which are widely applied in food, animal feed and microbiological industry [1].

Two basic hydrolysis methods (chemical and enzymatic ones) can be involved for protein hydrolysates production.

Despite its efficacy, chemical hydrolysis is not widely used due to some amino acids partial de-composition or isomerization, acids or alkalis neutralization necessity with subsequent product desalting.

Enzymatic hydrolysis lacks these disadvantages; however, it requires significant duration of the process, which can lead to product microbiological spoilage.

In this context, the main aim of the present study is estimation of possibility and efficiency of the Azov anchovy proteins enzymatic hydrolysis with a proteolytic enzyme drag.

According to the main study aim, the following tasks were covered:

- to clarify chemical composition of the raw fish received for investigations;
- to study accumulation dynamics of the proteins enzymatic hydrolysis products for various enzymatic hydrolysis conditions;
- to determine the enzymatic hydrolysis process optimal parameters.

## MATERIALS AND METHODS

As a raw material, frozen Azov anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught in December 2014 in the area off Anapa bank, was selected for the experimental part.

Enzymatic hydrolysis was conducted under enzyme drag Protosubtilin G3x (TC 9291-029-13684916-2010) catalysis with 120 PU/g activity, manufactured by «Sibbiofarm» LTD.

The enzymolysis process research was carried out at the raw material natural pH values (6,0-6,5) and enzyme drag Protosubtilin G3x efficient process temperature 54 °C. At the research initial stage, the raw fish samples were defrosted in the air and milled by grinder with 5 mm pressing plate hole diameter.

To assess the impact of both individual and complex process conditions (factors) interactions on the raw protein hydrolysis products (response function) accumulation, the second order three-factor orthogonal central composite design was used [2].

In case the second-order process model is insufficiently adequate to the experimental data, the work suggested experiment extension in order to obtain a higher degree regression equation.

The chemical composition of the raw fish and the achieved product was assessed by the moisture content, total nitrogen, fat mass fraction extractable with ethyl ether, and the ash total amount. These parameters were determined using standard methods.

The enzymatic hydrolysis process progress was assessed by free tyrosine accumulation, the amount of which was determined by the colorimetric method with Folin-Ciocalteu color reaction.

The free tyrosine amount determination was carried out twice for each experimental point: after sedimentation of non hydrolyzed proteins by boiling ( $Tir_b$ ) and after sedimentation of thermostable proteins by trichloroacetic acid ( $Tir_{tc}$ ).

The total tyrosine amount (TTir) was estimated after the complete raw fish samples alkaline hydrolysis.

Based on the obtained free tyrosine values, protein hydrolysis degree (PHD) was calculated as an additional process indicator:

$$PHD = \frac{Tir_f - Tir_0}{TTir - Tir_0} \cdot 100, \% \quad (1)$$

where  $Tir_f$  – free tyrosine in the hydrolyzate after non hydrolyzed proteins sedimentation by boiling,  $Tir_0$  – free tyrosine in the raw material after non hydrolyzed proteins sedimentation by boiling, TTir – total tyrosine in the raw material.

All the investigations were carried out with three times repetition. The experimental data statistic processing was performed by Microsoft Excel 2007 software.

## RESULTS AND DISCUSSION

The investigations on the Azov anchovy chemical composition (Table 1) indicate a high fat amount (17.5 %) with the proteins content at the level of 14 %.

It is obvious that a large fat content and, thus, inevitable processes of intense oxidative rancidity make it difficult to process these raw fish applying traditional methods.

However, application of enzymatic hydrolysis method for fatty anchovy processing seems to be promising.

In this case, as a result of high molecular proteins degradation and deep tissue destruction, a significant fat amount, which can be relatively easily separated using gravity methods, will be released.

Table 1

Anchovy chemical composition	
Indicator	Indicator values
Crude protein, % (TN×6,25)	14.10
Fat content, %	17.50
Moisture, %	66.70
Ash, %	1.70
TTir, mg/100 g	1344.86
Tir <sub>f</sub> , mg/100 g	300.75
Tir <sub>tbl</sub> , mg/100 g	183.40

Thus, the presented data on the anchovy chemical composition, suggest feasibility of enzymatic hydrolysis method application for protein hydrolysates production.

Actual conditions of the second order orthogonal central composite plan, implemented in the experimental studies of the anchovy proteins enzymatic hydrolysis and the obtained response functions values are presented in Table 2.

Graphical interpretation of the obtained research results for the response functions in the experiments is presented in fig. 1, 2.

Table 2

**Investigation plan actual parameters and response functions indicators values during the anchovy proteins enzymatic hydrolysis**

Experiment point number	Experiment plan actual parameters in true form			Response function experimental values		
	hydrolysis duration, min	enzyme drag dose, % *	hydronic module, % *	Tir <sub>f</sub> , mg/100g raw fish	Tir <sub>tbl</sub> , mg/100g raw fish	PHD, %
1	60	0.10	10	424.88	431.81	11.90
2	360	0.10	10	746.54	786.00	42.70
3	60	0.50	10	517.00	523.57	20.70
4	360	0.50	10	847.78	809.00	52.40
5	60	0.10	50	425.63	445.30	12.00
6	360	0.11	50	742.50	701.08	42.30
7	60	0.50	50	665.63	673.48	34.90
8	360	0.49	50	798.75	719.00	42.70
9	17	0.28	30	497.25	568.75	18.80
10	403	0.31	30	731.25	756.28	27.50
11	210	0.00	30	541.13	549.58	23.00
12	210	0.56	30	689.00	684.00	37.20
13	210	0.30	4	639.60	571.22	32.50
14	210	0.30	56	682.50	685.11	36.60
15	210	0.30	30	638.63	665.01	32.40
16	210	0.30	30	632.13	708.00	31.70

\* To raw fish mass.

Response surfaces, describing free tyrosine accumulation in both variants of non-hydrolyzed protein substances sedimentation, are similar in their compound shape character.

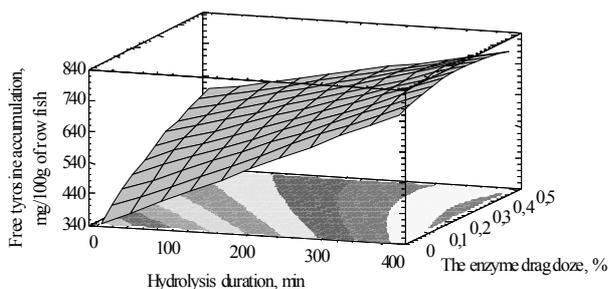
The obtained surface analysis shows that, when the enzyme drag is absent in the system (autoproteolys mode), hydrolysis products accumulation in the accepted duration interval follow the linear dependency.

The enzyme drag concentration increase at the initial process stage leads to a sharp rise of the hydrolysis products accumulation.

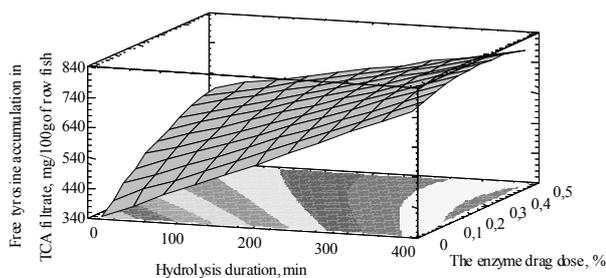
With the process duration increase, this dependency is smoothed, which may be associated with a certain available protein substrate depletion or fundamental changes in the enzyme substrate system as a result of fat release and/or accumulation of hydrolysis products of various molecular mass.

In general, the obtained dependences have an onward character for the whole investigated process duration range.

Adequacy assessment of the mathematical model for the anchovy proteins enzymatic hydrolysis by the enzyme drag Protosubtilin G3x showed that the experimental response surfaces are described by the second order regression equations (Table 3) with accuracy not less than 95.4 %.



**Fig. 1 The free tyrosine accumulation in proteins hydrolysis process after the sedimentation of nonhydrolyzed proteins by boiling (hydronic module 30 %)**



**Fig. 2 The free tyrosine accumulation in proteins hydrolysis process after the sedimentation of nonhydrolyzed proteins by trichloroacetic acid (hydronic module 30 %)**

The hydrolysis process optimization was performed with the application of the obtained regression equations as the objective function. The optimization allowed to derive the following most appropriate process parameters (Table 4).

Table 3

**Regression equations describing free tyrosine accumulation in the anchovy proteins enzymatic hydrolysis process by protosubtilin G3x**

Process indicators	Regression equation
$Tir_f$	$327.32 + 1.28\tau + 334.57C - 1.82H - 0.69C\tau - 0.008HC + 3.44CH + 0.053H^2$
$Tir_{tcl}$	$222.82 + 1.46\tau + 679.82C + 5.58H - 1.14\tau C - 0.014\tau H - 574.96C^2 + 4.24CH - 0.055H^2$
PHD	$-1.58 + 0.18\tau + 44.01C - 0.27H - 0.0001\tau^2 - 0.09\tau C - 0.001\tau H + 0.009H^2$

where:  $\tau$  – hydrolysis duration, min; C – enzyme drag amount introduced into the system, % to the raw fish mass; H – hydronic module, % to the raw fish mass.

The comparative analysis of the optimal parameters for the anchovy proteins enzymatic hydrolysis process by enzyme drag protosubtilin G3x evidences that, for maximal accumulation of the thermostable

Table 4

**Optimal parameters of the nchovy proteins enzymatic hydrolysis by enzyme drag protosubtilin G3x**

Process parameters	Process indicators		
	$Tir_f$	$Tir_{tcl}$	PHD
Hydrolysis duration, min	403.0	403.0	403.0
Enzyme drag dose, %	0.56	0.22	0.50
Hydronic module, %	56.0	6.9	4.0
Maximum value of the objective function, mg/100 g raw fish	858.9	833.6	50.2*

\* – in %

protein hydrolysis products, containing low-molecular nitrogen substances, heavy peptides and soluble thermostable proteins, it is necessary to provide high value hydraulic module (56 %) and a significant amount of the enzyme drag (0.56 %).

Besides, approximately the same free tyrosine amount is detected in the TCA filtrate containing only low-molecular nitrogen substances fraction as a result of enzymatic hydrolysis at hydronic values 6.9 % and enzyme drag mass fraction 0.22 %.

The maximum protein hydrolysis degree can be obtained with the enzymatic hydrolysis duration at 403 minutes, enzyme drag dose 0.50 % and hydronic module equalling 4.0 %.

The observed discrepancy is probably associated with enzymatic hydrolysis complicated mechanism in multicomponent natural substrate with high fat content. During this compound multi-stage process, intensive diffusion and competitive inhibition can be observed at various stages. This assumption requires further in-depth analysis of the process kinetics [3].

## CONCLUSION:

1. It was found out that the studied anchovy (*Engraulis encrasicolus*) contains 66.7 % moisture, 14.1 % proteins and 17.5 % fat. Identified chemical composition allows to recommend this raw material for enzyme protein hydrolysates production.
2. As a result of orthogonal central composite experimental plan, adequate regression equation of the second order was obtained; it describes the process of the anchovy proteins enzymatic hydrolysis.
3. The optimization parameters of the anchovy proteins enzymatic hydrolysis showed that maximum accumulation of low molecular mass fragments in the hydrolyzate after trichloroacetic acid sedimentation of heavy proteins was observed at hydrolysis duration at 403 min, hydronic module 7 % and a dose of enzyme drag protosubtilin G3x – 0.22 %.

For maximum heat-resistant protein fragments accumulation the optimal Azov anchovy enzymatic hydrolysis mode lasts within 403 minutes at hydronic module 56 % and enzyme drag dose at 0.59 %.

The protein hydrolysis degree at the level of 50.2 % can be obtained in case the enzymatic hydrolysis period equals 403 minutes, with enzyme drag dose 0.50 % and hydronic module 4.0 %.

## REFERENCES

1. Румянцева Г.Н. Научные и практические аспекты использования ферментативного катализа в пищевой промышленности. – М.: МГУПБ, 2007. – С. 101.
2. Vinov, A.S., Kozlova, S.L., Kryvonos, O.N. Orthogonal central composite planning application for Azov sardelle proteins enzymatic hydrolysis process investigation // Продовольча індустрія АПК. – 2015. – № 4. – С. 16-20.
3. Vinov, A.S., Dolganova, N.V. Application of Foster – Nuemann method for estimation of efficiency of protein enzymatic hydrolysis of Black Sea atherina // Вестник Астраханского государственного технического университета / Сер.: рыбное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 106-112.

Поступила 21.03.2016 г.

**Разработка моделей ферментативного гидролиза белковых веществ азовского анчоуса. А. С. Виннов, С. Л. Чернявская, О. Н. Кривonos.** Основная цель исследований состояла в оценке эффективности ферментативного гидролиза белковых веществ хамсы азовской с применением промышленного протеолитического ферментного препарата протосубтилин Г3х. В работе уточнен химический состав сырья, изучена динамика накопления продуктов ферментативного гидролиза белков при различных условиях процесса, определены оптимальные параметры процесса ферментативного гидролиза для различных индикаторных показателей процесса. Исследования химического состава сырья показали его высокую жирность при содержании белковых веществ на уровне 14 %. В результате применения трехфакторного ортогонального центрального композиционного плана-эксперимента для определения режимов ферментативного гидролиза белков хамсы азовской были получены адекватные модели второго порядка. Оптимизация параметров процесса ферментативного гидролиза симплекс-методом с использованием в качестве максимизированной целевой функции полученных уравнений регрессии показала, что максимальное накопление низкомолекулярных фрагментов белка наблюдается при продолжительности гидролиза 403 мин, гидромодуле системы 7 % и дозе ферментного препарата 0,22 %. Для максимального накопления термоустойчивых фрагментов белков в гидролизатах хамсы азовской оптимальным является ферментализ в течение 403 мин при высоком гидромодуле (56 %) и дозе ферментного препарата 0,59 %. Степень гидролиза белка на максимальном уровне может быть получена при продолжительности ферментализа – 403 мин, при дозе ферментного препарата 0,50 % и гидромодуле 4,0 %. Выявленное различие оптимальных условий процесса для принятых индикаторных показателей, очевидно, связано со сложной совокупностью ферментных процессов

*в многокомпонентной фермент-субстратной системе, для которой возможно диффузионное и многоэтапное конкурентное торможение процесса разнообразными продуктами реакции.*

**Ключевые слова:** ферментативный гидролиз, хамса азовская, уравнение регрессии, ферментный препарат, белковый гидролизат

## ИСТОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО

Л. М. Есина, зав. лаб., Л. А. Горбенко, инженер

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: esina\_l\_m@azniirkh.ru

*Отмечены основные результаты научных исследований технологической лаборатории (впоследствии – отдела) в области переработки сырья водного происхождения. Охвачен период со дня образования данного подразделения в структуре АзЧерНИРО и до настоящего времени. Основным объектом исследований лаборатории первоначально были азово-черноморские рыбы, с развитием океанического промысла – океанические рыбы, в основном Индийского океана. Материалы, подготовленные специалистами лаборатории по технотехимическому составу новых объектов океанического промысла, были впоследствии использованы ВНИРО (Москва, Россия) при составлении справочника по океаническим рыбам. Показано, что технологи института всегда решали актуальные задачи, поставленные перед рыбной отраслью. Это были исследования, связанные с сохранением рыбы-сырца, с установлением сроков хранения охлажденной, мороженой рыбы, фарша из океанических рыб, приготовленного с использованием стабилизирующих добавок. Благодаря исследованиям в технологии производства соленой продукции, рыбы холодного и горячего копчения, пресервов, консервов был расширен ассортимент продукции, выпускаемой предприятиями отрасли. На базе лаборатории проводились работы по установлению научно обоснованных режимов стерилизации консервов. Мидии, рапана, микроводоросли стали основными объектами исследований по получению продуктов, обладающих радиопротекторными свойствами. Медико-биологическими, клиническими испытаниями была установлена возможность использования белково-углеводного концентрата из мидий (БУК-М) в качестве лечебного препарата радиозащитного действия. Все технологические исследования заканчивались разработкой нормативных документов. Показана неразрывная связь технологических исследований с работами по стандартизации.*

**Ключевые слова:** исторические данные, исследователи, рыболовные исследования, биотехнологии, живые ресурсы, прошедшие обработку морепродукты, консервы, патенты, замороженная рыба, мидии, хранение

Лаборатория технологии и механизации обработки рыбы начала свою деятельность в Азово-Черноморском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (АзЧерНИРО) в 1958 г. Первой заведующей лабораторией стала Г.К. Ковальчук – высококвалифицированный специалист, которая организовала и сплотила коллектив технологов, а также определила основные направления научной деятельности.

Первые исследования были связаны с сохранением свежести азово-черноморских рыб и определением их сроков хранения, поскольку для Азово-Черноморского бассейна вопросы сохранения выловленной рыбы всегда были важны [7]. Следует отметить исследования Г.С. Христоферзена по изучению процессов окисления жира азово-черноморских рыб с целью обоснования сроков хранения и изыскания эффективных способов предохранения рыбы от окислительной порчи [10, 19].

С начала образования лаборатории сразу были начаты работы по технологическому нормированию и стандартизации, которые проводились совместно с производственными лабораториями. По заказу Госплана УССР разрабатывались республиканские технические условия на продукцию, требования к которой не были установлены в общесоюзных стандартах [1, 9].

В 1960-х гг. под руководством Н.И. Егоровой была разработана технология производства кормовой муки из черноморской хамсы. В производственных условиях были отработаны оптимальные

режимы, доказана возможность выработки кормовой муки из черноморской хамсы различной степени жирности [2].

С развитием океанического промысла деятельность лаборатории была связана с изучением и изысканием способов переработки океанического сырья. К 1968 г. было исследовано 250 видов рыб, в том числе 205 рыб Индийского океана и 45 – Атлантического. Материалы исследований были направлены во ВНИРО для включения в справочник теххимических свойств океанических рыб [5, 13].

В 1968 г. З.А. Яковлева и А.Е. Целуйко завершили работу по изучению природы и причин подкожного пожелтения некоторых морских мороженных рыб. Было установлено, что подкожное пожелтение кефалей и ставриды азово-черноморской не связано с окислением жира, а вызвано каратиноидными пигментами, переходящими из кожи в подкожный жир. Исследования позволили обосновать включение в нормативные документы допуска пожелтения для мороженной продукции из определенных видов рыб и тем самым исключить возможность понижения ее сортности [20].

С развитием ярусного лова тунца и тралового лова донных и пелагических рыб возрос интерес к океаническим акулам, которые попадались в прилове в значительном количестве. В.П. Скачковым была разработана технология производства балычных изделий холодного и горячего копчения из мяса океанических хрящевых рыб, были отработаны режимы отмачивания мяса акул с целью уменьшения содержания карбамида, который при тепловой обработке выделяет аммиак, ухудшающий вкусовые свойства [4, 11]. В дальнейшем установленные режимы переработки океанических акул были применены при переработке черноморского катрана.

Семидесятые годы оказались самыми продуктивными на технологические исследования и конструкторские разработки. Под руководством В.П. Скачкова была сконструирована и установлена на Керченском РКФ механизированная линия Н10-ИЛФ-3 по приготовлению пищевого фарша из хамсы, тюльки, кильки [12]. Создание данной линии позволило расширить ассортимент выпускаемой рыбной продукции

С 1977 г. технологи института впервые стали разрабатывать научно обоснованные режимы стерилизации, устанавливать оптимальные режимы стерилизации консервов.

Для уменьшения нагрузки на очистные сооружения и сокращения расхода воды проводились исследования возможности повторного использования воды на процессах с повышенным расходом воды, например, при стерилизации; изучалась возможность многократного использования загрязненных вод [3]. Исследованиями в данном направлении занимались Н.И. Егорова, А.Г. Губанова, А.П. Иванюта.

1990-е гг. связаны с технологией нетрадиционных видов продукции. В 1990 г. мидийный цех Керченского РКС приступил к переработке мидий, выращиваемых в хозяйствах аквакультуры. На основе упаренного мидийного бульона была разработана технология приготовления икры черной зернистой белковой, крекеров (чипсов), крем-соусов [16]. Данные виды продукции были нетрадиционными для отечественного производства, отличались оригинальностью. Значительный вклад в разработку новых видов продукции внесли З.А. Яковлева, Д.Г. Зубченко, И.В. Досычева, О.В. Свиридова, А.И. Бусова [8, 17, 18].

Под руководством А.Г. Губановой были начаты работы по исследованию лечебно-профилактических свойств моллюсков, гребневика, микроводорослей [6, 15]. Исследования выполнялись в соответствии с Государственной программой Украины по охране здоровья населения, пострадавшего от аварии на Чернобыльской АЭС.

Медико-биологическими и клиническими испытаниями была установлена возможность использования белково-углеводного концентрата из мидий (БУК-М) в качестве лечебного препарата радиозащитного действия. Выпуск данного препарата был освоен на ПНТЦ «Керчьмоллюск». В дальнейшем была доказана принципиальная возможность получения концентратов из рапаны, не уступающих по своей биологической активности концентрату БУК-М [14]. Позже работы в направлении разработки специализированных продуктов питания были продолжены под руководством О.Е. Битютской.

Перечисленные в данной статье результаты технологических исследований ЮгНИРО – это только маленькая часть того, что было сделано за годы деятельности лаборатории (отдела). Следует отметить, что технологическими исследованиями занималось также Одесское отделение АзЧерНИРО (далее – ОдО ЮгНИРО), деятельность которого была связана с переработкой китов, водорослей, кальмаров, антарктического криля, медузы. Пищевой и технический каррагинан, агар для микробиологических целей, пищевой филлофорин, хитин, хитозан, крилевая кормовая мука – это неполный перечень продукции, разработанный специалистами Одесского отделения: К.И. Бабушкиной, Ю.Л. Ковалем, Н.М. Бойдык, Т.В. Наседкиной, Р.Ф. Замбриборщ и др.

Произошедшие после 1991 г. политические и социально-экономические изменения привели к тому, что научно-исследовательские работы лаборатории первоначально были сокращены, а затем полностью приостановлены.

Технологические исследования в области переработки водных биоресурсов возобновились институтом после вхождения Крыма в состав Российской Федерации. Сейчас основное направление деятельности технологов – это разработка комбикормов для рыб с использованием ферментолитазов мелких азово-черноморских рыб, а также работа в области стандартизации и технологического нормирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горемыкина Н.И., Шумилова М.Н. Уточнение норм отходов и потерь при промысловой обработке рыбы на предприятиях Азово-Черноморского бассейна // Аннотации к работам, выполненным АзЧерНИРО в 1961 г. / Сборник первый. – М., 1963. – С. 55.
2. Егорова Н.И. Разработка режимов приготовления кормовой муки из черноморской хамсы прессово-сушильным способом // Труды АзЧерНИРО. – 1967. – Вып. 25. – С. 62-70.
3. Егорова Н.И., Иванюта А.П., Носкова В.И., Шишкова А.И. К вопросу оборотного использования воды для охлаждения банок после стерилизации консервов // Сборник научных трудов АтлантНИРО. – Калининград, 1987. – С. 104-111.
4. Жиров Г.С., Скачков В.П. Машина для введения жира в мясо тощих рыб // Рыбное хозяйство. – 1970. – № 4. – С. 63-64.
5. Материалы к справочнику технохимических свойств океанических рыб : отчет о НИР / Ковальчук Г.К. – Керчь: АзЧерНИРО, 1968. – 105 с.
6. Предварительные данные по способам получения препаратов лечебно-профилактического назначения из рапаны и гребневика : отчет о НИР / Губанова А.Г. – Керчь: ЮгНИРО, 1993. – 25 с.
7. Применение антибиотиков для сохранения свежей рыбы : отчет о НИР / Ковальчук Г.К., Москаленко Н.Ф., Лиманский В.В. – Керчь: АзЧерНИРО, 1959. – 99 с.
8. Производство консервов «Шпроты в масле» из кильки черноморской (внедрение законченных работ) : отчет о НИР / Исаев В.А, Христоферзен Г.С., Яковлева З.А. – Керчь: АзЧерНИРО, 1984. – 8 с.
9. Разработка и усовершенствование республиканских технических условий (РТУ УССР) : отчет о НИР / Ковальчук Г.К., Горемыкина Н.И., Тимофеева Н.В. – Керчь: АзЧерНИРО, 1959. – 38 с.
10. Результаты метрологической аттестации методов определения массовой доли липидов : отчет о НИР / Христоферзен Г.С. – Керчь: ЮгНИРО, 1990. – 84 с.
11. Скачков В.П. Приготовление балыков из океанических хрящевых рыб // Рыбное хозяйство. – 1970. – № 5. – С. 61-63.
12. Скачков В.П. Разработка технологии производства пищевого фарша из маломерных рыб // Рыбное хозяйство. – 1974. – № 9. – С. 56-58.
13. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. – М.: ВНИРО, 1998. – С. 199-224.
14. Технологическое обеспечение освоения выпуска БУК-М из культивируемых мидий ПНТЦ «Керчьмоллюск» : отчет о НИР / Губанова А.Г. – Керчь: ЮгНИРО, 1993. – 50 с.
15. Технология переработки культивируемых микроводорослей с получением продукции лечебно-профилактического назначения, оценка биологической активности разработанной продукции : отчет о НИР / Губанова А.Г. – Керчь: ЮгНИРО, 1993. – 21 с.

16. *Технология производства* икры черной зернистой из мидийного бульона, рекомендуемое оборудование для ее производства, утвержденная НТД : отчет о НИР / Яковлева З.А. – Керчь: ЮгНИРО, 1991. – 77 с.
17. *Технология производства* копченых рыбных колбас применительно к оборудованию Очаковского комбината, утвержденная НТД : отчет о НИР / Яковлева З.А. – Керчь: ЮгНИРО, 1991. – 65 с.
18. *Уточненная технология* производства консервов «Сосиски рыбные в соусах», утвержденная НТД и режим стерилизации : отчет о НИР / Яковлева З.А. – Керчь: ЮгНИРО, 1991. – 67 с.
19. *Христоферсен Г.С.* Исследование процесса окисления жира, выделенного из мышечной ткани азово-черноморских рыб // Труды АзЧерНИРО. – 1967. – Вып. 25. – С. 34-43.
20. *Яковлева З.А.* Влияние каратиноидов на появление подкожного пожелтения жира у мороженых морских рыб // Рыбное хозяйство. – 1969. – № 4. – С. 55-59.

Поступила 05.04.2017 г.

**History of YugNIRO technological research. L. M. Esina, L. A. Gorbenko.** *The main results of the scientific research studies of the technological laboratory (in more recent times, the sector) of raw marine product processing are stated. The time frame from the day of the subdivision establishment within the AzCherNIRO structure and up to present moment is covered. Initially, the fish species of the Black and Azov Seas were the main research target of the laboratory; then, with development of high-sea fisheries, the research studies also covered oceanic fish species, mainly of the Indian Ocean. The materials, prepared by the experts of the Laboratory of techno-chemical composition of the high-sea fisheries new targets, were subsequently used by VNIRO (Moscow, Russia) in the process of compilation of the reference book on oceanic fish species. It is shown that the institute technologists always solved vital problems that the fisheries sector was facing. These research studies concerned preservation of raw fish, setting terms of storage for chilled and frozen fish, for minced meat of oceanic fish, prepared with stabilizing additives. As a result of the research in the sphere of manufacturing practice for salted products, cold-smoked and hot-smoked fish, preserves, canned products, the range of products, produced by industry enterprises, has been expanded. Works on determining scientifically valid sterilization treatment for canned products were carried out in the framework of the laboratory. Mussels, veined rapa whelk, microalgae have become the main target for the studies aimed to develop products, possessing radiation protecting qualities. Possibility of using mussel carbohydrate-protein concentrate (M-CPC) as a therapeutic agent with radiation protecting effect was established by biomedical clinical investigations. All technological studies resulted in development of specification documents. An inextricable connection between technological research studies and standardization is shown.*

**Keywords:** historical accounts, researchers, fishery research, biotechnology, living resources, processed marine products, canned food, patents, frozen fish, mussels, storage

## КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНАЯ ДВУМЕРНАЯ ИМИТАЦИЯ ПЕРЕНОСА ВЗВЕСИ

**В. Н. Полупанов, к. г. н., вед. инженер-программист**

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: polupanov\_v\_n@azniirkh.ru

*Представлена двумерная имитационная модель переноса облака осаждающейся инертной взвеси на основе клеточных автоматов (КА-модель) в рамках адвективной диффузии. Используются ранее полученные эмпирические зависимости для расчета адвективной и диффузионной составляющих. Локальность КА позволяет учесть основные факторы, влияющие на перенос и осаждение облака взвеси в условиях сложного рельефа дна прибрежного мелководья. При постоянной глубине КА-модель соответствует классической модели адвективной диффузии. Примеры моделирования в различных частях Керченского пролива демонстрируют качественное соответствие получаемых результатов имеющимся представлениям об адвективной диффузии в мелководных прибрежных районах. Реализация осуществлена в виде веб-программы CA2DSIST (Cellular Automata 2D-Simulation Suspension Transfer) и отличается вычислительной эффективностью, позволяющей проводить имитационные эксперименты с источниками взвеси на маломощных компьютерах. CA2DSIST предназначена для оперативных расчетов характеристик загрязнения выбросами взвеси с целью оценки вреда гидробионтам.*

**Ключевые слова:** адвективная диффузия, облако взвеси, седиментация, мелководье, дрейфовые течения, клеточные автоматы, двумерная модель, веб-программа.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в мелководных и прибрежных районах морей увеличивается количество гидротехнических работ, являющихся источниками взвешенных веществ (взвесей). В связи с этим возрастает потребность в инструментарии для оперативных расчетов характеристик загрязнения с целью оценок вреда водным и донным гидробионтам. К настоящему времени существует большое количество методов моделирования загрязнения, но одни из них недостаточно точны, хотя и легко реализуемы, а другие, претендуя на достоверность результатов, избыточно «тяжелы» для использования в оперативной практике. Первые основаны на аналитических решениях при упрощенных предположениях о происходящих процессах и служат для предварительных оценок, которые в последующем должны подтверждаться более обоснованными методами [7]. В основе последних обычно лежат непрерывные полуэмпирические дифференциальные уравнения переноса и турбулентной диффузии [9], решаемые интегрированием по всей расчетной области дискретными сеточными методами. При моделировании в мелководных прибрежных областях возрастает роль локальных морфологических возмущений, и при построении систем уравнений возникает ряд математических проблем, а их сеточные решения отличаются слишком высокой вычислительной сложностью и обладают различного рода неустойчивостями [13].

На практике иногда целесообразнее использовать изначально дискретные модели, более «легкие», чем сеточные, но в то же время более адекватные, чем упрощенные аналитические. Основой таких моделей могут служить клеточные автоматы (КА), позволяющие упрощать расчеты без огрубления детальности за счет естественной локальности [6, 18], когда результаты в клетке зависят лишь

от результатов ближайших клеток расчетной (клеточной) области. Клеточная область может иметь небольшие размеры, что позволяет как свойство локальности КА, так и часто наблюдаемые случаи распространения облака на небольшие расстояния из-за интенсивного растекания и осаждения взвеси, что, в свою очередь, позволяет использовать более простые методы имитации, свойственные процессам локальных масштабов, по сравнению с методами для обширных областей с широким спектром разномасштабных процессов.

В настоящей работе рассматривается КА-модель для расчета характеристик загрязнения в рамках адвективной диффузии, которая в простейшем виде соответствует классической модели горизонтальной турбулентной диффузии (КМГТД) [9], основанной на прослеживании траектории движения плоского растекающегося облака инертной взвеси в турбулентном потоке, поле скорости  $u$  которого имеет вид:

$$u = \bar{u} + u', \quad (1)$$

где  $\bar{u}$  – адвективная составляющая, вызывающая перемещение частиц облака в направлении основного потока;  $u'$  – случайная составляющая, вызывающая растекание облака.

Предполагается, что в поле скорости (1) действует точечный источник взвеси  $M_{subst}$ , порождающий облако, концентрация взвеси в котором представлена в виде гауссовой функции. Положение центра  $x_0$  этой функции прослеживается во времени  $t$  с помощью уравнения  $dx_0/dt = \bar{u}(x_0, t)$ . КМГТД позволяет воспроизвести усредненную по ансамблю всех реализаций концентрацию  $C$  взвеси в двумерном однородном и изотропном потоке жидкости с постоянной глубиной  $H$ , движущемся с постоянной средней скоростью  $\bar{u}$  в горизонтальной декартовой системе координат  $(x, y)$ . Уравнение адвективной диффузии без потери общности можно записать в упрощенном виде для направления вдоль оси  $x$  и для случая, когда источник взвеси находится в точке  $(x = 0; y = 0)$ :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{u \cdot \partial C}{\partial x} + \frac{V_{sedim}}{H} = K_t(t) \cdot \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + M_{subst}, \quad (2)$$

где  $V_{sedim}$  – скорость седиментации;  $K_t(t)$  – коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии:

$$K_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{t}. \quad (3)$$

Решение для такой задачи при  $t > 0$  можно получить в виде гауссовой плотности вероятности концентрации взвеси:

$$C(x, y, t) = \frac{M_{subst}}{2 \cdot \pi \cdot H \cdot \sigma^2} \exp \left[ - \frac{(x - \bar{u} \cdot t)^2 + y^2}{2 \cdot \sigma^2} - \frac{V_{sedim} \cdot t}{H} \right], \quad (4)$$

где  $\sigma^2 = 2K_t t$  – дисперсия, определяющая полуширину облака загрязнения.

Решение (4) для одного коэффициента  $K_t$  (однопараметрическая модель) дает возможность определять эффективные размеры плоского радиально-симметричного диффундирующего облака при изотропии горизонтальной турбулентной диффузии. Однако в море, особенно в районах обширного мелководья, поле средней скорости  $\bar{u}$  редко бывает однородным, что приводит к непостоянству «энергоснабжения» турбулентности и, как следствие, к неприемлемости предположения об изотропии [9]. Необходимо учитывать изменчивость скорости течения, которая в мелководных и прибрежных районах существенно зависит от глубины места и близости берегов, и наличие зависимости между горизонтальной и вертикальной диффузией, роль которой может усиливаться при приближении к мелководью [8]. Кроме этого, в таких районах возрастает роль морфологических возмущений турбулентности [15]. Перечисленные факторы необходимо учитывать в КА-модели при трансформации облака, рассчитываемого по (4).

Наиболее близким к рассматриваемому здесь является подход, называемый авторами бессеточным стохастическим методом дискретных облаков [4], разработанным на основе уравнения переноса и диффузии (2) с двумя параметрами  $K_{lx}(t)$  и  $K_{ly}(t)$  и стохастического метода дискретных частиц. Не вдаваясь в особенности этого метода, кратко основную идею можно считать состоящей в том, что каждая частица представляется эллипсоидным облаком конечных размеров с гауссовым рас-

пределением плотности. Производится параметрическое разделение дисперсии взвеси на два процесса – случайные смещения центров облаков и рост их размеров. Суммарная дисперсия примеси в этих процессах должна быть равна исходной дисперсии. Не подвергая сомнению перспективность такого подхода, можно лишь отметить снижение вычислительной эффективности при попытке более полного учета неоднородности  $\bar{u}$  на обширных мелководьях, и наоборот, недостаточную чувствительность неоднородности при приемлемой вычислительной эффективности. Решение этих проблем для акваторий небольшой протяженности представляется возможным в КА-модели, применимой в условиях ограниченности вычислительных ресурсов, но в то же время чувствительной к особенностям морфометрии дна и берегов мелководных районов.

### 1. ОПИСАНИЕ КА-МОДЕЛИ

Здесь рассматриваются основные аспекты разрабатываемой КА-модели, а именно: клеточный автомат (основные принципы), ветровые течения, имитация турбулентной диффузии, учет рельефа дна и берегов, перенос и осаждение взвеси, учет времени.

**1.1 Клеточный автомат** представляет собой дискретную модель физического процесса переноса взвеси, развивающегося в клеточной области на очередном временном шаге (цикле). В настоящей модели используется КА первого порядка, когда значения в клетках текущего цикла зависят от значений лишь одного предыдущего цикла. На каждом  $I$ -том цикле количество вещества  $M_{i,j}$  в клетке с координатами  $(i, j)$  рассчитывается по одним и тем же КА-правилам, зависящим лишь от скорости течения  $U_k$ , направления  $k$ , с использованием значений лишь ближайших (влияющих) клеток в некоторой окрестности. КА-модель построена на основе двумерного клеточного автомата с окрестностью Мура [18]. Такой автомат, с коэффициентами, замедляющими скорости в диагональных направлениях [6], позволяет моделировать диффузионный процесс в областях, отличающихся изменчивостью характеристик переноса и диффузии, с точностью, достаточной для практических задач.

Следует обратить особое внимание на отличие настоящей КА-модели от классических [18]: состояние клеток описывается набором вещественных переменных, а не ограниченным набором дискретных состояний.

Представление о КА-модели (без учета седиментации) можно получить из схемы на рис. 1.

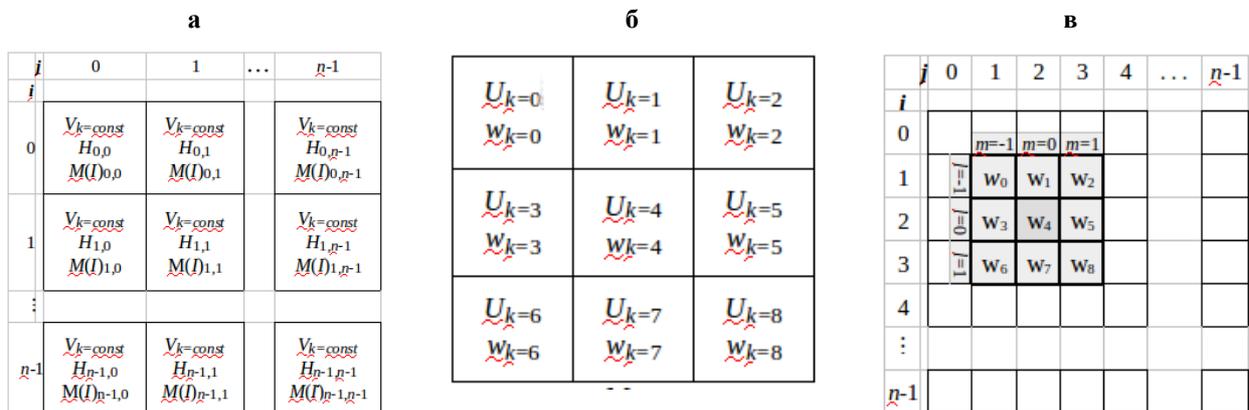


Рис. 1 Схема КА: а) исходные значения в поле КА; б) окрестность Мура; в) окрестность в поле КА

На рис. 1 представлены следующие величины:  $n$  – число клеток по длине и ширине клеточной области;  $V_k$  – скорость ветра ( $m/c$ ) с направлением, соответствующим одному из восьми румбов ( $C3 \div ЮВ, k = 0$  – это  $C3, k = 1$  –  $C$  и т.д.);  $H_{i,j}$  – глубина ( $m$ );  $M_{i,j}$  – масса взвеси ( $кг$ );  $U_0 \div U_8$  – скорости течений ( $m/мин$ ),  $k = 4$  соответствует вертикальной скорости;  $w_0 \div w_8$  – безразмерные весовые коэффициенты ( $\sum w_i = 1$ ).

Обозначим клеточную область в виде квадрата с линейным размером  $L$  ( $m$ ) с числом клеток ( $n \times n$ ) и линейным размером клетки  $\Delta x = L/n$ . Положение любой клетки в пределах области можно определить с помощью индексов  $i$  (номер строки) и  $j$  (номер столбца).

Скорости течений  $U_k$  представим в виде, соответствующем исходному предположению (1) о поле течений:

$$U_k = \bar{U}_k + U'_k, \quad (5)$$

где  $\bar{U}$  – усредненная по глубине адвективная составляющая скорости, ответственная за транспортировку облака;  $U'_k$  – составляющая скорости, ответственная за растекание облака. При этом подразумевается, что скорости в диагональных направлениях скорректированы за счет увеличения расстояний между центрами клеток, имеющих лишь общие вершины.

Скорости и направления течений  $\bar{U}_k$  и  $U'_k$ , в соответствии с материалами многочисленных исследований в мелководных районах [1, 2, 10, 12, 14-17, 19], определяются с использованием данных о преобладающем ветре и глубин по этапам, рассматриваемым далее. Здесь же можно отметить, что на первом этапе рассчитывается дрейфовая (адвективная) составляющая лишь одного направления со скоростями, изменяющимися за счет изменчивости глубин, которая генерирует в каждой клетке сопутствующие течения других направлений, имитируя турбулентность инерционного интервала. Полученные таким образом составляющие подвергаются трансформации, встречая на своем пути берег и резкие перепады глубин с усилением влияния последних на мелководье, и в результате имитируется мелкомасштабная турбулентность за счет источников морфологических возмущений [15], существенно отличающаяся от изотропной и двухпараметрической «эллипсоидной». Трансформированная адвективная составляющая определяет скорость и время прохождения каждой клетки облака (транспортировку облака), а трансформированные сопутствующие составляющие восьми направлений – скорость распределения облака по соседним клеткам (растекание облака). Эта картина усложняется неконсервативностью примеси за счет седиментации, интенсивность которой также зависит от времени прохождения клетки потоком и интенсивности растекания по соседним клеткам.

Пусть схема на рис. 1 соответствует ситуации на цикле  $I$ . Тогда основное правило клеточного автомата для расчета массы загрязняющего вещества в центральной клетке в цикле  $(I + 1)$  имеет вид:

$$M(I+1)_{i,j} = \sum_{l=-1}^{l=1} \sum_{m=-1}^{m=1} w_k \cdot M(I)_{i+l,j+m}; \quad (6)$$

$$k = 3l + m + 4; i = 0, 1, \dots, n-1; j = 0, 1, \dots, n-1,$$

$$w_k = (U_k) / \sum_{k=0}^8 (U_k), \quad (7)$$

где вещество пополняется из источника ( $M_{subst}$ ) и седиментируется ( $M_{sedim}$ ):

$$M(I)_{i,j} = M(I-1)_{i,j} + M_{subst}(I)_{i,j} - M_{sedim}(I)_{i,j}. \quad (8)$$

Вброс определяется по задаваемой скорости поступления вещества  $V_{subst}$ , зависящей от производительности источника взвеси и скорости  $U_k$ , в направлении основного потока, с которой вещество выносится из клетки с источником:

$$M_{subst}(I)_{i,j} = V_{subst} \cdot \Delta x / (\bar{U}_k)_{i,j}. \quad (9)$$

Седимент рассчитывается как часть взвеси на предыдущем цикле:

$$M_{sedim}(I)_{i,j} = \sum_{l=-1}^{l=1} \sum_{m=-1}^{m=1} \frac{V_{sedim}}{H_{i+l,j+m}} \cdot \frac{\Delta x}{U_k} \cdot M(I-1)_{i+l,j+m}; \quad (10)$$

$$k = 3l + m + 4; i = 0, 1, \dots, n-1; j = 0, 1, \dots, n-1;$$

где  $V_{sedim}$  задается согласно методике [6].

Седимент, накопленный каждой клеткой за все циклы и используемый далее для расчета толщины ила, рассчитывается суммированием:

$$SM_{sedim}(I)_{i,j} = \sum_1^I M_{sedim}(I)_{i,j}. \quad (11)$$

На каждом цикле рассчитываются также следующие величины, используемые для контроля за условием сохранения вещества в целом по клеточной области:

– взвесь, содержащаяся в облаке на текущем цикле:

$$SM(I) = \sum_{i=1}^{n-2} \sum_{j=1}^{n-2} M(I)_{i,j}; \quad (12)$$

– вещество, сброшенное и осевшее (седимент) за все циклы:

$$SM_{subst}(I) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{n-2} \sum_{k=1}^{n-2} M_{subst}(I)_{i,j}; \quad (13)$$

$$SM_{sedim}(I) = \sum_{i=1}^{n-2} \sum_{j=1}^{n-2} SM_{sedim}(I)_{i,j}; \quad (14)$$

– взвесь, вынесенная за пределы области:

$$SM_{out}(I) = \sum_{i=1}^I \left( \sum_{j=0}^{n-1} M(I)_{i,j=0,n-1} + \sum_{j=1}^{n-2} M(I)_{i=0,n-1,j} \right). \quad (15)$$

Закон сохранения вещества для КА-модели можно записать в виде:

$$SM_{subst}(I) = SM(I) + SM_{sedim}(I) + SM_{out}(I). \quad (16)$$

Выражения (6) ÷ (16) составляют основу КА-модели. На каждом цикле  $I$  в каждой клетке с индексами  $(i, j)$  можно определить количество взвеси, используя (6), и количество седимента, используя (10). После каждого цикла можно подсчитать суммарное количество вещества, остающегося в облаке (12); количество вещества, сброшенного за весь период (13); количество вещества, осевшего за этот период (14), и количество вещества (15), вынесенного за клеточную область. Вычисляемые таким образом суммы должны удовлетворять закону сохранения вещества в виде (16).

**1.2 Моделирование ветровых течений** в КА-модели осуществляется при предположении, что при скоростях ветра до 8-10 м/сек, наиболее часто используемых в инженерных расчетах, дрейфовые течения, возникающие под непосредственным влиянием ветра с учетом морфометрии дна и берегов, существенно преобладают над остальными составляющими (плотностными, стоковыми, компенсационными и др.). Это соответствует выводам работ 1960-1980-х гг. прошлого столетия, когда проводились достаточно подробные наблюдения над течениями [1, 2, 12, 14]. Более того, предполагается, что в случае обширных прибрежных мелководий применим вывод о преобладании ветровых течений над волновыми [19]. Дрейфовое течение отождествляется с адвективной составляющей  $\bar{U}_k$ , расчет которой ведется в квадрате (клеточной области), покрывающем участок моря небольших размеров ( $\sim 6 \times 6$  км и менее). Для расчета усредненной по глубине скорости течения ( $\bar{U}_k$ , м/мин) используется эмпирическая формула ГГИ [14] для мелководных водоемов, полученная в результате обработки большого количества натуральных и лабораторных экспериментов:

$$\left(\bar{U}_k\right)_{i,j} = 0.01 \cdot \left(b_0 - b_1 \cdot \lg H_{i,j}\right) \cdot W_k^{b_2} \cdot 60, \quad k = 0 \vee 1 \vee 2 \dots 8, k \neq 4, \quad (17)$$

где  $W$  – скорость ветра (м/с) на высоте 10 м;  $H$  – глубина (м);  $b_0 = 0.70$ ,  $b_1 = 0.33$ ,  $b_2 = 1.5$ .

Представление об изменении  $\bar{U}$  при изменении скорости ветра и глубин можно получить из рис. 2.

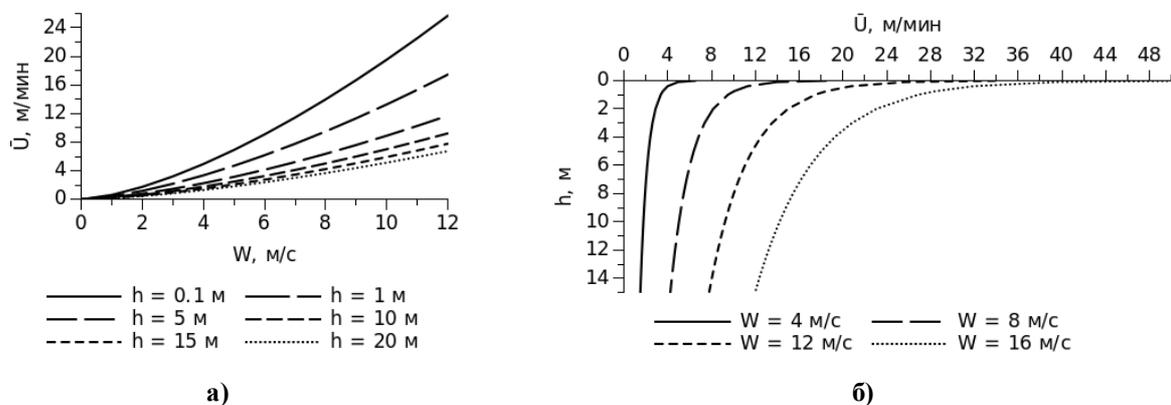


Рис. 2 Изменение средней скорости течения  $\bar{U}$  (м/мин): а) при изменении скорости ветра  $W$  для разных глубин  $h$ ; б) при изменении глубин  $h$  для различных скоростей ветра  $W$

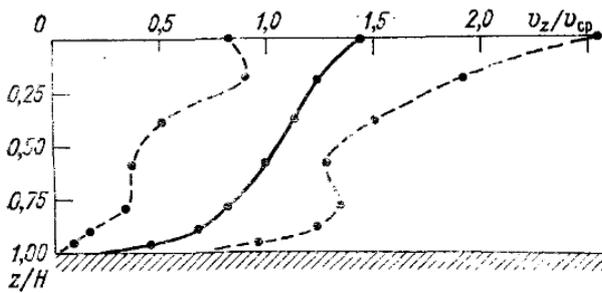


Рис. 3 Обобщенная эпюра относительных скоростей течений в зонах прибрежного мелководья Ладожского и Белого озер при ветрах различной скорости и разных направлений (штриховыми линиями показаны предельные значения по рядам измерений) [14]

горизонтальной плоскости. Этот результат, существенный для расчета адвективной составляющей, далее также отражается на изменчивости скоростей  $U'_k$  сопутствующих течений, ответственных за имитацию турбулентной диффузии.

**1.3 Имитация турбулентной диффузии** в КА-модели осуществляется поэтапно. Здесь описывается первый этап, на котором учитывается турбулентность инерционного интервала в рамках КМГТД с учетом прибрежной мелководности путем введения скоростей сопутствующих течений  $U'_k$ , возникающих в предположении о возможности генерации турбулентных движений главным (адвективным) потоком [9]. Скорости этих течений, связанные со скоростью  $\bar{U}$ , при постоянной глубине и отсутствии берегов и при наличии источника взвеси имитируют облако турбулизованной взвеси правильных геометрических форм, изменяющихся от радиально-симметричных (при отсутствии ветра) до все более вытянутых эллипсоидных при увеличении скорости ветра, похожих, соответственно, на облака, развивающиеся в рамках КМГТД. При учете изменения глубины форма облака искажается из-за появления горизонтального сдвига скоростей, а также из-за перераспределения скоростей в вертикальном и горизонтальном направлениях в связи с учетом зависимости между вертикальной и горизонтальной диффузией в соответствии с предположением из работы [8].

Величины  $U'_k$  рассчитываются на основании имеющихся данных о характеристиках турбулентности в мелководных районах:  $K_t(\bar{U})$  – эффективном коэффициенте турбулентной диффузии и  $L$  – характерном размере турбулизующих инерционных колебаний. Диапазон изменения последних может изменяться в широких пределах: от 1000 м в прибрежных районах до 6000 м и более при увеличении глубин [1, 2]. Конкретная величина  $L$  для КА-модели подбирается из условия соответствия КМГТД при постоянной глубине. Коэффициент  $K_t(\bar{U})$ , характеризующий интенсивность рассеяния взвеси под влиянием диссипативных турбулентных возмущений наиболее крупных масштабов, возможных в данной клеточной области, принимается связанным со средней скоростью течения (17) на основании результатов работ [2, 12, 14, 16, 17], в которых подробно исследовались особенности диссипативной турбулентности, свойственной мелководным прибрежным районам, и закономерности ее отличия от «закона 4/3» Ричардсона-Обухова. В рамках общего для этих работ подхода для Керченского пролива и прибрежных районов Черного и Азовского морей (до 2 км [15] и от 6 до 12 км [17] от берега) получены эмпирические зависимости коэффициентов турбулентного обмена  $A_t$  [2] и горизонтальной турбулентной диффузии  $K_t$  [12] от средней скорости течения при четко выраженной линейной связи между  $A_t$  и  $K_t$ . В работе [12] данные по  $A_t$  и  $K_t$  обобщены и для применения на практике при скоростях течений до 30 см/с (18 м/мин) предложена зависимость  $K_t$  от  $\bar{U}$ , которая в единицах измерения, используемых в КА-модели, имеет вид:

$$K_t(\bar{U}) = \tau \cdot (1.44 + 0.273 \cdot \bar{U}^2), \quad (18)$$

где  $\tau$  – лагранжев временной масштаб, изменяющийся от 80 до 100 с в прибрежных районах Черного и Азовского морей (здесь  $\tau = 1.7$  мин по данным для района Арабатской стрелки [12]);  $K_t$  измеряется в м<sup>2</sup>/мин,  $\bar{U}$  – в м/мин, свободный член 1.44 – в м<sup>2</sup>/мин<sup>2</sup>.

Информацию о характере распределения течений на отдельных горизонтах, данные о которых использованы при выводе (17), можно получить из рис. 3 на примере обобщенных эпюр относительных скоростей течений в зонах прибрежного мелководья [14].

Расчитав течение в каждой клетке с помощью КА-правил (6), (7), (17), можно имитировать адвективное перемещение частиц взвеси по лагранжевым траекториям. Не трудно представить, что уже по такой упрощенной модели, без турбулентности и растекания облака, но с учетом изменчивости глубины, несмотря на постоянство направления и скорости ветра, возникает так называемый сдвиг скоростей основного потока в го-

При использовании зависимости (4) для дискретного варианта можно записать:

$$K_t(\bar{U}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta\sigma^2}{\Delta t} \tag{19}$$

Тогда из (19) при  $K_p$ , определяемому по (18), и при  $A/L = A/(\Delta x \cdot n) = \Delta\sigma / \Delta x$ , можно получить выражение для вычисления горизонтальных составляющих скорости  $\tilde{U}'$ :

$$\tilde{U}' = 2 \cdot K_t \cdot \frac{L}{A} \cdot \frac{1}{\Delta x} \tag{20}$$

Для учета перераспределения скоростей на мелководье между вертикальными и горизонтальными составляющими  $U'$  и  $U'_4$  используются следующие выражения:

$$U'_k = \frac{1}{8} \cdot (8 \cdot \tilde{U}' + \alpha \cdot \tilde{U}' \cdot w_h), \tag{21}$$

$$U'_4 = \alpha \cdot \tilde{U}' \cdot (1 - w_h), \tag{22}$$

где коэффициент  $\alpha$  подбирается одновременно с  $A$  из условия соответствия КМГТД при постоянной глубине ( $\alpha \approx 1$ );  $w_h$  – коэффициент влияния глубины:

$$w_h = \frac{1}{h+1} \tag{23}$$

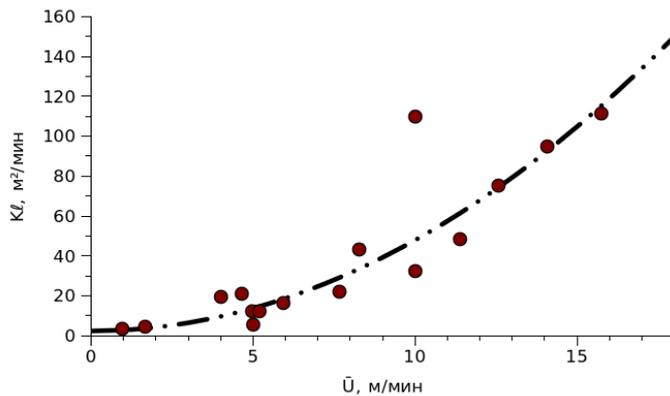
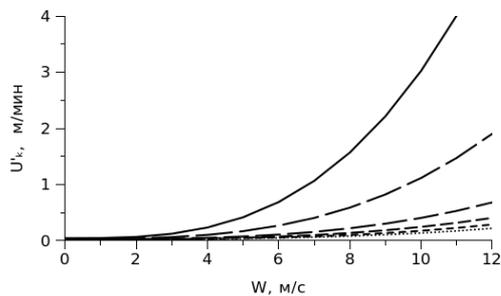


Рис. 4 Вид зависимости эффективного коэффициента турбулентной диффузии  $K_t, \text{ м}^2/\text{мин}$  от средней скорости течения  $\bar{U} \text{ (м/мин)}$

Вид зависимости эффективного коэффициента турбулентной диффузии  $K_t \text{ (м}^2/\text{мин)}$  от средней скорости течения  $\bar{U} \text{ (м/мин)}$ , соответствующей уравнению (18), по данным работы [12], показан на рис. 4.

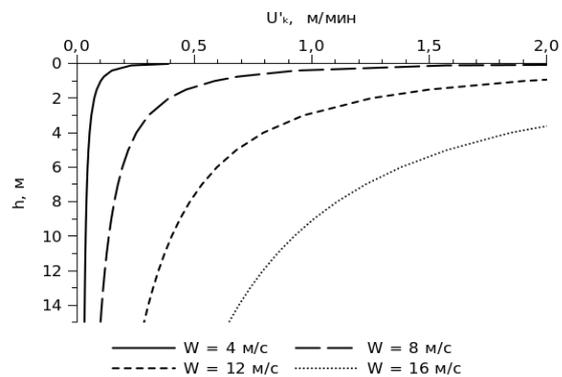
На рис. 5 показаны графики изменения горизонтальной составляющей скорости  $U'_k$ , имитирующей горизонтальную турбулентность.

Рис. 6 с графиками зависимости от глубины отношений  $U'_k / \tilde{U}'_k$  и  $8 \cdot U'_k / U'_4$  поможет представить, как за счет перераспределения скоростей изменяется горизонтальная составляющая скорости, имитирующая горизонтальную турбулентность.



—  $h = 0.1 \text{ м}$     —  $h = 1.0 \text{ м}$   
 - -  $h = 5 \text{ м}$     - -  $h = 10 \text{ м}$   
 ···  $h = 15 \text{ м}$     ···  $h = 20 \text{ м}$

а)



—  $W = 4 \text{ м/с}$     - -  $W = 8 \text{ м/с}$   
 - -  $W = 12 \text{ м/с}$     ···  $W = 16 \text{ м/с}$

б)

Рис. 5 Изменение составляющей скорости  $U'_k \text{ (м/мин)}$ , имитирующей горизонтальную турбулентность: а) при изменении скорости ветра  $W$  для разных глубин  $h$ ; б) при изменении глубин  $h$  для разных скоростей ветра  $W$

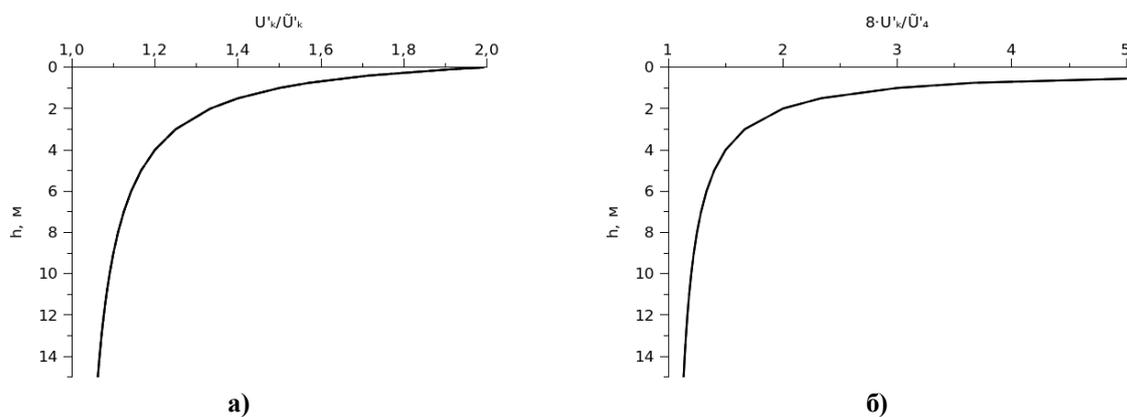


Рис. 6 Изменение со средней глубиной отношений  $U'_k / \tilde{U}_k$  (а) и  $8 \cdot U'_k / U_4$  (б)

Таким образом, представление скоростей в виде (5), вычисляемых с помощью КА-правил (17)-(23), позволяет имитировать растекание облака взвеси с использованием экспериментальных данных об эффективном коэффициенте турбулентной диффузии и характерном размере инерционных колебаний в мелководном районе ограниченных масштабов. Однако пока еще не учитываются морфологические возмущения из-за резких изменений рельефа дна и наличия берегов.

**1.4 Учет рельефа дна и берегов** важен не только для уточнения КА-правил и более близкой к реальности имитации распространения примеси, но и для последующих расчетов характеристик загрязнения (площадей, объемов, концентраций и др.). Все входные и рассчитываемые характеристики должны быть связаны единой картографической основой. Поэтому вначале здесь будет кратко рассмотрена задача получения глубин.

Наиболее достоверные мелкомасштабные особенности рельефа дна и береговой линии чаще всего можно извлечь из действующих навигационных карт, дополненных спутниковыми снимками и материалами ведомственных промеров. Например, для Керченского пролива наиболее подходящей является карта масштаба 1:50000 (меркаторская проекция, система координат WGS-84, топографическая основа – от 1993 г., последние промеры глубин от 1990, 1991, 1993, 2002-2004 гг.), мелкомасштабные спутниковые снимки и материалы ведомственных промеров отдельных участков акваторий. Глубины и береговую линию чаще всего приходится самостоятельно подвергать оцифровке и геопривязке с использованием соответствующего инструментария. В рассматриваемой КА-модели оцифрованные глубины представлены в GeoJSON-формате в виде точек-триад: глубина, широта, долгота. Значения, полученные в результате оцифровки, после загрузки необходимо интерполировать в узлы регулярной сетки, соответствующей клеткам КА-модели с помощью подходящего алгоритма, например, одного из перечисленных в [3]. Исходя из задач, решаемых в настоящей работе, достаточным представляется метод обратных взвешенных расстояний (ОВР, или от англ. inverse distance weighting – IDW). При этом подразумевается, что в рассматриваемом варианте ОВР-алгоритма используется именно интерполяция глубин (без сглаживания и фильтрации) по данным в нерегулярно расположенных точках на середину клеток клеточной области с сохранением известных значений «как есть» при совпадении местоположения точки и клетки. К числу существенных для нашей задачи достоинств ОВР-алгоритма следует отметить простоту реализации и то, что алгоритм не «зависает» из-за мультиколлинеарности данных. Используя аппарат обозначений Кнута для оценки трудоемкости алгоритмов, среди недостатков ОВР-алгоритма отмечают [3] существенный для решаемой здесь задачи – трудоемкость интерполяции ( $O(N)$ ) на больших объемах исходных данных по сравнению, например, с модифицированным методом Шепарда, обладающим умеренной трудоемкостью ( $O(N \cdot \log N)$ ) – время построения модели,  $O(\log N)$  – время интерполяции). Но предварительные эксперименты на оцифрованных данных Керченского пролива дают основание полагать, что достаточным является локальный вариант ОВР-алгоритма, когда для интерполяции используется небольшое число (4-6) ближайших точек. Кроме этого, область поиска влияющих точек осуществляется в пределах квадрата, покрывающего не весь район, а лишь клеточную область. К тому же квадрат выбирается много раз в пределах одного и того же района, поэтому выборку

точек, покрываемых квадратом, а затем и ближайших точек для интерполяции можно ускорить, предварительно упорядочив все точки оцифрованных глубин района по широте и долготе. Тогда, затратив один раз время на предобработку, трудоемкость (по времени) с учетом многократного использования алгоритма интерполяции можно существенно уменьшить (до  $O(\log N)$ ). Не останавливаясь на подробностях, далее будем считать, что таким образом можно получить (загрузить) необходимую для КА-модели среднюю глубину  $H$  (м) в каждой клетке области за приемлемое время и с требуемой точностью. Клетки с глубинами менее  $H_0$  будут относиться к суше ( $H_0$  задается исходя из задачи).

Перепад глубин на мелководье и в прибрежной полосе вызывает существенное изменение поведения турбулизированных течений по сравнению с открытым морем, что отражается на характере переноса и рассеяния взвеси [4, 9, 10, 16, 17]. Главные оси эллипсоидных облаков, совпадающие в открытом море с направлением ветра, при приближении к берегу стремятся принять направление вдоль береговой линии.

В КА-модели поведение составляющих  $U_k$ , ответственных за перенос и растекание облака взвеси в соответствии с КА-правилами (17)-(23), при наличии источников морфологических возмущений, более значимых на малых глубинах и в прибрежной области, определяется с использованием алгоритма, состоящего из нескольких этапов.

На первом этапе рассчитываются новые значения скоростей  $\hat{U}_k$  с учетом перепадов глубин  $h_k$  во влияющих клетках относительно глубины  $h_j$  в центральной клетке:

$$\hat{U}_k = U_k \cdot q_k, \quad (24)$$

где  $q_k$  – коэффициент, рассчитываемый с использованием функции логистического типа:

$$q_k = \frac{\lambda_1}{1 + e^{-\lambda_2 \cdot \hat{h}_k}}, \quad (25)$$

где  $\lambda_1 = 2$ ;  $\lambda_2 \sim 2 \div 5$ ;  $\hat{h}_k$  – относительный перепад глубин:

$$\hat{h}_k = \frac{H_{i,j} - H_{i+l,j+m}}{(H_{i,j} + H_{i+l,j+m})/2}, k = 3l + m + 4; i = 0, 1, \dots, n-1; j = 0, 1, \dots, n-1. \quad (26)$$

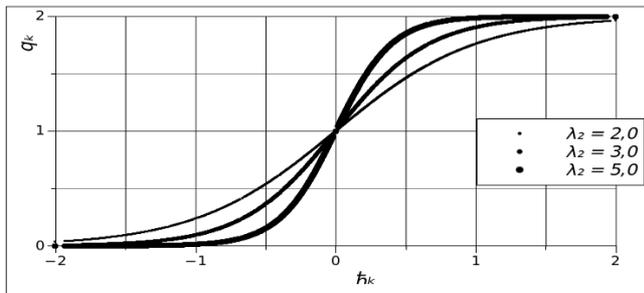


Рис. 7 Изменение коэффициентов  $q_k$ , рассчитываемых по формуле (25)

Коэффициент  $\lambda_2$  подбирается эмпирически в зависимости от глубин и неровностей дна района. Так, по экспериментам в Керченском проливе: для заливов более подходит  $\lambda_2 = 2$ , а для центральной части пролива –  $\lambda_2 = 3$ . По рис. 7 можно представить, каким образом перепады глубин усиливают или уменьшают скорости с использованием выражений (24)-(26).

КА-правило (24) при резких перепадах глубин и в клетках, примыкающих к берегу, может приводить к нарушению закона сохранения баланса импульса системы (для нашего

случая – баланса скоростей), которое можно обнаружить при  $\Delta \hat{U} \neq 0$ , где  $\Delta \hat{U}$  равно:

$$\Delta \hat{U} = \sum \hat{U}_k - \sum U_k. \quad (27)$$

Поэтому на втором этапе делается попытка приближенного восстановления баланса скоростей применением КА-правила:

$$\tilde{U}_k = \begin{cases} \hat{U}_k + \Delta \hat{U} \cdot \omega_k, & \text{если } \Delta \hat{U} < 0; \\ \hat{U}_k - \Delta \hat{U} \cdot \omega_k, & \text{если } \Delta \hat{U} > 0 \text{ и } (\hat{U}_k - \Delta \hat{U} \cdot \omega_k) > 0; \\ 0, & \text{если } \Delta \hat{U} > 0 \text{ и } (\hat{U}_k - \Delta \hat{U} \cdot \omega_k) \leq 0, \end{cases} \quad (28)$$

где  $\tilde{U}_k$  – исправленные скорости,  $\omega_k$  – весовые коэффициенты:

$$\omega_k = \begin{cases} \frac{q_k}{\sum q_k}, & \text{если } \Delta\hat{U} < 0; \\ \frac{2 - q_k}{\sum(2 - q_k)}, & \text{если } \Delta\hat{U} > 0. \end{cases} \quad (29)$$

Использование КА-правила (28) не гарантирует восстановление баланса при  $\Delta\hat{U} > 0$ , когда при больших перепадах глубин усиливается скорость основного потока. Нарушение баланса в этом случае можно определить, вычисляя величину:

$$\Delta\tilde{U} = \sum \tilde{U}_k - \sum U_k, \quad (30)$$

и уменьшая, при необходимости, скорость основного потока:

$$\tilde{U}_k = \tilde{U}_k - \Delta\tilde{U}, \quad \text{если } \Delta\tilde{U} > 0 \text{ и } \tilde{U}_k = \max(\tilde{U}_k; k = 0, \dots, 8, k \neq 4). \quad (31)$$

КА-правила (24)-(31) позволяют учесть влияние перепадов глубин при приближенном соблюдении баланса скоростей, что, в свою очередь, дает возможность соблюдать условие сохранения вещества по клеточной области в виде (16) с точностью, достаточной для практического использования КА-модели.

**1.5 Перенос и осаждение взвеси** теоретически представляет собой достаточно сложную самостоятельную задачу. Однако на практике используют следующий упрощенный подход [4, 7, 11], соответствующий задачам, решаемым с помощью настоящей КА-модели. При описании распространения взвешенных веществ выделяются две области с существенно различающейся гидродинамикой процессов: не рассматриваемая здесь ближняя зона, размеры которой определяются характеристиками источника взвеси, и дальняя зона, являющаяся областью моделирования. Концентрации взвеси в дальней зоне относительно невелики, так что горизонтальный перенос и осаждение (седиментацию) каждой фракции можно представить независимыми от других. При этом скорость переноса зависит от интенсивностей адвекции и турбулентной диффузии и их соотношения. При таком представлении взвеси распространение загрязнения можно моделировать поочередно для каждой фракции в виде отдельного облака.

В КА-модели перед завершением очередного цикла в каждой клетке рассчитываются концентрация взвеси  $C$  (мг/л) и толщина осадка в виде ила с учетом пористости  $Z$  (мм):

$$C_{i,j}(I) = \frac{M_{i,j}(I)}{V_{i,j}}, \quad (32)$$

$$Z_{i,j}(I) = \frac{SM_{i,j}(I)_{sedim}}{(1 - \varepsilon) \cdot \rho \cdot S_{i,j}}, \quad (33)$$

где  $V_{i,j}$  – объем под клеткой ( $m^3$ );  $\rho$  – природная плотность взвеси ( $g/cm^3$ );  $\varepsilon$  – пористость ила;  $S_{i,j}$  – площадь клетки ( $m^2$ ).

По значениям концентрации и толщины ила в каждой клетке на каждом цикле определяются объемы и площади, отвечающие критериям вреда для гидробиоты в соответствии с действующими документами.

**1.6 Учет времени** требует дополнительных вычислительных затрат, поскольку в выражениях КА-модели используются номера циклов ( $I$ ) и скорости адвекции  $\bar{U}_{i,j}$  (м/мин) без явного упоминания времени. В настоящем варианте КА-модели используется алгоритм приближенного определения времени, достаточно точный для практики по результатам многочисленных экспериментов. В соответствии с этим алгоритмом интервал времени  $\Delta_{il,k}$  (мин), соответствующий  $I$ -му циклу при ветре с направлением  $k$ , приравнивается интервалу времени  $\Delta_{ik,i,j}$  (мин) перемещения частицы воды (взвеси) через клетку с координатами  $(i, j)$  с максимальной концентрацией взвеси  $C_{max}$  под влиянием течения в направлении  $k$  со скоростью  $U_{k,i,j}$ :

$$\Delta t_{I,k} = \Delta t_{I,k,j} = \frac{\Delta x}{U_{k,j}};$$

$$U_{k,j} = \max(U_{k,j}; k = 0, \dots, 8, k \neq 4);$$

если  $C_{I,j} = \max(C_{I,j}; i = 0, \dots, n-1; j = 0, \dots, n-1)$

(34)

Тогда время  $T_{I,k}$  (мин) для всей клеточной области на  $I$ -том цикле приравнивается длительности времени перемещения частиц по клеткам с максимальной концентрацией взвеси:

$$T_{I,k} = \sum_0^I \Delta t_{I,k},$$
(35)

где  $I = 0$  соответствует первому выбросу из клетки-источника.

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ И АПРОБАЦИЯ

**2.1 Программная реализация** представляет собой пилотный проект с кодовым наименованием CA2DSIST (Cellular Automata **2D-Simulation Suspension Transfer**). Программа позволяет оперативно выполнять расчеты, соответствующие требованиям, изложенным в методических указаниях [7].

Важным преимуществом по сравнению с аналогами являются пониженные требования к машинным ресурсам: возможно использование маломощных компьютеров, что, наряду со снижением трудоемкости за счет особенностей КА-алгоритмов, обеспечивается использованием веб-технологий на стороне клиента (браузера).

Для разработки использован язык Javascript в среде HTML4 с элементами HTML5 [5]. Вычислительные возможности браузеров развиваются опережающими темпами за счет постоянного совершенствования программных ядер Javascript и к настоящему времени позволяют реализовать достаточно трудоемкие вычисления, тогда как программирование на этом языке высокого уровня доступно специалистам предметной области, не являющимся профессиональными программистами.

Еще одно преимущество – в том, что для работы программы не требуется предварительная загрузка среды (интерпретаторов, трансляторов) и библиотек, поскольку наличие браузера с поддержкой Javascript на большинстве платформ сегодня является обязательным, а библиотеки подгружаются автоматически. В программе для построения и отображения интерактивных графиков применяется Javascript-библиотека Highcharts JS производителя Highsoft Solutions AS [20]. Для работы HighCharts JS требуется библиотека jQuery [21]. Все использованные технологии и средства в период разработки программы и научно-исследовательских экспериментов – бесплатны.

Приставка «пилотный проект» означает, что программа создавалась последовательно, по мере готовности очередного алгоритма КА-модели для его проверки, и структура этой версии программы – излишне линейная. Поэтому, несмотря на достаточно высокую вычислительную эффективность, при необходимости возможно использование резервов по оптимизации кода и повышению быстродействия, в том числе путем распараллеливания алгоритмов, что естественно для КА-моделей [18], и обеспечивается поддержкой параллельных вычислений на компьютерах с многоядерными процессорами в рамках технологии Javascript API HTML5 Web Workers [5].

Далее демонстрируются возможности программы на примере входных данных, заданных в полях формы, показанной на рис. 8 (данные «по умолчанию» на момент опубликования статьи).

В верхней части формы предусмотрено поле для выбора района с отображением карты-схемы в поле слева. Местоположение квадрата (клеточной области) на карте-схеме можно выбирать перемещением с помощью мыши, при этом на форме отображаются координаты верхней левой стороны квадрата и координаты клетки с выбросами. Задавая различное количество клеток, можно изменять разрешение клеточной области. Можно также изменять размещение и, соответственно, координаты клетки с выбросами в пределах квадрата. Исходные данные о выбросах взвеси на рис. 8 соответ-

**КЛЕТЧНО-АВТОМАТНАЯ ДВУМЕРНАЯ ИМИТАЦИЯ ПЕРЕНОСА ВЗВЕСИ (CA2DSIST)**

**Керченский пролив**

45°17'12" - широта верхней стороны квадрата  
 36°31'43" - долгота левой стороны квадрата  
 200 - n, клеток в квадрате (выбрать 100, 150, 200 или 400; всего клеток = n\*n)  
 184 - y, номер клетки с выбросами по широте вниз, от 0 до n-1;  $\varphi = 45^{\circ}14'47''$   
 184 - x, номер клетки с выбросами по долготе вправо, от 0 до n-1;  $\lambda = 36^{\circ}35'10''$   
 200.0 - продолжительность выброса (мин)  
 400.0 - скорость образования взвеси в этой клетке (кг/мин)  
 0.0068 - скорость седиментации взвеси (см/с)  
 1.325 - плотность осаждённой взвеси с учётом пористости (г/см<sup>3</sup>)  
 ЮВ - направление ветра (выбрать один из восьми румбов)  
 4 - скорость ветра (м/с)  
 100 - C<sub>1</sub> - концентрация взвеси, вызывающая 100%-ную гибель гидробионтов (мг/л)  
 20 - C<sub>2</sub> - концентрация взвеси, вызывающая 50%-ную гибель гидробионтов (мг/л)  
 10 - H<sub>1</sub> - толщина ила, вызывающая 100%-ную гибель донных гидробионтов (мм)  
 5 - H<sub>2</sub> - толщина ила, вызывающая 50%-ную гибель донных гидробионтов (мм)  
 34.53 - расстояние до поперечного створа (м)  
 0.00001 - наименьшая отображаемая на карте концентрация взвеси (мг/л)  
 1 - через сколько циклов будет обновляться графика

Квадрат    Выброс    Остановить    Продолжить    Перезагрузить    Справка

**Рис. 8 Форма для ввода исходных данных. На схеме выбранного района (Керченский пролив) в квадрате, ограничивающем клеточную область, красной точкой, помечена клетка с источником выбросов**

ствуют разведочному бурению на одной из скважин в Тузлинской промоине. На рис. 8 показаны также пункты меню:

- «Квадрат» – выполняется построение клеточной области, выбор графического изображения соответствующего участка карты, загрузка и отображение глубин;
- «Выброс» – начинаются циклы расчета и отображения результатов. После любого цикла можно сделать остановку (нажимая «Остановить»), просмотреть числовые результаты, проанализировать распределения характеристик на карте и интерактивных графиках, изменить при необходимости значения в некоторых полях формы и продолжить (нажимая «Продолжить») моделирование выброса в этой же или в другой клетке, имитируя многократный выброс через определенные интервалы времени или выброс из перемещающегося источника;
- «Перезагрузить» – программа возвращается в исходное состояние, можно выбирать район и вводить исходные данные для нового выброса;
- «Справка» – появляется всплывающее окно с кратким изложением настоящей статьи с акцентированием на вопросах, обычно возникающих у пользователей.

На рис. 9 показан результат выполнения пункта меню «Квадрат» с цветовым отображением глубин после их загрузки. Далее демонстрируются результаты нажатия кнопки «Выброс»: на рис. 10 показан фрагмент с распределением концентрации взвеси через 200 мин после окончания выбросов; карта с распределением толщины ила отображается в виде, показанном на рис. 11. На картах видны также линии продольного и поперечного разрезов, а знаком «+» показана траектория перемещения максимальных концентраций взвеси.

Наряду с картами отображаются интерактивные графики, с помощью которых можно получить дополнительную информацию. Ниже показана часть графиков (рис. 12-16), соответствующих тому же случаю моделирования, что и карты на рис. 10, 11.

После каждого цикла выводятся необходимые числовые значения. Далее приведены группы таких значений (рис. 17-21) на тот же момент, что и карта на рис. 10.

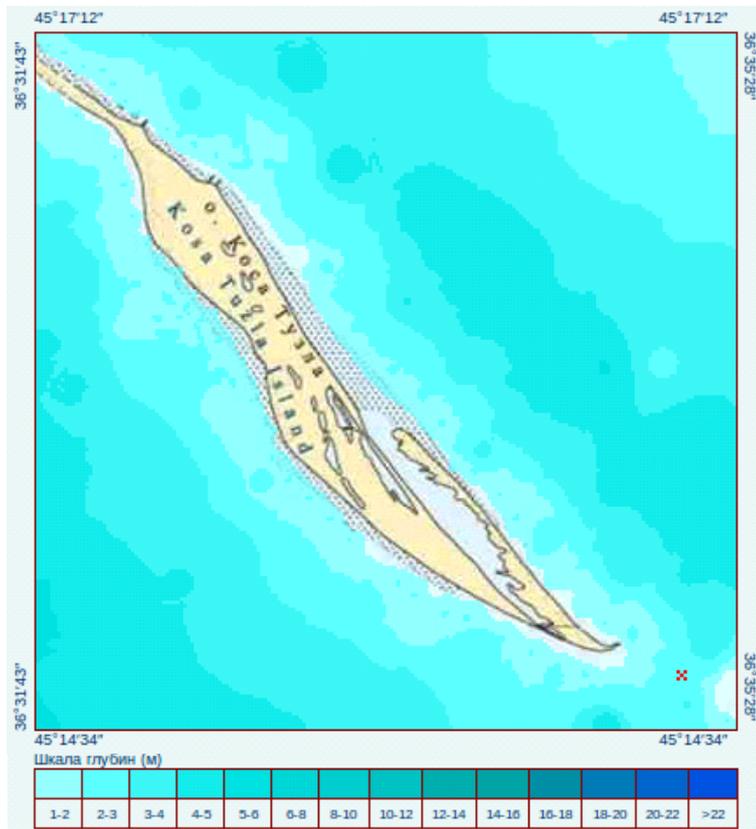


Рис. 9 Результат выполнения пункта меню «Квадрат» (× – положение клетки с выбросами)

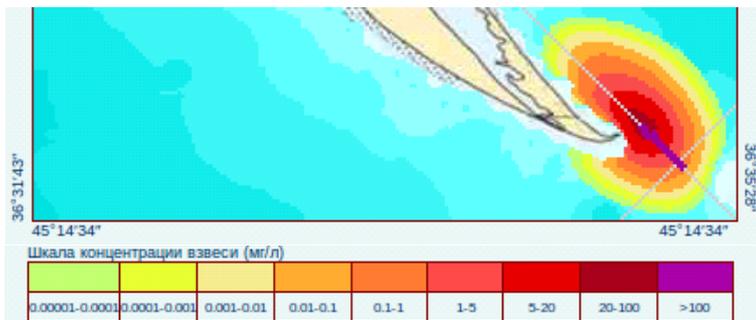


Рис. 10 Концентрация взвеси через 200 минут после окончания выбросов

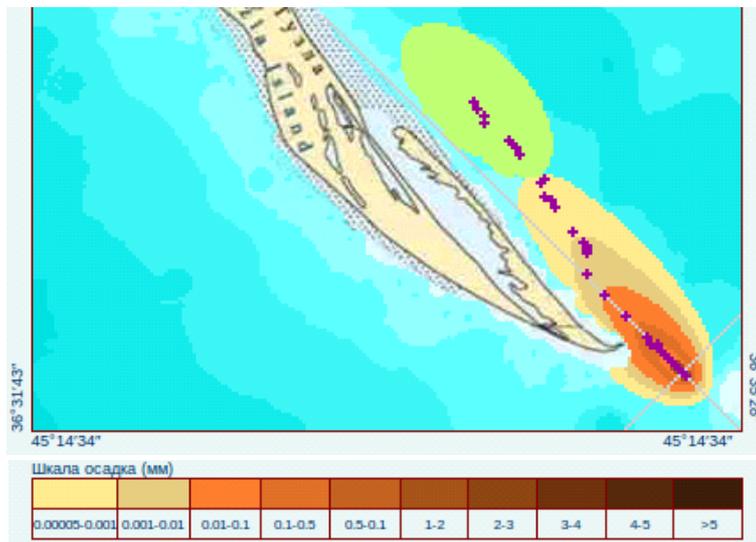


Рис. 11 Распределение толщины ила через 24.5 часа после окончания выброса (показана также часть облака взвеси, не успевшей осесть к этому моменту)

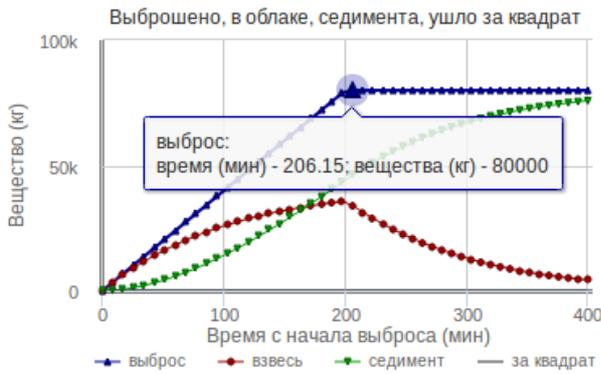


Рис. 12 Графики, позволяющие следить за соблюдением условия сохранения вещества

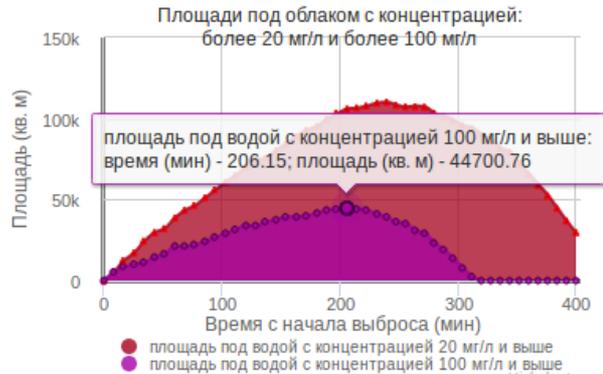


Рис. 13 Графики изменения со временем площадей под водой с концентрациями выше заданного уровня



Рис. 14 Графики характеристик по продольному разрезу, проходящему через клетку с выбросами

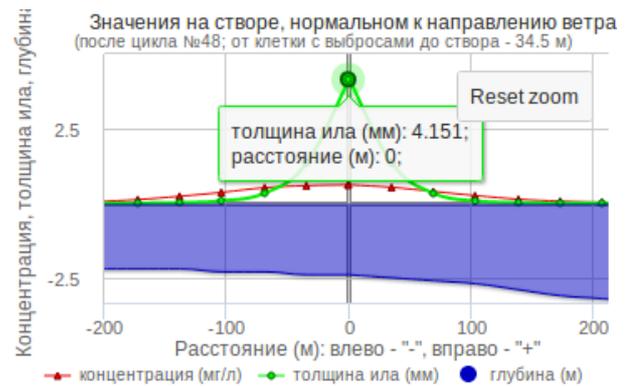


Рис. 15 Графики характеристик по поперечному разрезу на заданном расстоянии от клетки с выбросами

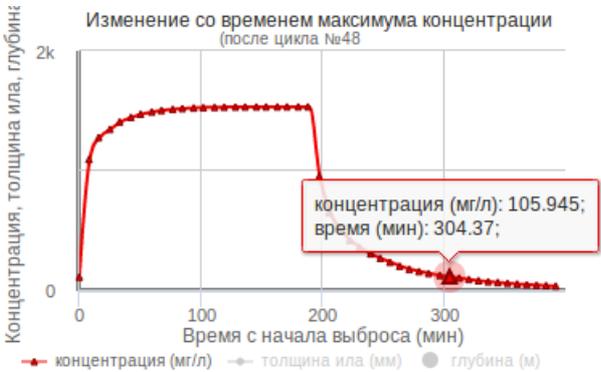


Рис. 16 График изменения со временем максимума концентрации

24	- циклов выброса
200	- продолжительность выброса (мин)
80000	- всего выброшенной взвеси (кг)
48	- циклов всего
399.39	- продолжительность с начала выброса (мин)
4202.5	- всего взвеси в облаке (кг)
75797.5	- всего взвеси осевшей (кг)
0	- всего взвеси, вышедшей за квадрат (кг)

Рис. 17 Группа характеристик состояния вещества: выброшено взвеси, взвеси в облаке, взвеси осевшей, взвеси за квадратом

Координаты клетки, расстояние от клетки с выбросами, концентрация взвеси, толщина осадка, глубина:

173	- у, φ = 45°14'56"(45.248899°)
173	- х, λ = 36°34'57"(36.582728°)
379.8	- расстояние (м)
27.4285	- концентрация (мг/л)
0.203	- толщина (мм)
1.8	- глубина (м)

Рис. 18 Группа характеристик в клетке, указанной мышью на карте, показанной на рис. 10 (в данном случае это клетка по продольному разрезу с максимальной концентрацией взвеси)

0	- площадь (м <sup>2</sup> ), покрываемая облаком с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub> на данном цикле
0	- объем (м <sup>3</sup> ) облака с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub> на данном цикле
29801	- площадь (м <sup>2</sup> ), покрываемая облаком с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub> на данном цикле
54177	- объем (м <sup>3</sup> ) облака с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub> на данном цикле
44701	- максимальная площадь (м <sup>2</sup> ) под облаком с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub>
96077	- максимальный объем (м <sup>3</sup> ) облака с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub>
110262	- максимальная площадь (м <sup>2</sup> ) под облаком с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub>
226067	- максимальный объем (м <sup>3</sup> ) облака с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub>

Рис. 19 Группа характеристик с информацией о площадях и объемах, занимаемых водами с опасными характеристиками загрязнения

Первый и последний моменты, когда облако с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub> покрывало наибольшую площадь:	
на 197.56	- минуте
на 197.56	- минуте
312.4	- суммарное время, в течение которого наблюдалась взесь с концентрацией > C <sub>1</sub>
Первый и последний моменты, когда облако с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub> покрывало наибольшую площадь:	
на 231.11	- минуте
на 231.11	- минуте
399.4	- суммарное время, в течение которого наблюдалась взесь с концентрацией > C <sub>2</sub>

Рис. 20 Группа характеристик с информацией о времени, когда воды с опасными концентрациями взвеси занимали наибольшие площади и объемы

47681	- площадь (м <sup>2</sup> ), над которой прошло облако с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub>
101501	- объем (м <sup>3</sup> ), через который прошло облако с концентрацией взвеси > C <sub>1</sub>
129930	- площадь (м <sup>2</sup> ), над которой прошло облако с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub>
264390	- объем (м <sup>3</sup> ), через который прошло облако с концентрацией взвеси > C <sub>2</sub>
213372	- площадь (м <sup>2</sup> ), над которой сумма проходящей взвеси > C <sub>1</sub>
314097	- площадь (м <sup>2</sup> ), над которой сумма проходящей взвеси > C <sub>2</sub>
0	- площадь (м <sup>2</sup> ) с осадком толщиной > H <sub>1</sub>
0	- площадь (м <sup>2</sup> ) с осадком толщиной > H <sub>2</sub>

Рис. 21 Группа характеристик с дополнительной информацией о загрязненных площадях и объемах, а также о площадях с опасной толщиной образовавшегося ила

**2.2 Сравнение с аналитическими решениями** проводилось при использовании решения (4) в рамках КМГТД (2): 1) при отсутствии и 2) при наличии дрейфового течения.

В первом случае расчеты по (4) проводились при  $K_x(\bar{U}) = 2.4 \text{ м}^2/\text{мин}$ , определяемому по (18). Распределение концентрации взвеси по КА-модели имеет вид радиально-симметричного гауссова облака и практически не отличается от получаемого по КМГТД при глубинах более 10 м (при  $\Delta x$  менее 5 м). С уменьшением глубины облако становится более плоским, так как сказывается предусмотренное в КА-модели усиление горизонтальной диффузионной составляющей скорости за счет уменьшения вертикальной. При уменьшении разрешения (при  $\Delta x$  более 5 м) облако закономерно становится еще более плоским за счет усреднения. Распределение накапливаемого седимента и толщины ила также соответствует получаемому по КМГТД. Следует заметить, что совпадение конкретных значений распределения должно происходить, потому что КМГТД при отсутствии течения используется при подборе параметра  $\Delta$ . На рис. 22 продемонстрированы результаты одного из экспериментов с CA2DSIST, подтверждающие изложенное для первого случая.

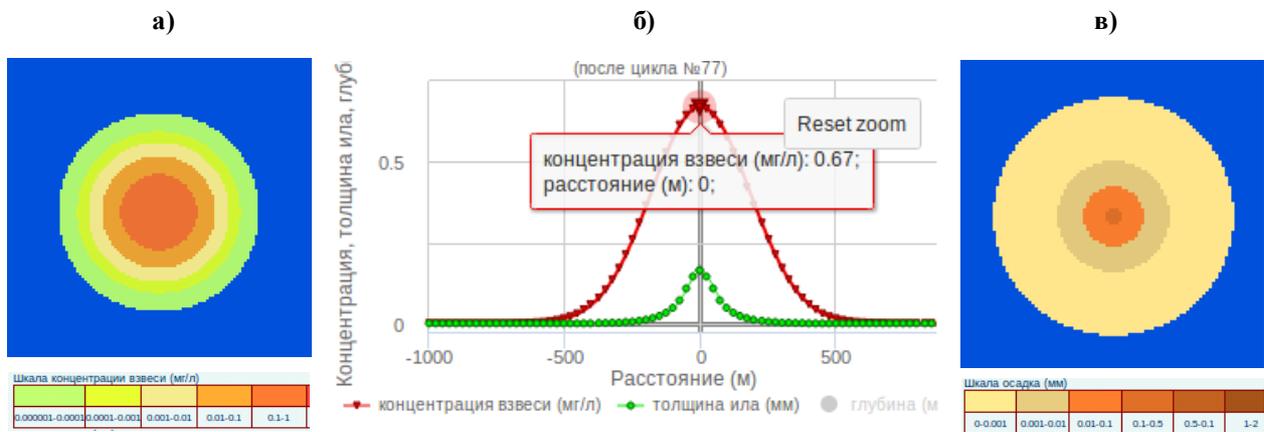


Рис. 22 Результаты моделирования после точечного выброса 10000 кг взвеси для случая отсутствия адвекции при  $H = 15 \text{ м}$ ,  $L = 5000 \text{ м}$ ,  $n = 200$ ,  $\Delta x = 25 \text{ м}$ ,  $\Delta t = 78.3 \text{ мин}$ ,  $V_{\text{sedim}} = 0.00164 \text{ см/с}$ :  
 а) пространственное распределение концентрации взвеси через 100 часов после выброса;  
 б) концентрация взвеси и толщина ила через 100 часов на разрезе, проходящем через центр облака; в) пространственное распределение толщины ила после полного осаждения

При наличии дрейфового течения моделируемое распределение концентрации взвеси приобретает вид эллипсоидного облака, соотношение продольного и поперечного размеров которого меняется в пользу первого при увеличении скорости течения. В КА-модели в этом случае используется значение параметра  $\Delta$ , подобранное для КМГТД при отсутствии адвекции. КМГТД содержит два параметра  $K_{11}(t)$  и  $K_{12}(t)$ , зависимость которых от времени изменяется в достаточно широких пределах [9, 10, 17], поэтому соответствие между моделями получить не трудно. На рис. 23 продемонстрированы результаты одного из экспериментов с CA2DSIST, выполненных для подтверждения соответствия двухпараметрическому случаю КМГТД при постоянной глубине.

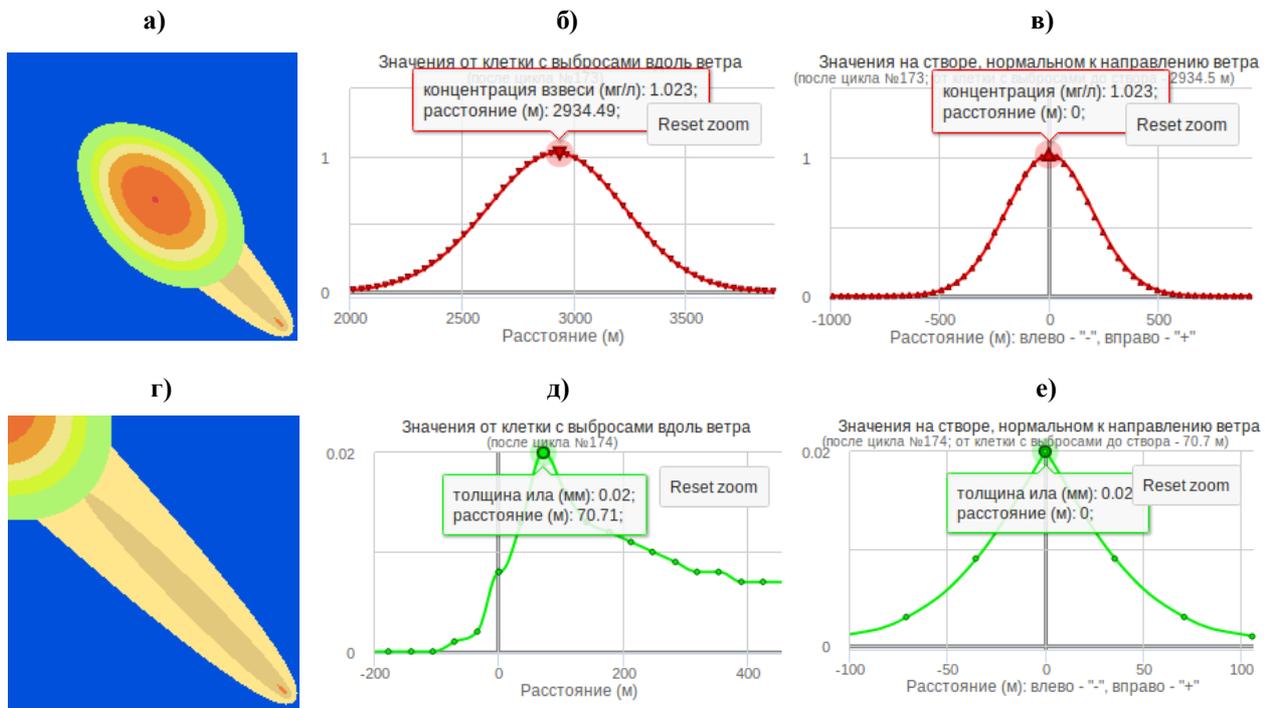


Рис. 23 Результаты моделирования после выброса 10000 кг взвеси при юго-восточном ветре со скоростью 8 м/с при  $H = 15$  м,  $L = 5000$  м,  $n = 200$ ,  $\Delta x = 25$  м,  $\Delta t = 5.4$  мин,  $V_{\text{sedim}} = 0.00164$  см/с: а) распределение концентрации взвеси и толщины ила через 15 часов после выброса; б) концентрация взвеси на продольном разрезе через 15 часов после выброса; в) концентрация взвеси на поперечном разрезе через 15 часов после выброса; г) распределение концентрации взвеси и толщины ила через 38.7 часов после выброса; д) толщина ила на продольном разрезе после полного осаждения взвеси; е) толщина ила на поперечном разрезе после полного осаждения взвеси

**2.3 Моделирование в Керченском проливе**, а именно многочисленные эксперименты в прибрежных мелководных его районах позволяют судить об адекватности КА-модели путем сопоставления с имеющимися обобщениями инструментальных данных [1, 2, 10, 12, 14-17]. Здесь приводятся два примера, позволяющие продемонстрировать некоторые возможности моделирования мелко-масштабных особенностей адвективной диффузии с использованием CA2DSIST, иногда проблематичных для других программ.

Первый пример связан с моделированием возможного загрязнения при отсыпке грунта в виде дробленого бетона во время сооружения очередного участка насыпи в южной части Керченской бухты в ноябре 1916 г. При расчете исходных данных предполагалось, что работы по отсыпке выполняются в течение пяти суток 40-тонными самосвалами, по 96 машин за сутки. Взвесь в виде пыли составляет 2 % от количества отсыпаемого грунта. Каждая машина разгружается пять минут, так что производительность по взвеси равна 160 кг/мин при восьмичасовой ежесуточной продолжительности работ. Размер частиц пыли – 0.005 мм, скорость седиментации – 0.00148 см/с, плотность осажженной взвеси (ила) с учетом пористости – 1.35 г/см<sup>3</sup>. Работы выполнялись при юго-западном ветре, скорость ветра – 8 м/с. При размере стороны клеточной области КА-модели, равном 4883 м и  $n = 200$ :  $\Delta x = 24.41$  м,  $\Delta t \approx 2.2$  мин. Особенности распространения загрязнения можно представить по рис. 24.

По графикам на рис. 25 можно получить представление о ежесуточном временном изменении состояния вещества и максимальной концентрации взвеси в облаке.

Результаты моделирования вдоль береговой линии залива, подобные приведенным на рис. 24, кроме особенностей количественных данных о загрязнении, необходимых для оценки вреда гидробиоте, демонстрируют соответствие имеющимся сведениям о поведении ветровых течений [1, 2, 12, 14-17] и наблюдениям о поведении облака примеси в прибрежных районах [9, 10]. Перемещающееся облако взвеси и маркеры максимумов концентрации служат индикаторами течений, имитируя эксперименты с диффундирующими красителями [9, 10]. Кроме этого, данный пример демонстри-

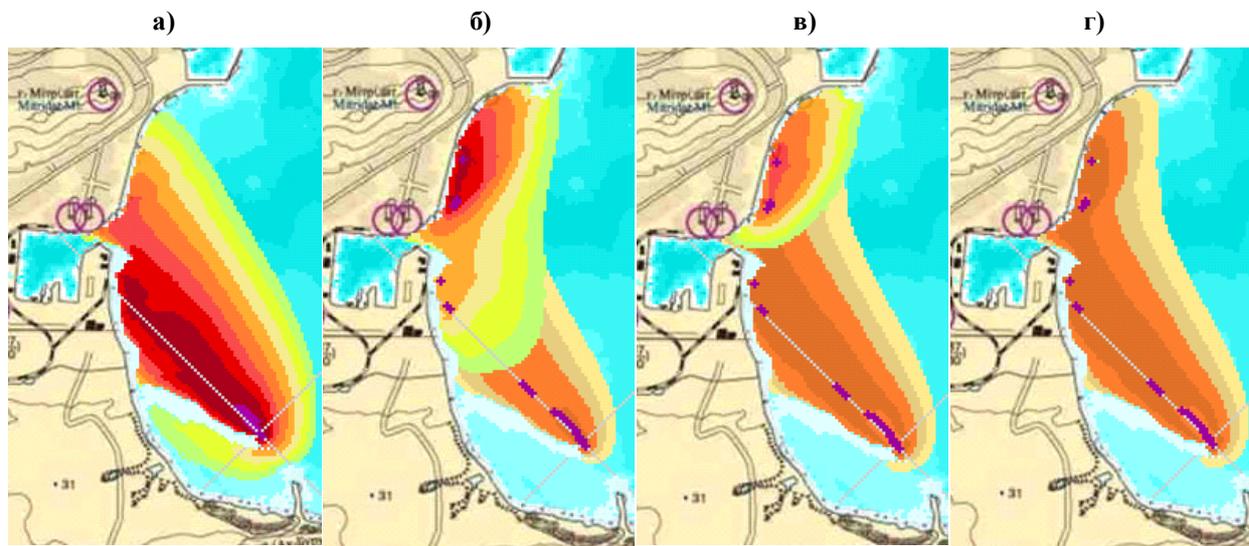


Рис. 24 Распределение концентрации взвеси и толщины ила при создании насыпи в Керченской бухте: а) после первых восьми часов работ; б) к окончанию первых суток работ; в) через 1.5 суток после окончания работ; г) после полного осаждения взвеси (4.7 суток после окончания работ)

рует возможность использования КА-модели для обнаружения возможных мест накопления взвеси. Так, на рис. 24 видно, что после достаточно быстрого перемещения облака в район ковша рыбного порта увеличение концентрации происходит у городской набережной, и затем продолжительное время в этом районе наблюдается превышение фоновой концентрации (более 2 мг/л). На рис. 25б видно, когда наблюдается такое увеличение, несмотря на относительно небольшую долю вещества, остающегося в облаке к этому времени (рис. 25а).

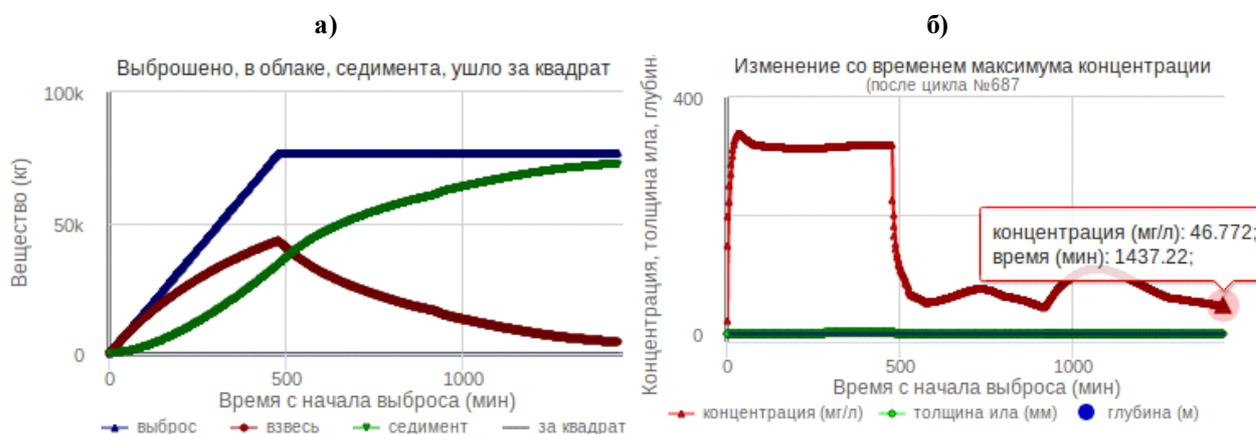


Рис. 25 Изменение состояния (а) и максимума концентрации (б) взвеси в течение суток работ при создании насыпи в Керченской бухте

В следующем примере показываются некоторые возможности моделирования в районах со сложной конфигурацией береговой линии при различных направлениях и скоростях ветра. Выброс происходит в результате 30-минутной работы экскаватора при дноуглублении в ковше Керченской ТЭЦ с производительностью по взвеси 100 кг/мин. Скорость седиментации – 0.068 см/с. Плотность ила после осаждения с учетом пористости – 1.325 г/см<sup>3</sup>. Размер стороны клеточной области равен 747 м ( $\Delta x = 3.73$  м,  $\Delta t \approx 0.15$  мин). Особенности возможного загрязнения можно представить по фрагментам карт и графиков рис. 26 и 27.

В этом примере, как и в предыдущем, кроме особенностей загрязнения демонстрируется адекватность поведения ветровых течений при использовании взвеси и максимумов концентрации в качестве индикаторов течений.

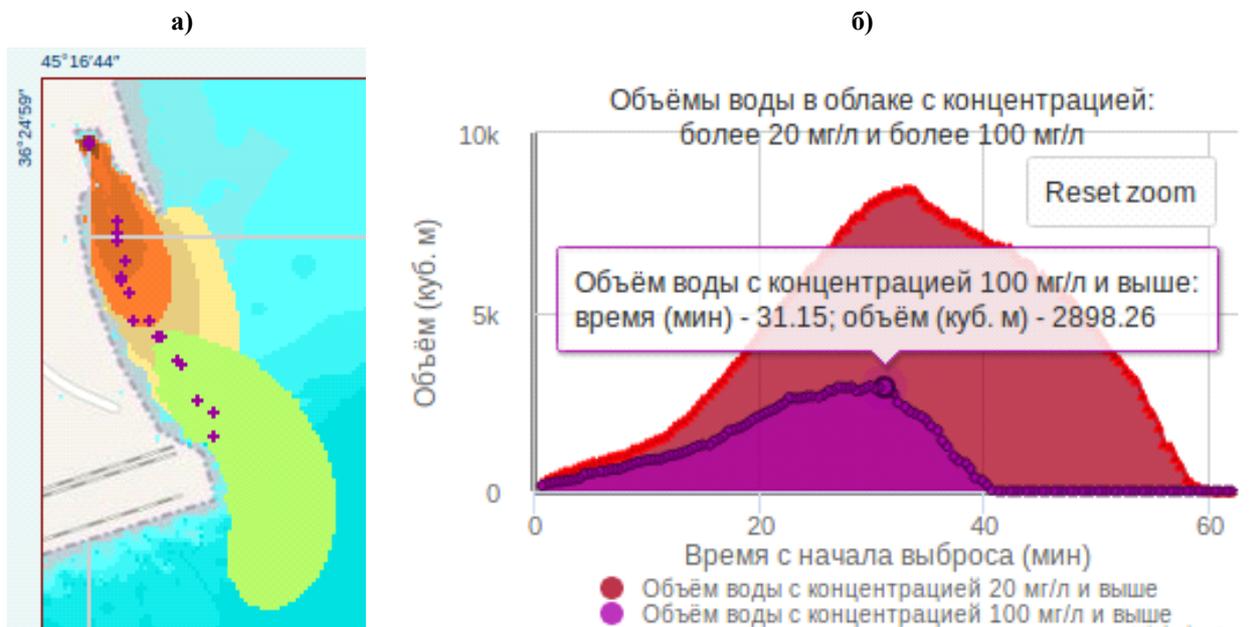


Рис. 26 Загрязнение в ковше Керченской ТЭЦ при северном ветре 4 м/с:  
 а) толщина ила и остатки взвеси через 3.5 часа после начала работ;  
 б) изменение со временем объемов воды с опасными концентрациями

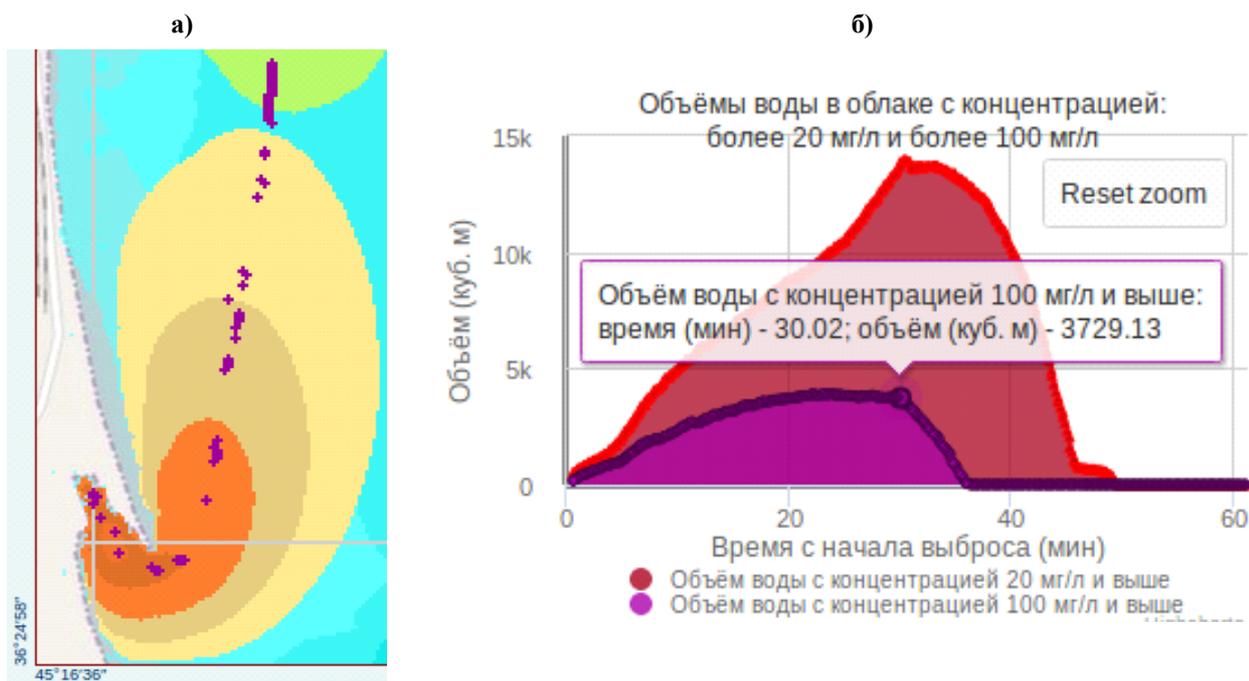


Рис. 27 Загрязнение в ковше Керченской ТЭЦ при южном ветре 8 м/с:  
 а) толщина ила и остатки взвеси через 3.7 часа после начала работ;  
 б) изменение со временем объемов воды с опасными концентрациями

## ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, хотелось бы обратить внимание на факт соответствия радиально-симметричному нормальному распределению облака концентрации взвеси, получаемого по КА-модели при постоянной глубине при отсутствии адвекции. За счет такого соответствия обеспечивается быстрая сходимость при подгонке к однопараметрическому КМГТД-решению (4), которая в КА-модели осуществляется подбором всего лишь одного параметра  $\lambda$  в (20) – характерного масштаба колебаний инерционного масштаба, который, следует заметить, соответствует интервалу оценок этого пара-

метра, ранее полученным по натурным данным в Керченском проливе и других мелководных районах. КМГТД-решение (4) позволяет подобрать оптимальное значение параметра  $\Delta$ , определяющее диффузионные составляющие скорости.

Результаты, получаемые по КА-модели при наличии дрейфового течения, соответствуют двухпараметрическим КМГТД-решениям, с помощью которых моделируются эллипсоидные облака концентрации взвеси, вытянутые по направлению основного потока. В этом случае используется параметр  $\Delta$ , подобранный для однопараметрического КМГТД-решения. Преимущественное растекание облака вдоль основного потока в КА-модели осуществляется естественным образом за счет локального перераспределения в клетках в пользу основного потока, тогда как в КМГТД во втором случае приходится вводить два параметра –  $K_x(t)$  и  $K_y(t)$ , что, в свою очередь, требует введения дополнительной параметризации для определения вида зависимости этих параметров от времени [4, 9].

Сопоставление результатов моделирования с имеющимися обобщениями инструментальных данных [1, 2, 10, 12, 14-17] показывает соответствие точке зрения, согласно которой в течениях мелководных районов типа Керченского пролива существенно преобладает турбулизованная ветровая (дрейфовая) составляющая, трансформируемая под влиянием рельефа дна, береговой линии и морфологических возмущений, усиливающихся в зонах прибрежного мелководья. Качественной оценкой адекватности КА-моделирования в мелководных прибрежных областях пока что приходится ограничиться, поскольку не удалось найти пригодных для сравнения количественных результатов. В дальнейшем подтверждение адекватности КА-модели возможно при сравнении со специально организованными натурными экспериментами. Такие эксперименты позволят также уточнить параметры  $\alpha$  в (22) и  $\lambda_2$  в (25), обеспечивающие чувствительность к изменениям глубин и неровностям дна. Предварительные имитационные эксперименты с CA2DSIST могут служить основой при составлении плана таких наблюдений.

Представляется также важным обратить внимание на чрезвычайно интересную возможность моделирования асинхронности процессов в различных зонах клеточной области в соответствии с формулами (34)-(35). Такое естественное воспроизведение асинхронности процессов становится возможным при использовании вещественных переменных для описания состояния клеток в предлагаемой КА-модели в отличие от классических КА-моделей [18] с ограниченным набором состояний.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предложенной двумерной КА-модели удалось учесть основные факторы, определяющие перенос и осаждение взвеси в рамках классической модели адвективной диффузии. Правильность выполняемых расчетов подтверждается сравнением с результатами, получаемыми с помощью аналитического решения.

КА-модель воспроизводит значительные отклонения горизонтальной турбулентной диффузии от изотропии и эллипсоидной анизотропии, присущие обширным прибрежным мелководным зонам, что позволяет получать реалистичные характеристики распределения облака взвеси и седимента в таких районах.

Реализация КА-модели в виде программы CA2DSIST отличается вычислительной эффективностью и позволяет оперативно выполнять имитационные эксперименты по определению особенностей загрязнения выбросами взвешенных веществ для различных вариантов исходных данных с учетом требований действующих документов к программным средствам по расчету характеристик загрязнения при оценке вреда гидробиоте.

Представляется также возможным использование программы CA2DSIST для обнаружения возможных зон накопления взвеси и для диагностики асинхронности процессов в различных зонах.

Следует отметить, что в предлагаемой КА-модели используются данные литературных источников для различных районов, описывающие процессы «в среднем». Уточнение имитации адвекции, турбулентной диффузии, чувствительности к изменчивости глубин и неровностям дна в программе

осуществляется с использованием всего лишь трех параметров, более подходящие значения которых для конкретных районов можно подобрать по данным натурных экспериментов.

### Благодарность

Автор выражает благодарность сотрудникам Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»: С.С. Смирнову и Е.О. Кулаковой за научно-техническую поддержку и конструктивные замечания; Л.В. Крискевич и Е.А. Михайлюк – за оцифровку батиметрии; С.С. Жугайло – за помощь при постановке задачи, предоставление исходных данных для экспериментов и обсуждение результатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтман Э.Н.* Структура течений Керченского пролива // Труды ГОИН. – 1975. – Вып. 125. – С. 3-16.
2. *Альтман Э.Н., Лагутин Б.Л., Толмазин Д.М.* Особенности горизонтальной турбулентности в мелководном проливе // Сборник работ Бассейновой гидрометеобсерватории Черного и Азовского морей. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – Вып. 4. – С. 75-87.
3. *Интерполяция по IDW* // [Электронный ресурс]. – URL: <http://alglib.sources.ru/interpolation/> (дата обращения 25.12.2016).
4. *Котеров В.Н., Юрезанская Ю.С.* Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Горизонтальное рассеяние // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2010. – Т. 50, № 2. – С. 375-387.
5. *Лабберс П., Олберс Б., Салим Ф.* HTML5 для профессионалов: мощные инструменты для разработки современных веб-приложений. – М.: И.Д. Вильямс, 2011. – 272 с.
6. *Лобанов А.И.* Модели клеточных автоматов // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 273-293.
7. *Методические указания* по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ (ВРДС 12-05-03 МО РФ). – М., 2003. – 87 с.
8. *Монин А.С.* О взаимодействии между горизонтальной и вертикальной диффузией примесей в море // Океанология. – 1969. – Т. IX, № 1. – С. 76-81.
9. *Озмидов Р.В.* Диффузия примесей в океане. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 279 с.
10. *Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана* // Процессы турбулентной диффузии примесей в море / под ред. д-ра геогр. наук В.И. Заца. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – Т. 2. – 208 с.
11. *Прозоров А.А.* Методика расчета зоны короткопериодного воздействия дампинга грунтов дноуглубления : автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. – СПб., 2000. – 19 с.
12. *Пухтяр Л.Д., Осипов Ю.С.* Турбулентные характеристики прибрежной зоны моря // Труды ГОИН. – 1981. – Вып. 158. – С. 36-41.
13. *Роди В.* Моделирование турбулентности окружающей среды // Методы расчета турбулентных течений / под ред. В. Колльмана. – М.: МИР, 1984. – 464 с.
14. *Судольский Р.В.* Динамические явления в водоемах. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 263 с.
15. *Толмазин Д.М.* Об особенностях горизонтальной турбулентности в прибрежной зоне моря // Изв. АН СССР / Серия: Физика атмосферы и океана. – 1972. – Т. VIII, № 3. – С. 339-343.
16. *Толмазин Д.М., Шнайдман В.А.* Статистический анализ течений и параметров горизонтальной турбулентности в Каховском водохранилище // Метеорология и гидрология. – 1972. – № 4. – С. 55-60.
17. *Толмазин Д.М., Шнайдман В.А., Ациховская Ж.М.* Проблемы динамики вод северо-западной части Черного моря. – К.: Наукова думка, 1969. – 130 с.
18. *Тоффоли Т., Марголус Н.* Машины клеточных автоматов / пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 280 с.
19. *Шадрин И.Ф.* Прибрежные ветровые и градиентные течения // Береговая зона моря. – М.: Наука, 1981. – 184 с.
20. *HIGHCHARTS* [Электронный ресурс]. – URL: <http://highcharts.com> (дата обращения 25.12.2016).
21. *The jQuery Foundation* [Электронный ресурс]. – URL: <https://jquery.org> (дата обращения 25.12.2016).

Поступила 05.04.2017 г.

**Cellular automata two-dimensional simulation of the suspension transfer V. N. Polupanov.** *Based on the cellular automation (CA-modelling), two-dimensional simulation model of transfer of the sediment inert suspended matter cloud is presented in terms of advective diffusion. Recently obtained empirical relationships for calculation of the advective and diffusion components are used. CA loyalty allows to consider the main factors, influencing the transfer and suspended matter cloud sedimentation under conditions of rugged bottom relief of the shallow coastal waters. With the depth being constant, the CA model complies with the classical model of the advective diffusion. Examples of modelling in different areas of the Kerch Strait reveal that the obtained results correspond in quality to the existing concept of advective diffusion in the shallow coastal waters. Implementation is conducted as a web program CA2DSIST (Cellular Automata 2D-Simulation Suspension Transfer) and is characterized by computation efficiency, which allows to timely preform simulation experiments with the suspended matter sources using slow computers. CA2DSIST is designated for operational calculations of the pollution parameters with the suspended matter emissions in order to assess negative effects on hydrobionts.*

**Keywords:** advective diffusion, suspended matter cloud, sedimentation, shallow waters, drift currents, cellular automation, two-dimensional models, web programming

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Тимохин И. Г., Усачёв С. И., Новиков Н. П., Ребик С. Т.</b> Таксономический состав ихтиофауны Восточно-Индийского подводного хребта .....	4
<b>Ребик С. Т.</b> Параметры роста южной светящейся акулы ( <i>Etmopterus granulosus</i> Günther, 1880) на подводных поднятиях умеренной зоны Индийского океана .....	15
<b>Усачёв С. И.</b> Первая документированная поимка сельдевой акулы <i>Lamna nasus</i> в открытых водах Юго-Западной Атлантики над подводным северным хребтом Скотия (банка Дэвиса) с замечаниями о популяционной структуре вида в Южном полушарии .....	21
<b>Корзун Ю. В., Кухарев Н. Н.</b> Первая экспедиция керченских рыбаков в Атлантический океан и начало океанических исследований АзЧерНИРО .....	27
<b>Кухарев Н. Н., Корзун Ю. В., Жук Н. Н.</b> Об экосистемном подходе АНТКОМ к управлению промыслом антарктического криля (обзор) .....	34
<b>Кухарев Н. Н.</b> О создании морского охраняемого района (МОР) в регионе моря Росса под управлением АНТКОМ .....	67
<b>Корзун Ю. В.</b> Статистический анализ размерного состава уловов антарктического криля <i>Euphausia superba</i> в зависимости от орудий и технологии лова .....	84
<b>Стафикопуло А. М., Горбатюк Я. И.</b> Пути развития прибрежного промысла в Азовском море у берегов Крыма .....	90
<b>Михайлюк А. Н., Сёмик А. М.</b> Обоснование ограничений сроков добычи цист артемии в Крыму .....	111
<b>Есина Л. М., Горбещ Л. М., Горбенко Л. А.</b> Технологическое нормирование выхода мороженой продукции из водных биоресурсов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна .....	118
<b>Чернявская С. Л., Есина Л. М., Виннов А. С., Кривонос О. Н.</b> Разработка технологии кормовых продуктов из мелких азово-черноморских рыб .....	123
<b>Vinnov A. S., Chernyavskaya S. L., Krivonos O. N.</b> The Azov anchovy proteins enzymatic hydrolysis modes development .....	133
<b>Есина Л. М., Горбенко Л. А.</b> История технологических исследований ЮГНИРО .....	139
<b>Полупанов В. Н.</b> Клеточно-автоматная двумерная имитация переноса взвеси .....	143

## CONTENTS

<b>Timokhin I. G., Usachev S. I., Novikov N. P., Rebik S. T.</b> Taxonomic composition of ichthyofauna of the Ninety East Ridge .....	4
<b>Rebik S. T.</b> Growth rates of the southern lanternshark ( <i>Etmopterus granulosus</i> Günther, 1880) on the underwater seamounts of the Indian Ocean temperate zone .....	15
<b>Usachev S. I.</b> The first record of the porbeagle shark, <i>Lamna nasus</i> (Chondrichthyes, Lamnidae), from the Southwest Atlantic upon submarine North Scotia Ridge (Davis Bank) with remarks on the species population structure in the Southern Hemisphere .....	21
<b>Korzun Yu. V., Kukharev N. N.</b> The first expedition to the Atlantic Ocean conducted by Kerch fishermen and commencement of oceanic research in AzCherNIRO .....	27
<b>Kukharev N. N., Korzun Yu. V., Zhuk N. N.</b> On the CCALMR ecosystem approach to the Antarctic krill fisheries management (review) .....	34
<b>Kukharev N. N.</b> On establishment of a Marine Protected Area (MPA) in the Ross Sea region under the CCAMLR Management .....	67
<b>Korzun Yu. V.</b> Statistical analysis of the Antarctic krill <i>Euphausia superba</i> size composition with relation to fishing gear and catch technology .....	84
<b>Stafikopulo A. M., Gorbatyuk Ya. I.</b> Options for coastal fishing development in the Azov Sea off the Crimean coast. ....	90
<b>Mikhaylyuk A. N., Syomik A. M.</b> Justification of terms limitation for brine shrimp cysts harvesting in Crimea .....	111
<b>Esina L. M., Gorobets L. M., Gorbenko L. A.</b> Technological standardization of the frozen products output from aquatic biological resources of the Azov and Black Seas Fishery Basin. ....	118
<b>Chernyavskaya S. L., Esina L. M., Vinnov A. S., Krivonos O. N.</b> Development of the production process for feed products originating from shallow Azov and Black Seas fish species .....	123
<b>Vinnov A. S., Chernyavskaya S. L., Krivonos O. N.</b> The Azov anchovy proteins enzymatic hydrolysis modes development .....	133
<b>Esina L. M., Gorbenko L. A.</b> History of YugNIRO technological research .....	139
<b>Polupanov V. N.</b> Cellular automata two-dimensional simulation of the suspension transfer .....	143

# **Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии**

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-  
Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане  
(юбилейный выпуск)**

**Основан в 1994 г.**

**Основатели журнала:**

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

**Научное издание**

Издается по постановлению ученого совета  
ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(протокол № 18 от 27.10.2016 г.)

Научный редактор	<i>Б. Н. Панов</i>
Литературный редактор	<i>Е. О. Кулакова</i>
Компьютерная верстка	<i>Е. А. Савчук</i>

**Подписано в печать 31.08.2017 г.**

**Формат 60x84/8**

**Усл.-печ. л. 19,3**

**Тираж 100 экз.**

**Зак. №**