



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

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ**

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

**Редакционная коллегия:**

д. геогр. н., проф. В. А. Брянцев  
к. б. н., ст. н. с. В. А. Шляхов  
к. геогр. н., ст. н. с. Б. Г. Троценко  
к. б. н. Л. И. Булли  
к. т. н. С. Л. Козлова  
А. А. Солодовников  
В. Н. Туркулова

**Editor-in-chief**

Ph. D. (Geography) **О. А. PETRENKO**

**Editor Board:**

Fellow (Geography) V. A. Bryantsev  
Ph. D. (Biology) V. A. Shlyakhov  
Ph. D. (Geography) B. G. Trotsenko  
Ph. D. (Biology) L. I. Bulli  
Ph. D. (Technology) S. L. Kozlova  
A. A. Solodovnikov  
V. N. Turkulova

**Адрес редакции**

ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, АР Крым, Украина

Телефон (приемная): 380 6561 21012

Факс: +380 6561 61627

E-mail: [yugniro@kerch.com.ua](mailto:yugniro@kerch.com.ua)

<http://yugniro.in.ua>

© Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, 2014

УДК 001.89(262.5)(26)

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане.** — Керчь: ЮгНИРО, 2014. — 199 с.

*Представлены основные результаты научных исследований ЮгНИРО в 2013 году. Проанализированы возможности прогноза гидрометеорологических условий в некоторых промысловых районах Мирового океана на 2015 год. Дана оценка биологического загрязнения вод Керченского пролива. Предоставлены промыслово-биологические данные и оценка запаса калкана в украинских водах Черного моря, а также перспективы успешного лова черноморского шпрота. Описано применение электрического света для повышения эффективности промысла в Азовском море, определен уровень промысловой смертности рыб данного региона. Изучена биология бычка-песочника и экологическое состояние прибрежной акватории Керченского пролива. Определена связь гидрометеорологических факторов Северной Атлантики и промысловых показателей при промысле морского окуня с атмосферными индексами. Приведены данные о современном промысле антарктического криля. Описана история начала рыбохозяйственных исследований в Южном океане. Изучено влияние морских микроводорослей на рост и развитие личинок черноморского калкана. Представлена находка личинок процессы съедобной в планктоне Каркинитского залива. Охарактеризованы многолетние изменения бентоса в зоне деятельности Мариупольского торгового порта. Рассмотрены перспективные направления переработки антарктического криля, а также статистические данные по производству рыбы и рыбной продукции. Описана работа ЮгНИРО по межгосударственной стандартизации. Представлена сравнительная характеристика свободного программного обеспечения для систем управления базами пространственных данных.*

**Основні результати комплексних досліджень в Азово-Чорноморському басейні та Світовому океані.** — Керч: ПівденНІРО, 2014. — 199 с.

*Представлено основні результати наукових досліджень ПівденНІРО в 2013 році. Проаналізовано можливості прогнозу гідрометеорологічних умов у деяких промислових районах Світового океану на 2015 рік. Надано оцінку біологічного забруднення вод Керченської протоки. Представлено промислово-біологічні дані та оцінку запасу калкана в українських водах Чорного моря, а також перспективи успішного лову чорноморського шпроту. Описано застосування електричного світла для підвищення ефективності промыслу в Азовському морі, визначено рівень промислової смертності риб цього регіону. Досліджено біологію бичка-пісочника і екологічний стан прибережної акваторії Керченської протоки. Визначено зв'язок гідрометеорологічних факторів Північної Атлантики і промислових показників під час промыслу морського окуня з атмосферними індексами. Наведено дані про сучасний промысел антарктичного крилю. Описано історію початку рибогосподарських досліджень в Південному океані. Досліджено вплив морських микроводоростей на ріст і розвиток личинок чорноморського калкана. Представлено знахідку личинок процесу їстівної в планктоні Каркінітської затоки. Охарактеризовано багаторічні зміни бентосу в зоні діяльності Маріупольського торгового порту. Розглянуто перспективні напрямки переробки антарктичного крилю, а також статистичні дані з виробництва риби та рибної продукції. Зображено роботу ПівденНІРО з державної стандартизації. Представлено порівняльну характеристику вільного програмного забезпечення для систем керування базами просторових даних.*

**Main results of complex research in the Azov and Black Seas Basin and the World Ocean.** — Kerch: YugNIRO, 2014. — 199 p.

*The main outcomes of YugNIRO scientific research in 2013 were presented. Forecast possibilities of hydrometeorological conditions in some commercial areas of the World Ocean were analyzed for the year of 2015. Biological pollution assessment of the Kerch Strait was made. Fishery and biological information and stock assessment of the turbot in the Ukrainian waters of the Black Sea as well as prospective of the efficient fishing of the Black Sea sprat are given. Application of electric light for the catch efficiency increase in the Azov Sea is described; fishing mortality rate of the Azov Sea fish species is defined. Biology of the monkey goby and ecological state of the coastal areas of the Kerch Strait are studied. Relation of hydrometeorological factors of the North Atlantic and fishing parameters of the deepwater redfish fisheries to atmospheric indices is detected. The data on current fisheries of the Antarctic krill are given. Historical accounts on the fishery research beginning in the Southern Ocean are presented. Influence of marine microalgae on growth and development of the Black Sea turbot larvae is investigated. Finding of the nika shrimp larvae in the plankton of the Karkinitzkiy Bay is introduced. Long-term changes of benthos in the area of Mariupol trade port are characterized. Prospective trends of the Antarctic krill processing as well as statistic data on fish and fish products production are given. YugNIRO activities in the sphere of international standardization are reported. Comparative studies on free software for spatial database management systems are presented.*

**О. А. Петренко**, директор, к. геогр. н., **А. А. Солодовников**, уч. секретарь,  
**Б. Г. Троценко**, зам. директора, ст. н. с., к. геогр. н.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЮГНИРО В 2013 ГОДУ**

*Рассматриваются основные направления деятельности ЮгНИРО по выполнению отраслевого Тематического плана и хоздоговорных исследований на 2013 г. Приведены основные результаты выполнения исследований. Представлены результаты разноаспектной деятельности института, в том числе в области взаимодействия с международными рыбохозяйственными организациями.*

*Ключевые слова:* ЮгНИРО, результаты исследований, итоги, перспективы, международная деятельность

Свою деятельность в 2013 году ЮгНИРО осуществлял в качестве головного отраслевого НИИ Госрыбгентства Украины в сфере рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне и других районах Мирового океана, которые представляют интерес для украинского рыбодобывающего флота. Определяющей сферой научно-технической деятельности института являлось научное обеспечение эффективного функционирования морехозяйственного комплекса Украины в процессах исследования, использования, охраны и воспроизводства водных живых ресурсов и морских экосистем.

Выполнен комплекс исследований, которые охватывают широкий круг вопросов, направленных на изучение биологических ресурсов и экосистем Черного и Азовского морей, других районов Мирового океана, представляющих интерес для рыболовного флота Украины, с целью их рационального использования и воспроизводства, обеспечения ведения и регулирования промысла, осуществления природоохранной деятельности. Подготовлены рекомендации для обеспечения доступа украинского флота к морским живым ресурсам в зонах регулирования международных рыбохозяйственных организаций, а также мероприятий по долгосрочному сохранению и устойчивому использованию водных экосистем.

Проведены исследования по разработке научных основ марикультуры и ее развитию в украинской части Азово-Черноморского бассейна, разработке и утверждению нормативных документов в области стандартизации, адаптированных к требованиям директив Европейского Союза и других международных стандартов. А также выполнены работы, направленные на совершенствование управления отраслью.

Весомый объем в работе института занимает деятельность по поддержке международного сотрудничества, обеспечение выполнения международных обязательств Украины в области рыбного хозяйства.

С целью обеспечения выполнения отраслевого «Тематического плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок на 2013 год» институт, в соответствии с решением Комитета по конкурсным торгам по определению участников-победителей конкурсных торгов, в мае 2013 года заключил 8 договоров с Госрыбгентством. Договора заключены всего на сумму 1020,5 тыс. грн., что на 24 % (на 328,5 тыс. грн.) меньше в сравнении с 2012 г.

Выполнение заключенных договоров предусматривало исследования по следующим направлениям:

- оценка состояния промысловых ресурсов и рациональное регулирование рыболовства для ряда районов Мирового океана, Черного и Азовского морей — 3 темы;
- по развитию аквакультуры — 1 тема;
- в области стандартизации нормативной документации — 2 темы;
- по совершенствованию управления отраслью — 2 темы.

В соответствии с заключенными договорами были разработаны Технические задания и календарные планы для выполнения исследований по следующим направлениям:

- оценка состояния промысловых ресурсов и рациональное регулирование рыболовства для ряда районов Мирового океана, Черного и Азовского морей — темы №№ 1Ю, 2Ю;
- подготовка рекомендаций для формирования позиции Украины на переговорах различного уровня, статистической оценки работы рыбной промышленности, по выполнению требований СІТЕС, разработке и совершенствованию документов по вопросам экспедиционного промысла — темы №№ 3Ю; 7Ю; 8Ю;
- разработка биотехнологий воспроизводства морских видов рыб — тема № 4Ю;
- приведение отраслевых стандартов и нормативной документации в соответствие с международными требованиями — темы №№ 5Ю; 6Ю.

В план дополнительных научно-технических работ было включено 62 темы, которые выполнялись институтом на основе хоздоговоров с различными организациями.

## **КРАТКИЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ**

### **На основании исследований по оценке состояния промысловых ресурсов подготовлены:**

*По теме № 1 «Моніторинг біологічних ресурсів та розробка довгострокових і короткострокових прогнозів промислу. Можливий вилов водних біоресурсів у районах Світового океану, що представляють інтерес для добувного флоту України. Розробка наукових основ раціонального рибальства і рекомендацій щодо використання водних живих ресурсів у Світовому океані»* работа выполнена на основе анализа материалов, полученных от наблюдателей ЮгНИРО, работающих на промысловых судах, анализа опубликованных отечественных и зарубежных материалов, данных международных рыбохозяйственных организаций (ФАО, НАФО, НЕАФК, АНТКОМ и др.), промышленной статистики Украины, обработки ретроспективных материалов банка данных ЮгНИРО, информации из интернета и других источников.

В результате проведенных исследований разработано научное обоснование обеспечения и расширения доступа украинского флота к морским живым ресурсам Мирового океана и разработан прогноз перспектив промысла в 2015 году в районах Мирового океана, которые представляют интерес для экспедиционного флота Украины — ЦВА, ЮВА, СЗА, АЧА, АЧИО, АЧТО, ЮВТО, ЮЗТО. Представлен прогноз гидрометеорологических условий по основным районам промысла. Дана оценка состояния запасов основных промысловых объектов, и определены наиболее перспективные районы для организации украинского экспедиционного промысла на 2015 год.

Исходя из анализа информации по состоянию сырьевой базы для различных районов Мирового океана, определена величина недоиспользуемого биоресурса. Всего в исследуемых районах, по состоянию на 2013 год, остаточный ресурс оценивается на уровне около 1,6 млн. т рыбы и 0,5 млн. т криля. В экономзонах иностранных государств остаточный ресурс составляет 1585 тыс. т рыбы и 90 тыс. т криля, в открытых водах — 35 тыс. т рыбы и 400 тыс. т криля.

Теоретически возможный вылов Украины в открытых водах Мирового океана может составить 86 тыс. т рыбы и 55 тыс. т криля, в экономзонах прибрежных государств — 795 тыс. т рыбы и 10 тыс. т криля. Для доступа к ресурсу прибрежных государств необходимо заключить двусторонние соглашения и вступить в международные рыбохозяйственные организации (NEAFC, SPRFMO и др.).

*По темі № 2 «Вивчити динаміку чисельності і стан запасів водних біологічних ресурсів Чорного моря і Керченської протоки для визначення можливих лімітів і прогнозів вилучення та регулювання рибальства, розробити довгострокові прогнози промислової обстановки та прогнози на путину»* були розроблені:

- биологическое обоснование по определению лимитов и прогноз вылова водных биоресурсов в Черном море, Керченском проливе и морских мигрирующих рыб на 2014 год;
- прогноз промысловой обстановки на путину 2013—2014 гг. азовской хамсы и тюльки;
- прогноз состояния запасов и возможного вылова водных биоресурсов Черного моря, Керченского пролива и морских мигрирующих рыб в 2015 г.

Дана оценка запасов, ОДУ и ВУ водных биоресурсов в Черном и Азовском морях в 2015 году. Возможный объем вылова для Черного моря по всем объектам определен в 33,3 тыс. т; для Азовского моря с Сивашом и Керченским проливом — 12,9 тыс. т; для Черного и Азовского морей по мигрирующим рыбам — 20,0 тыс. т. Всего для бассейна объем возможного вылова водных биоресурсов определен в 74,2 тыс. т.

*По темі № 3 «Наукове забезпечення реалізації міжнародних зобов'язань України, обумовлених її членством у СІТЕС, стосовно осетрових видів риб в 2012 році»:*

- подготовлены материалы относительно осетровых видов рыб для ежегодного отчета Украины за 2012 г. и двухлетнего отчета за 2011—2012 гг., необходимость которых предусмотрена СИТЕС;
- даны обоснования и рекомендации по установлению экспортных квот на осетровые виды рыб и продукцию из них на 2014 г.

#### **По развитию аквакультуры в Азово-Черноморском бассейне**

*По темі № 4 «Розробити інструкцію із штучного відтворення чорноморського, азовського калканів та глоси»*

На основании обобщения большого массива литературных источников зарубежных и отечественных авторов, научно-практических разработок, методических рекомендаций, инструкций, государственных стандартов, патентов, нормативов, разработанных ЮгНИРО и его отделениями, разработаны «Проект инструкции по искусственному воспроизводству азовского калкана и глоссы».

Внедрение разработки позволит организовать стабильное получение посадочного материала азовского калкана и глоссы в промышленных масштабах для восстановления естественных популяций, а также для целей товарного выращивания.

В соответствии с планом реализации бюджетной программы «Селекция в рыбоводном хозяйстве и воспроизводство водных биоресурсов в Азово-Черноморском бассейне» на 2013 год, на научно-исследовательской базе института «Заветное» выполнены исследования по получению жизнестойкой молоди морских видов рыб — камбалы-калкана, пиленгаса и сингиля. Получена, выращена и выпущена в естественную среду обитания жизнестойкая молодь пиленгаса в количестве 3299,1 тыс. шт., камбалы-калкана — 1,6 тыс. шт. и сингиля — 124 тыс. шт., о чем составлены соответствующие акты, которые представлены в Госрыббагентство Украины.

Продолжаются исследования по формированию ремонтно-маточного стада пиленгаса и камбалы-калкана в искусственных условиях.

#### **В сфере стандартизации нормативной документации для рыбной отрасли**

*По темі № 5 «Здійснити наукові дослідження щодо приведення технологічних документів з виробництва рибної продукції у відповідність з міждержавними стандартами, введеними у дію в Україні»* разработана технологическая инструкция по изготовлению консервов в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 7454:2009 «Консервы из бланшовой, подсушенной или подвяленной рыбы в масле. Технические условия». Инструкция согласована с Государственной санитарно-эпидемиологической службой Министерства здравоохранения Украины и утверждена Государственным агентством рыбного хозяйства.

Проведена экспертная оценка разработанных проектов межгосударственных стандартов на соответствие требованиям законодательства Украины, директив Европейского Союза, международным стандартам, стандартам Кодекса Алиментариус.

Проведена работа по определению позиции Украины относительно внедрения стандартов, разработанных странами-участницами Соглашения о согласованной политике в области стандартизации. Проведен анализ и подготовлены научно обоснованные отзывы по пяти проектам межгосударственных стандартов, разработанных по планам межгосударственной стандартизации.

Также был проведен анализ семи проектов межгосударственных стандартов, разработанных на замену действующих сейчас стандартов бывшего Советского Союза.

*По теме № 6 «Наукові дослідження щодо забезпечення сучасного рівня нормативних документів на продукцію у сфері рибного господарства з метою державного регулювання внутрішнього ринку рибопродукції»* осуществлена разработка стандартов на рыбную продукцию на замену нормативных документов, не соответствующих действующему законодательству Украины по показателям безопасности и в соответствии с ДСТУ 1.2.

Разработаны нормативные документы отраслевого назначения:

– СОУ «Катран и скат черноморские вяленые. Технические условия»;

– ТИ «Технологическая инструкция по изготовлению катрана и ската черноморских вяленых».

В нормативных документах требования по безопасности продукции приведены с учетом действующего законодательства Украины, Директив ЕС, международных стандартов, стандартов Кодекса Алиментариус. Установлены требования к методам контроля, маркировки, упаковки, правилам приемки, сроков годности.

Документы согласованы с Минагрополитики Украины, Госрыбгентством Украины, Государственной ветеринарной и фитосанитарной службой, ДЦ «Украгрозстандартсертификация».

Разработанные нормативные документы внедряются рыбохозяйственными предприятиями отрасли при производстве продукции и будут применяться во время контроля произведенной продукции органами государственного контроля (надзора).

#### **В направлении совершенствования управления отраслью**

*По теме № 7 «Наукове забезпечення двостороннього та багатостороннього міжнародного співробітництва України у сфері рибного господарства»* обеспечивалась эффективная деятельность Украины в ФАО и других международных рыбохозяйственных организациях, членом которых она является (АНТКОМ, НАФО, SPRFMO), а также на международных рыбохозяйственных конференциях и форумах.

Были подготовлены материалы и документы, которые позволяли формировать позицию Украины с учетом защиты интересов украинской рыбной промышленности и науки при проведении международных переговоров, в работе украинских представителей в международных рыбохозяйственных организациях и на международных рыбохозяйственных конференциях. Сотрудники принимали непосредственное участие при проведении двусторонних и многосторонних переговоров, в том числе и в рамках Российско-Украинской комиссии по регулированию рыболовства в Азовском море.

Произведен сбор, обработка и анализ промыслово-статистических данных, характеризующих работу судов под флагом Украины в Мировом океане, работу промысловых организаций Украины в Азово-Черноморском бассейне, производство продукции аквакультуры для передачи в АНТКОМ, НАФО и ФАО, в соответствии с обязательствами Украины как государства-флага и члена этих международных рыбохозяйственных организаций.

Следует отметить, что часть рыбодобывающих организаций, суда которых работают в Мировом океане под флагом Украины, из года в год не представляют данные по вылову, поэтому направленную в ФАО информацию за предшествующие годы приходится существенно корректировать в последующем, что является негативным фактом для Украины, так как свидетельствует о низком уровне государственного управления национальным флотом и национальными рыболовными компаниями в целом.

Была проделана работа по обеспечению доступа к современным международным информационным ресурсам в отрасли рыболовства и рыбного хозяйства, участию в международной информационной системе по водным наукам и рыболовству ASFA.

*По теме № 8 «Науковий аналіз матеріалів досліджень у Світовому океані, виконаних АзЧерНІРО, ПівденНІРО, Південпромрозвідка і Південрибпошук, контроль якості даних, приведення їх до*

міжнародних форматів зберігання та обміну» выполнена работа по дальнейшему формированию цифровой базы ретроспективных данных.

Внесены существенные изменения в программное обеспечение, что позволило преобразовать базу данных и облегчить работу с имеющейся информацией. В электронный банк данных введена новая информация из полевых журналов.

В цифровом виде занесены материалы исследований 11 рейсов. Электронная база данных пополнена данными о промысловой деятельности судов и результатах лова — 2922 станций, данными биологических анализов — 28838 показателей, массовыми промерами рыб — 730 показателей.

Сформирован каталог хранящихся в ЮгНИРО промыслово-биологических материалов экспедиционных исследований по ЦВА.

Была проделана работа по обеспечению доступа к современным международным информационным ресурсам в отрасли рыболовства и рыбного хозяйства, участию в международной информационной системе по водным наукам и рыболовству ASFA.

Из всего объема исследований, выполненных на хоздоговорной основе, 27 договоров было заключено с базовыми организациями для проведения исследований по оценке состояния сырьевых ресурсов промысловых рыб, их распределению и миграции в прибрежной зоне Черного и Азовского морей, а также прогнозирования предзаморных ситуаций.

Для проведения исследовательских и экспериментальных работ по созданию и совершенствованию орудий лова заключено 8 договоров.

16 тем имели природоохранное направление и выполнялись для оценки состояния окружающей водной среды при проведении дноуглубительных и других работ, проводился комплексный мониторинг состояния экосистем локальных акваторий в условиях осуществления производственной деятельности.

Для разработки «Биологических обоснований» и «Режимов рыбохозяйственного использования» отдельных замкнутых водоемов и участков морских прибрежных акваторий было заключено 6 договоров.

Для подготовки международных научных наблюдателей заключено 5 договоров.

Кроме научно-исследовательских работ по основному тематическому плану и плану дополнительных научно-технических исследований, по заданию Госрыбагентства на бездоговорной основе подготовлен ряд аналитических материалов, предложений к нормативно-правовым документам и по сотрудничеству с различными международными организациями, а также справки и заключения по различным аспектам деятельности рыбной отрасли.

Характеризуя *различные аспекты деятельности института*, необходимо отметить следующее:

Успешно проведена VIII Международная научная конференция «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона», по итогам работы которой издан сборник материалов конференции.

Вышел из печати 51-й том Трудов ЮгНИРО «Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане».

В 2013 году в научных журналах Украины, в сборниках материалов конференций, а также в международных научных изданиях сотрудниками института опубликовано 92 статьи.

Научно-техническое сотрудничество ЮгНИРО с зарубежными странами и организациями в 2013 году осуществлялось в рамках прав, делегированных ему Госрыбагентством Украины с учетом существующих двух- и многосторонних межправительственных соглашений и соглашений с зарубежными исследовательскими центрами и организациями в области рыбного хозяйства.

В результате участия института в проекте «Развитие Черноморской научной сети», выполняемого по 7-й рамочной программе ЕС, ЮгНИРО стал участником научного сообщества, включающего 52 международных участника.

Ряд ведущих специалистов института внесен в базу данных как эксперты ФАО по различным направлениям рыбохозяйственных исследований, а также в базу данных «Ученые Черного моря».

Зав. отделом В. А. Шляхов и зам. директора по науке Б. Г. Троценко были номинированы руководством Госрыбагентства Украины экспертами для участия в рабочих заседаниях Генеральной ко-



миссии по рыболовству в Средиземном море ФАО, поскольку эта структура проявляет интерес к распространению своего влияния и на Черное море.

В прошедшем году сотрудники института принимали непосредственное участие в заседаниях, совещаниях и симпозиумах следующих международных организаций:

– В работе третьей Генеральной ассамблеи и Координационном совещании по проекту «Координация исследований в поддержку экосистемного подхода к рыболовству» и выработке управленческих решений в Средиземном и Черном морях (г. Валетта, Мальта).

– В заседаниях Рабочей группы по статистике, оценкам и моделированию (SAM) и Рабочей группы по экосистемному мониторингу (г. Бремерхафен, Германия).

– В заседаниях внеочередных совещаний Научного Комитета и Комиссии (АНТКОМ), посвященных обсуждению предложений США и Новой Зеландии «Предложение о создании морского охраняемого района Регион моря Росса» и предложений Австралии, Франции и Европейского Союза «Предложение о мере по сохранению, устанавливающей Восточно-Антарктическую репрезентативную систему морских охраняемых районов».

– В совещании Рабочей Группы по оценке рыбных запасов Антарктики в штаб-квартире АНТКОМ (г. Хобарт, Австралия).

– В работе планового заседания рабочей группы по черноморским оценкам, созданной Научным, техническим и экономическим комитетом по рыболовству (STECF) при Европейской Комиссии. Целью этого заседания была оценка запасов и рекомендации по использованию объектов рыболовства в Черном море (пос. Испра, Италия).

– В совместном румынско-украинском региональном рабочем совещании по проекту «Усиление сотрудничества в поддержку устойчивого рыболовства в Черном море» (г. Констанца, Румыния).

– В международном обучающем семинаре, посвященном аналитической оценке рыбных запасов. Участниками семинара стали представители из Украины, Болгарии, Румынии и Турции (ЮгНИРО, г. Керчь, Украина).

– В международном тренинге в рамках программы по интенсификации сотрудничества и проведения совместных исследований стран Черноморского региона в области сохранения и управления живыми ресурсами Черного моря (JOP «Black Sea» 2007—2013) (г. Трабзон, Турция).

– В осенней экосистемной съемке Баренцева моря по плану реализации Украинско-Норвежского сотрудничества с Институтом морских исследований (г. Берген, Норвегия).

– В работе 15-й юбилейной встречи библиотекарей-членов Всемирной Ассоциации библиотек морской направленности EURASLIC (г. Варна, Болгария).

ЮгНИРО осуществляет научно-методическое руководство деятельностью украинской сети АСФА. За межсессионный период 2012—2013 гг. 207 рефератов переведены на английский язык и введены в базу данных ProQuest. ЮгНИРО принял участие в ежегодной встрече стран-партнеров АСФА в г. Кальяо, Перу.

Институт активно и плодотворно, на протяжении многих лет, ведет работу в рамках деятельности Украинско-Российской комиссии по рыболовству в Азовском море. На юбилейной XXV сессии сотрудники были представлены в качестве советников и экспертов.

Продолжалась работа сотрудников института в качестве международных научных наблюдателей, которые, пребывая на промысловых судах под иностранными флагами в зонах НАФО и АНТКОМ, контролируют ход промысла. В ходе рейсов ими проводится комплекс биологических исследований и работ по контролю выполнения природоохранных мероприятий. На судах под различными флагами 9 сотрудников института успешно выполнили функции международных наблюдателей на промысле клыкача в водах Антарктики.

В условиях крайне ограниченного финансового обеспечения деятельности института, не перекрывающего и 25 % от необходимого, ЮгНИРО со всей возможной эффективностью обеспечил выполнение всех плановых исследований в соответствии с отраслевым Тематическим планом, привлекая к их обеспечению собственные ресурсы от выполнения хоздоговорных исследований.

*Поступила в редакцию 31.03.2014 г.*

**Основні результати діяльності ПівденНІРО в 2013 р. О. А. Петренко, О. А. Солодовніков, Б. Г. Троценко.** *Розглядаються основні напрямки діяльності ПівденНІРО щодо виконання галузевого Тематичного плану і госпдоговірних досліджень на 2013 р. Наведені основні результати виконання досліджень. Представлені результати різноаспектної діяльності інституту, зокрема, у сфері взаємодії з міжнародними рибогосподарськими організаціями.*

*Ключові слова:* ПівденНІРО, результати досліджень, підсумки, перспективи, міжнародна діяльність

**Main outcomes of YugNIRO activities in 2013. O. A. Petrenko, A. A. Solodovnikov, B. G. Trotsenko.** *The main trends of YugNIRO activities concerning implementation of the branch schedule and research based on agreements are reviewed for 2013. The main research results are presented. The institute's research achievements are outlined for different spheres, in particular, for the sphere of cooperation with international fishery organizations.*

*Keywords:* YugNIRO, research results, fishery institution, prospects, international activity

УДК 504.4.054:551.463.8 (262.54)

**P. D. Lomakin**<sup>1</sup>, Leading Fellow, Ph. D. (G.), Prof., **B. G. Trotsenko**<sup>2</sup>, D. D., Senior Fellow, Ph. D. (G.), **A. I. Chepyzhenko**<sup>1</sup>, Fellow, Ph. D. (T.),  
**A. A. Chepyzhenko**<sup>1</sup>, Leading Engineer

<sup>1</sup>*Marine Hydrophysical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (MHI NASU)*

<sup>2</sup>*Southern Scientific Research Institute of Marine Fishery and Oceanography (YugNIRO)*

## **HYDROPHYSICAL CONDITIONS, THE TOTAL SUSPENDED MATTER FIELD AND BIOLOGICAL POLLUTION ESTIMATION OF THE KERCH STRAIT WATERS IN SEPTEMBER 2011 FOLLOWING UKRAINIAN-RUSSIAN EXPEDITION**

*Based on the data of the complex Ukrainian-Russian expedition carried out by the Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences (Rostov-on-Don) and Marine Hydrophysical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Sevastopol) in September 2011, water circulation, fields of the main hydrophysical elements, total suspended matter and dissolved organic matter in the Kerch Strait are analyzed. The regularities of the considered fields' structure in conditions of weak-wind weather are revealed. Biological pollution of the waters is estimated.*

*Keywords:* Kerch Strait, hydrophysical elements, total suspended matter, dissolved organic matter, pollution

### **INTRODUCTION. AIMS AND BACKGROUND**

On September 26—29, 2011 the scientists of the Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences (SSC RAS) (Rostov-on-Don) and Marine Hydrophysical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (MHI NAS) (Sevastopol) carried out one of the most capacious oceanological expeditions for the whole history of the experimental studies of the Kerch Strait waters. The main purpose of the research was to receive the detailed information about the Kerch Strait water ambience conditions during the weak-wind weather, which was preceded by the natural meteorological period, characterized by the firm wind of the northern quarter with the average velocity of 7—9 m/sec, — situation, weakly provided by empirical oceanological data (fig. 1).

The broad complex of hydrophysical, hydrooptical, hydrochemical and hydrobiological parameters of the water ambience was analyzed as a result. This allowed to confirm the existing information and to reveal the number of earlier unknown regularities in dynamics and structure of the investigated waters.

This article presents the analysis of the fields' structure of the following elements: current vectors, temperature, salinity, total suspended matter (TSM) and dissolved organic matter (DOM — the indicator of the waters biological pollution) measured on the Kerch Strait in weak and unstable-direction winds conditions.

### **EXPERIMENT**

The experiment was performed on two areas of water under the station scheme, shown on fig. 1a, b. The main area is the strait water area; the micro area is the water space around the Tuzla island.

During the time of the experiment (from 27 to 29 of September) the natural meteorological period dominated, which is characterized by the low-gradient pressure field. This meteorological period was preceded by the meteorological period that is characterized by the firm cool winds of the northern quarter (fig. 1c, d).

During the first day, when the experiment was performed for the southern part of the strait, there was a firm northern wind of about 8—9 m/sec. The next day the weak wind of 2—3 m/sec dominated. The wind direction was changing in a broad (240—120°) sector, mainly of the western and northern quarters. During the experiment the wind vector changed its direction from the northern rhumbs to the western ones. During the third day, when the experiment was conducted in the northern part of the Kerch Strait, there was calm meteorological weather.

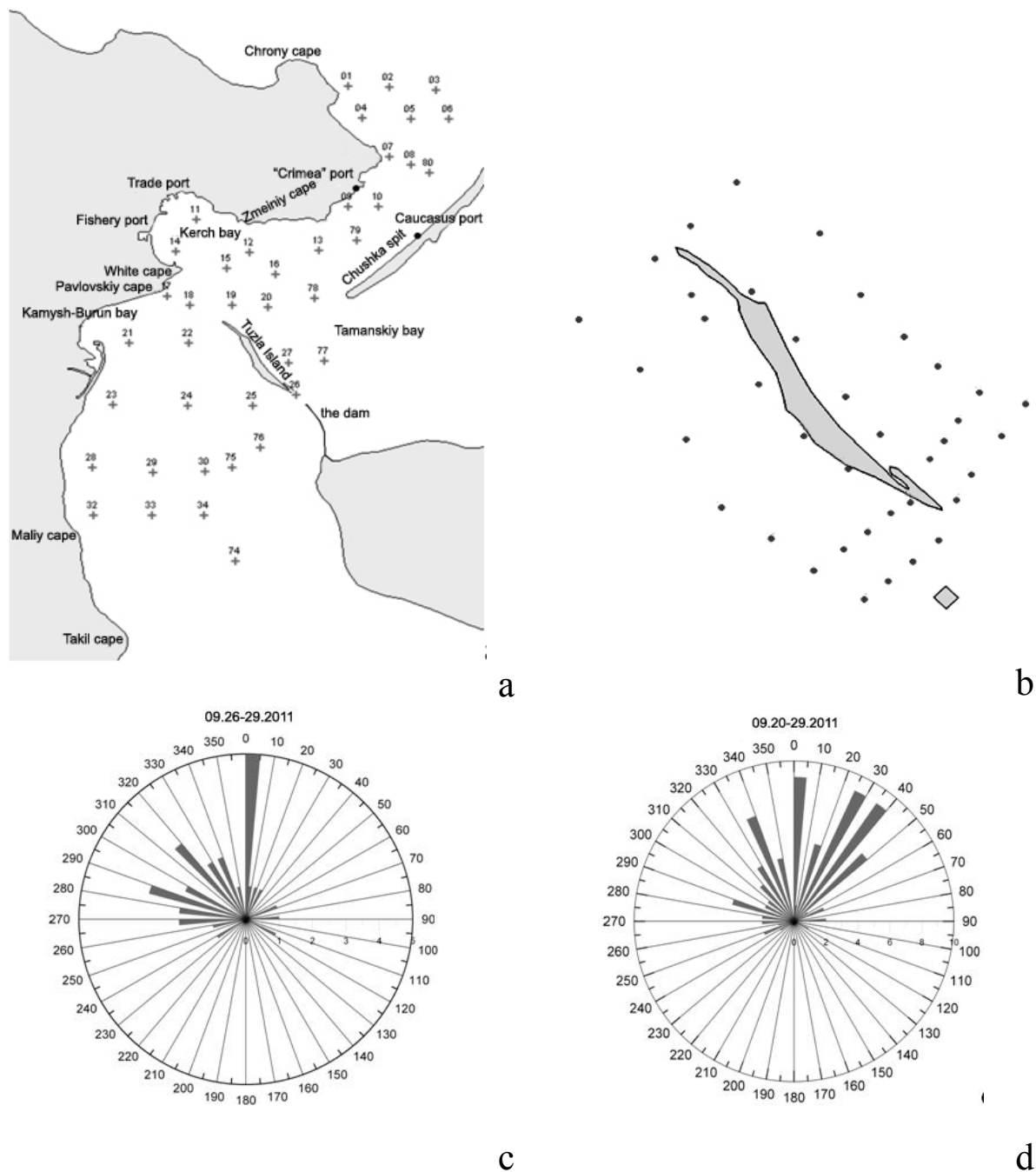


Fig. 1 The station scheme in the Kerch Strait (a) and Tuzla Island region (b); the roses of winds for the Kerch Strait region on the 26—29 of September, 2011 (c) and 20—26 of September, 2011 (d)

The weak winds and the calm meteorological weather accompanied the experiment around the Tuzla Island, performed on September, 29.

The data retrieval and the tests' selection in the waters of the Kerch Strait was performed from the board of the vessel «Rotan». The data flexing according to the stations scheme (fig. 1a) was conducted when the ship stood on anchor. The working time on each station was 1—1.5 hours which allowed to add the current observation to the complex of the studied parameters. The depth varied from 4 to 15 m for the Kerch Strait observation and from 1 to 3 m around the Tuzla island (fig. 1b), where the majority of the stations were performed in the driftage from the board of the motorboat.

All the information used in this article was obtained with the help of one device — biophysical complex «Condor» [3]. The temperature, salinity, TSM and DOM data were traced in the flexing mode of 0.1 m discontinuity from the surface to the bottom layer. The currents were measured at the horizons of 0.5 m, 2 m, 4 m and near the bottom with the help of the portable autonomous recorder, with which «Condor» is supplied. The observation discontinuity for the currents' data registration is 20 sec. The recording (working) time of the meter on the horizons of each station is 20—40 minutes. The average vectors per each of actual realizations currents' were used during the analysis.

This expedition is one of the attempts for the post-Soviet time, when experimental studies of the Kerch Strait waters, conducted by our country, were able to come up to the Russian coast and to get the new, unknown before information about the oceanological elements' fields condition of the whole region.

## RESULTS AND DISCUSSION

### The Kerch Strait

#### *Water circulation*

It is known [1, 5, 7, 8] that the Kerch Strait current system runs mainly by the wind nature. It is defined by the wind direction and integral water consumption through the strait in essential measure. The local current system of the Kerch Strait adapts quickly (during several hours) to the dominant wind.

According to the fullest experimental studies of the Kerch Strait, made in 1960—1980s, which was generalized in the well-known monograph of E.N. Altman [1], the main role in shaping the current field of the strait belongs to the firm meridional winds. The firm winds of the northern quarter cause the longitudinal slopping of the water-surface level in the Kerch Strait in the direction of the Black Sea. Herewith appears the circulation, typical for the Sea of Azov, its repeatability through the year is 47 %. The firm winds of the southern quarter, bring an inverse effect, — generating the circulation of the Black Sea type with repeatability of 38 %. In the situations, when the zonal unstable meridional winds or the weak and calm wind weather existed independently of the wind power in the strait, the low dynamic activity of the waters appeared.

Dynamics and structure of the Kerch Strait waters during the calm wind weather were not studied earlier more or less particularly.

Confirming the conclusion [1], the considered current systems' situation in the Kerch Strait was defined by the wind direction. In the southern part of the strait, under the firm cool winds of the northern quarter, the currents on the surface were well expressed (20—30 sm/sec) and were directed, mainly, with the dominant wind.

With the depth, the currents' velocity decreases up to 5—15 sm/sec. In the middle and bottom layers the current vectors were turning to the right. In the bottom zone, the water flow was oriented northward (fig. 2). That means that under the northern winds' influence in the southern part of the Kerch Strait, the sleeve effect, with the compensation current in the bottom zone, directed from the Black Sea into the strait, was marked.

The next day in conditions of weak winds the current system of the central part of the strait was characterized by the low intensities — the velocities of 10—15 sm/sec, and absence of the obviously expressed jet flow (fig. 2).

In the northern narrowness of the Kerch Strait, along the coast of the Chushka spit, in the upper layer waters, there were well denominated flows of southern, south-western directions, which in the undersurface and the bottom layers had the direction ashore the spit (fig. 2). As it will be shown hereinafter, this kinematical particularity has become one of the reasons of intensive roiling of the coastal waters near the Chushka spit.

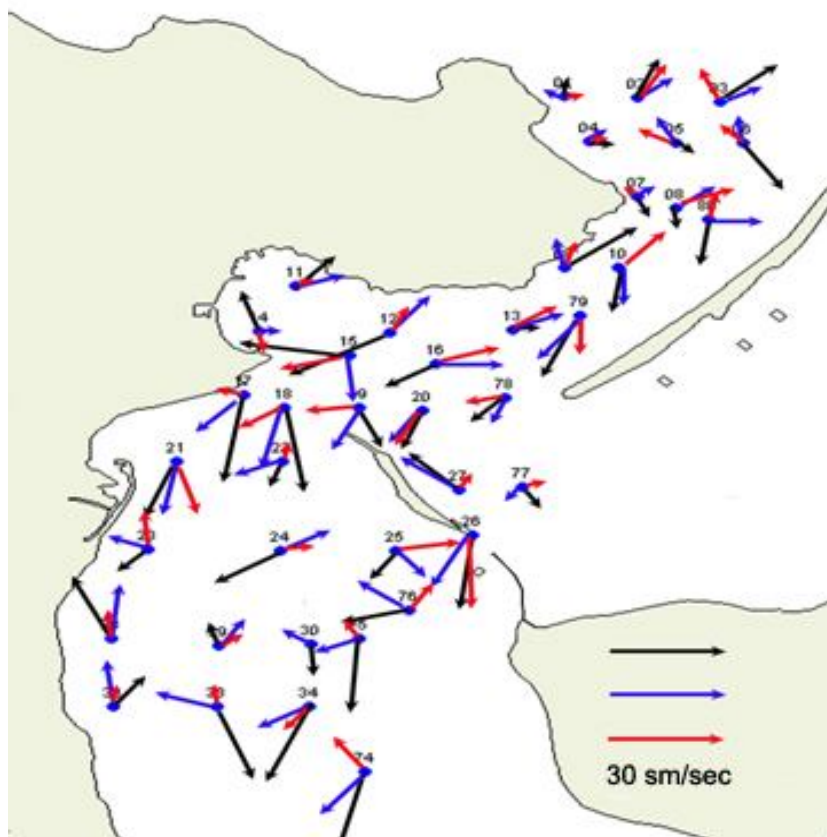


Fig. 2 The current vectors in the upper (black arrows), middle (blue arrows) and bottom (red arrows) layers on the 26—28 of September, 2011

In the Sea of Azov near-strait area, when observations were conducted during the calm weather, the current velocity was minimum, ~5—10 cm/sec, with unstable flows according to their direction (fig. 2).

#### *The thermo-salinity field*

The centre of the sleeve in the southern part of the strait is distinctly seen in the thermo-salinity field structure (more significant is salinity). Its northern border was presented as a thermo-salinity frontal boundary, and revealed through the whole thickness of the water masses. The western part of the front was located to the south from the Tuzla Island and to the east from the Tamanskiy Bay (fig. 3).

The surface waters of the Sea of Azov and the Black Sea had a salinity of 11.5—13.0 PSU and 15.0—16.5 PSU; the bottom layer waters were of 11.8—13.0

PSU and 16.8—18.0 PSU. The temperature of the surface layer in the shallow waters of the Sea of Azov near-strait area and in the northern strait narrowness was 19.85—20.45 °C, probably because of the weak vertical exchange during the calm wind weather. The maximum of the temperature in the bottom layer (20.40—20.66 °C) pertains for the Black Sea waters in the southern part of the strait, transported here with the system of compensation current (fig. 3).

Under the firm density stratification, the brightly expressed bottom temperature inversion, compensated by the positive vertical salinity gradient was marked in these areas. The temperature and salinity increasing with the depth growing on inversion layers, reached respectively 0.5—1.0 °C and 2.0—2.5 PSU (fig. 4).

Fig. 2—4 illustrate the rare natural phenomena, when the sleeve of the wind origin is accompanied with the water temperature increasing in the bottom layer.

In this case, the sleeve of shallow waters of the Kerch Strait being considerably cooled in the beginning of autumn with the lowered salinity of the surface in the middle horizons and near the bottom was compensated by more salty and warmer Black Sea waters. As a result, the firm density stratification with positive vertical gradient of the temperature near the bottom appeared in the southern part of the strait.

#### *TSM (total suspended matter) and DOM (dissolved organic matter) in the strait waters*

The TSM field in the strait waters had its several local maximums, which is probably connected with anthropogenic and natural factor at the same time. Its content changed in a wide range — from 0.24 to 11.30 mg/l (fig. 5a, b).

The highest concentration of this parameter in the surface layer of the strait water ambience was marked along the sea coast of the Chushka spit, which could be the result of a natural slope and the spit coastline erosion, by the ashore-directed current vector. The local TSM maximum of the bottom layer was also recorded there, in the region of the Caucasus port (fig. 5b). This fact gives the possibility to expect that this port, together with the other ones, located in the Kerch Strait [6], is the constant anthropogenic TSM source for the examined region waters.

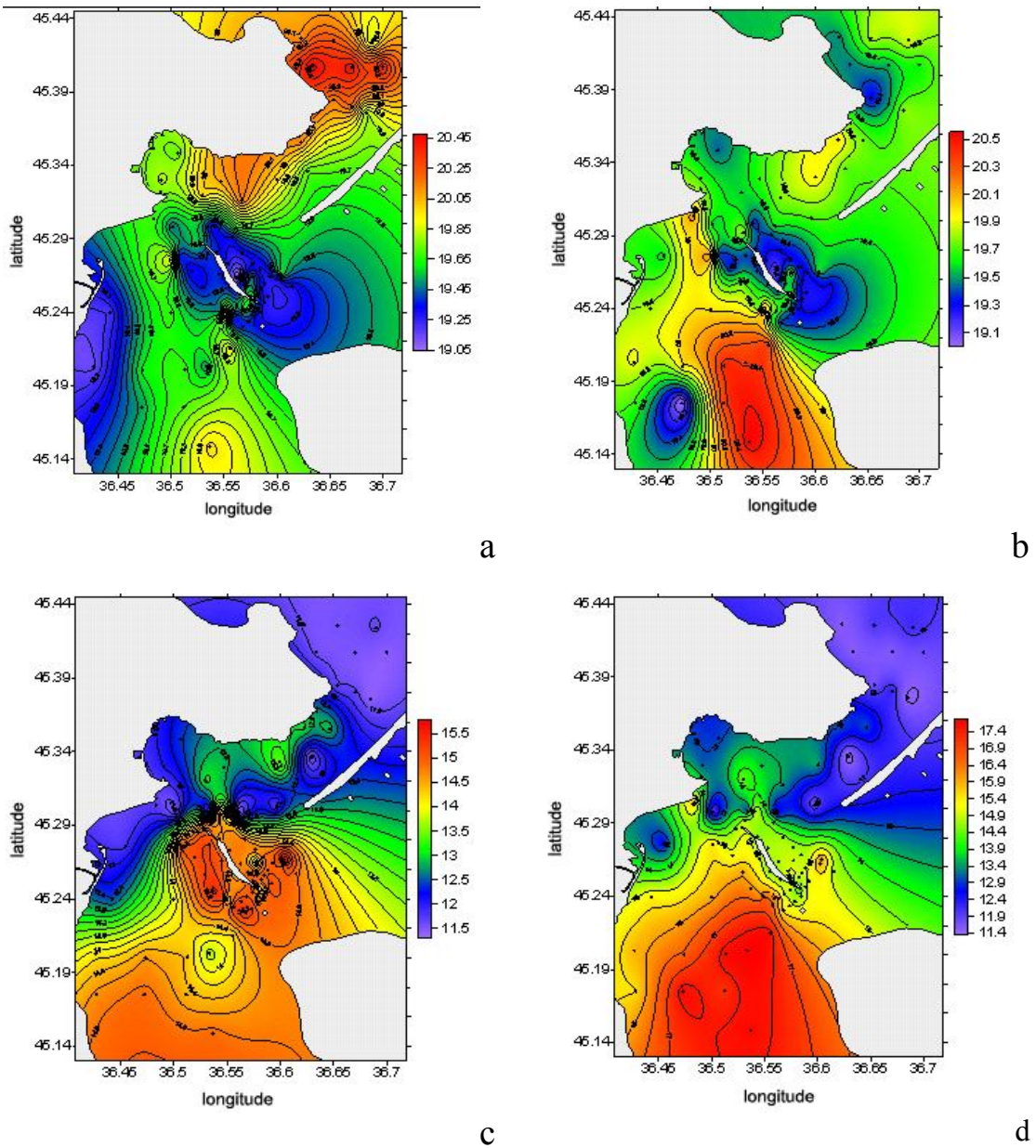


Fig. 3 The temperature, °C (a, b); salinity, PSU (c, d) distribution in the upper and bottom layers in the Kerch Strait waters on the 26—28 of September, 2011

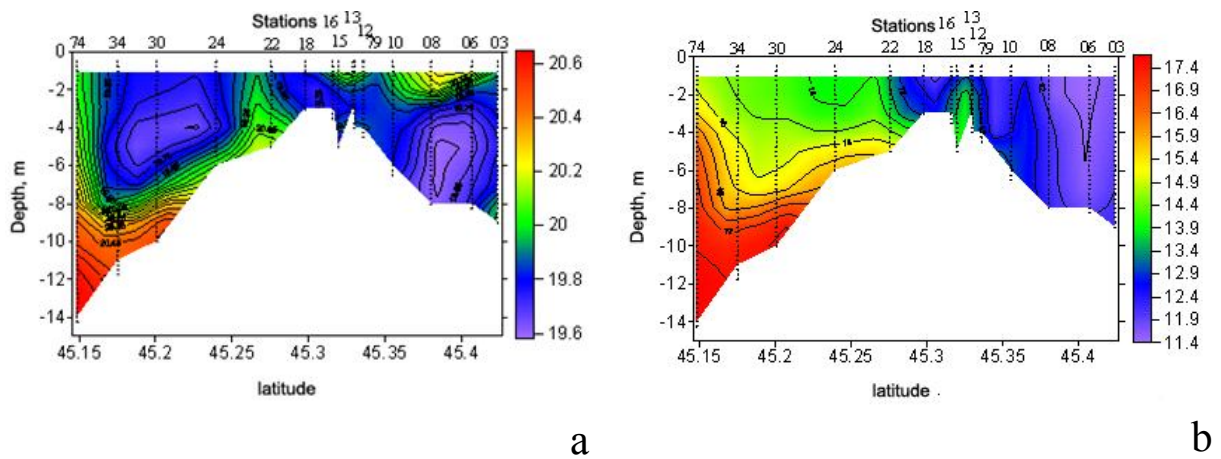


Fig. 4 The temperature, °C (a) and salinity, PSU (b) distribution on the longitudinal cut through the Kerch Strait on the 26—28 of September, 2011

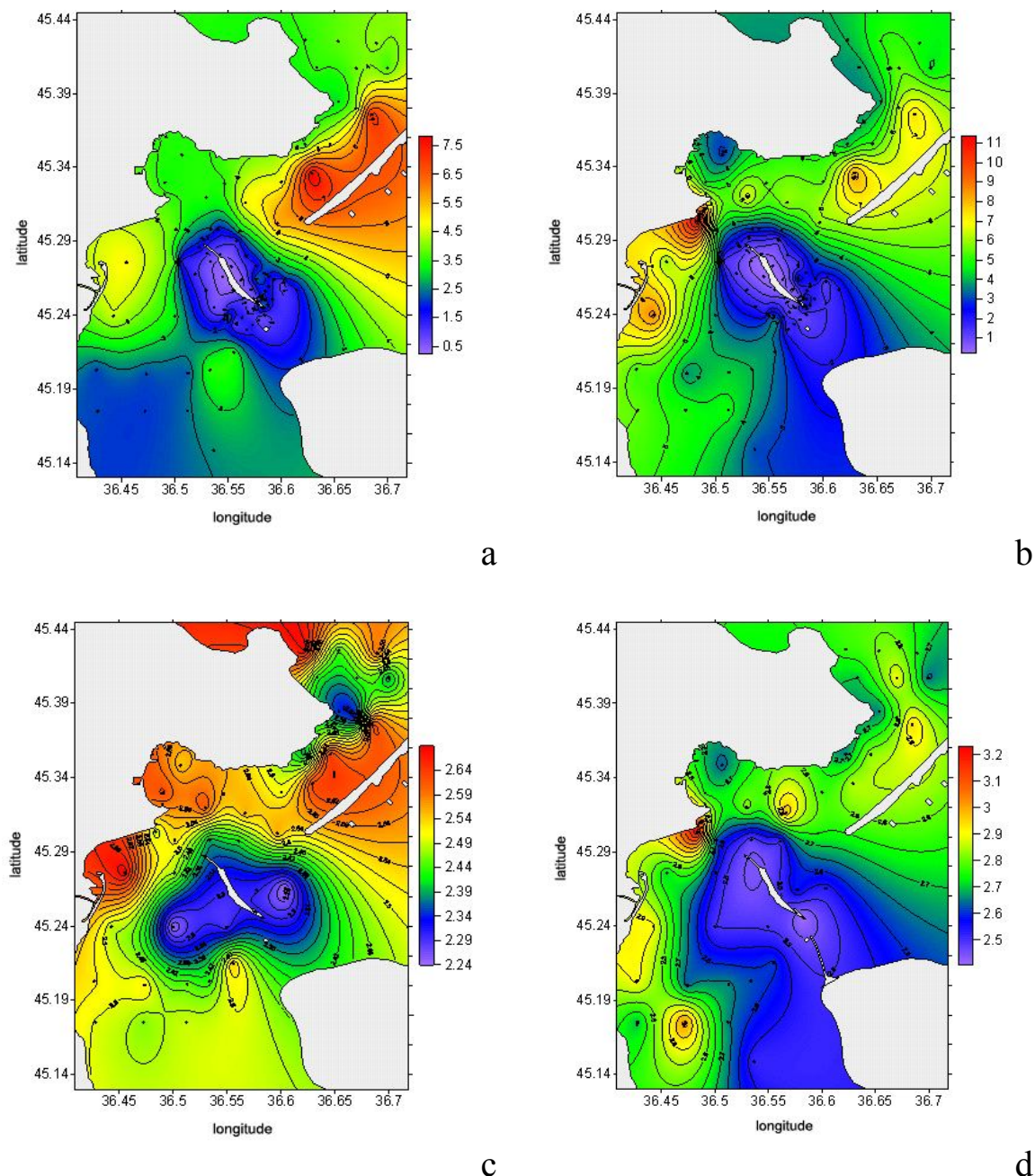


Fig. 5 The TSM, mg/l (a, b); DOM, mg/l (c, d) distribution in the upper and bottom layers in the Kerch Strait waters on the 26—28 of September, 2011

The high bottom TSM concentration, obviously of anthropogenic origin, was also discovered in two Kerch seaside areas. These areas are — the Belyi Cape, where the oil quay is located, and the region of the Kamysh-Burun Bay, where the ports of iron-ore combine and the plant «Zaliv» are located (fig. 5b).

The significant capacity of organic material, majority of which is not typical for the natural waters, is thrown into the seawater together with industrial and household sewages. Falling into the sea environment, organic material is dangerous for it influences the development of biological pollutants — bacteria, algae, protozoa, worms and other organisms, which are dangerous for the human health [2].

The DOM field was characterized by the presence of local maximums, which 1.5—1.7 times exceeds the natural rate, which, according to [4], for the unpolluted open Black Sea surface waters is 2 mg/l.

Both for the surface and the bottom layers, the maximum DOM concentration (2.62—3.36 mg/l) existed in the areas, close to the main pollution sources for the Kerch Strait. They are the western part of the



transitional segment of «the Sea of Azov — the Kerch Strait» region, where the economic-household sewages' collector of Kerch is located; the coastal zone along the Chushka spit, and, practically, the whole Kerch seaside of the strait with all its ports and enterprises, which waters have the high TSM content (fig. 5).

The significant concentration of the considered parameters near the bottom layer was also marked in the south-western part of the examined area, in the open waters on the Maliy Cape beam, where the platform of the raid cargo transshipment is located (fig. 5d).

Industrial and household sewages of these objects of economical activity are the reasons of organic pollution of the investigated water areas (fig. 5c, d).

The fact of the revealed Kerch Strait water pollution by the sewages on the quantitative level is confirmed enough by the close-fitting inverse correlation relationship between salinity and the DOM content. In waters, close to the marked sources of pollution, the corresponding factor of correlation ranges from -0.60 to -0.76.

#### **The region around the Tuzla Island**

In conditions of the calm wind weather the differently directed, mainly weak currents, with the speeds of 5—15 sm/sec dominated around the Tuzla Island. In the gully (near the eastern extremity of the island) in the upper layer of the waters the stream of a southward direction was recorded, which velocity reached 32 sm/sec. In the bottom layer the compensational, oriented inside the Tamanskiy Bay, current of the speeds about 10 sm/sec was marked (fig. 2).

We have to note that observing the current in the strait between the eastern extremity of the Tuzla Island and the dam was short and does not reflect adequately the kinematical structure of the flows. The southwardly directed vector of the current in the upper layer is probably an accident, or the corresponding coastal stream was narrow.

According to the results of thermo-salinity and the TSM field structure analysis, an integral transport in the gully was directed from the south to the north. The Black Sea waters entered the Tamanskiy Bay, which is characterized by the higher temperature, salinity and comparatively low TSM content (fig. 6 a—f).

During the expedition, in the region of gully, the local maximums of the DOM concentrations of 2.85 mg/l in the surface and 2.55—2.61 mg/l beside the bottom, which exceeds the natural rate of this parameter, were marked for the first time (fig. 6 g, h). Earlier the homogeneity and the lower DOM content, less than 2 mg/l, was typical for the area of waters around the island.

After the dam construction, the area of waters close to it is notable for its intensive dynamics of waters, active sedimentation processes and forming of the bottom relief effect. During the last several years to the north from the gully, the chain of the shoals appeared, some of them even emerged from the water surface.

According to the measurements, which had been conducted by us in this area earlier, the topographical eddy structures, which intensify at the period of the firm meridional winds of the northern and the southern quarter activity, help the TSM accumulation here. It is possible that the dissolved organic material (DOM) comes into the considered area from the remote sources with the advective currents, where it accumulates and the area itself changes into the source of the organic pollution.

On the whole, what can also be seen from fig. 5, 6, the area of waters around the Tuzla Island is characterized by the minimum content, on the general background, of the TSM and DOM in the waters and, considering these parameters, is the most ecologically clean region in general.

There are a number of actual problems nowadays, concerning the sea geology and ecology of the strait, which nowadays are not being solved completely enough. These problems concern the navigable channels' sediment accumulation, their ecological role and value, the lithodynamic processes in the region of the Tuzla Island location, the navigation influences on the Kerch Strait ecosystem, etc. In this connection it seems to be important to offer the following points in addition to existing program of the sea studies of the strait areas:

- an obligatory set of information on the main channel and on the navigable ones;
- the instrumental flexing and the tests' selection in the wake trace of large capacity vessels;
- the station scheme around the Tuzla island has to be more detailed, including the surrounding water area, and of the similar discontinuity, as the area of eastern extremity of this island is shown on fig. 1 d;

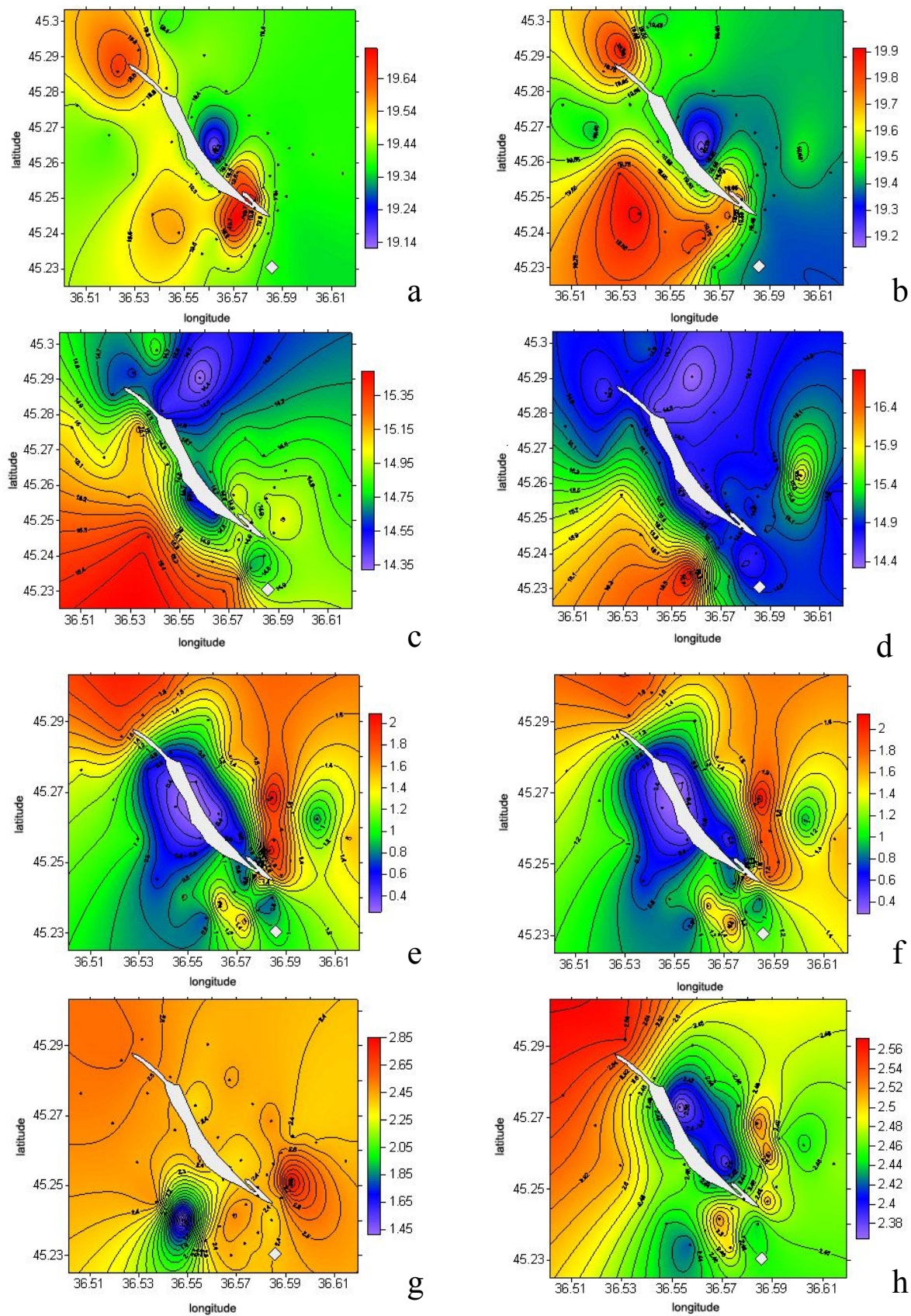


Fig. 6 The temperature, °C (a, b); salinity, PSU (c, d); TSM, mg/l (e, f); and DOM, mg/l (g, h) distribution in the upper and bottom layers in the Tuzla Island region waters on the 29 of September, 2011

- expeditions to the Kerch Strait are reasonable to be planned in such a manner, that their realization will always come to the same natural meteorological period;
- expeditionary studies have to cover the whole area of the strait waters.

## CONCLUSIONS

On the base of instrumental observations' data analysis, carried out in September, 2011 within the framework of the Ukrainian-Russian expedition, the regularities of water dynamics with the temperature, salinity, TSM and DOM concentrations' flow structure in the Kerch Strait in conditions of dominated weak wind weather are revealed.

The current system in the strait was determined by the wind. In the southern part of the strait in the initial period of the experiment under the stable (dominant, constant) cool northern wind conditions the sleeve effect was marked. The sleeve of the lower salinity surface waters being considerably cooled at the beginning of autumn in the middle layers and near the bottom layer was compensated by the higher salinity of the warm Black Sea waters. As a result, in the southern part of the strait the stable-density stratification with positive vertical gradient of the temperature beside the bottom appeared. The next day the current system was characterized by the low intensity in conditions of weak-wind weather.

The maximum concentration of the TSM of anthropogenic origin was discovered in the region of the port Caucasus, Bely Cape, where the oil quay is located, in the region of the Kamysh-Burun Bay, where the ports of iron-ore combine and the plant «Zaliv» are located.

The local maximums of the DOM of artificial nature were found in the waters, close to the main sources of the pollution of the Kerch Strait. They are the western part of the transitional segment of «the Sea of Azov — the Kerch Strait» region, where the economic-household sewages' collector of Kerch is located; the coastal zone along the Chushka spit, and, practically, the whole Kerch seaside of the strait with all its ports and enterprises. The high concentration of this parameter of the environment is also marked for the open areas of water in the south-western part of the strait, on the Maliy Cape beam, where the platform of raid cargo transshipment is located.

For the first time, in the region of the Tuzla Island, to the north of the gully, the local maximums of the DOM concentrations, which exceed the natural rate of this parameter, were marked. The DOM may get into the gully area from the remote sources with the advective currents accumulating there, thus the area becomes the organic pollution source itself.

In the waters, close to the main object of economic activity, the inverse correlation dependency between salinity and DOM content with the coefficient/index from -0.60 to -0.76 is revealed. That means that DOM of artificial origin is transported into the strait waters with the numerous freshwater sewers, including the economic-household and the industrial ones.

## REFERENCES

1. *Alnman, E. N.* The Kerch Strait waters' dynamics / E. N. Alnman // Hydrometeorology and hydrology of the Soviet Union Seas / The Black Sea : The project «the Soviet Union Seas». — St. Petersburg: Hydrometeorological publishing, 1991. — Vol. 4. — Pp. 291—328.
2. [www.caningheartsofpeedee.com](http://www.caningheartsofpeedee.com)
3. <http://www.ecodevice.narod.ru/turbidimeter/turbidimeter.htm>
4. *Haylov, K. M.* Ecological metabolism in the sea / K. M. Haylov. — Kiev: The Science Thought, 1971. — 250 p.
5. *Ivanov, V. A.* The research undertaking, mathematical modeling and the main hydrometeorological processes' forecasting in the Kerch Strait region. Report (the first stage) / V. A. Ivanov. — Sevastopol: MHI NAS of Ukraine — 225 p.
6. *Lomakin, P. D.* Natural and anthropological changes in the fields of the most important abiotical elements of ecological Kerch Strait complex during the last 20 years time / P. D. Lomakin, H. O. Spiridonova. — Sevastopol: Ecosi-Hydrophysics, 2010. — 118 p.

7. *Lomakin, P. D. Anthropological and natural TSM sources in the Kerch Strait waters / P. D. Lomakin, H. O. Spiridonova, A. I. Chepyzhenko, A. A. Chepyzhenko // Marine Ecological Magazine. — 2008. — Vol. 7, № 4. — Pp. 51—59.*
8. *The water dynamics' modeling for the Kerch Strait and before the strait zones / Edited by V. A. Ivanov. — Sevastopol: Ecosi-Hydrophysics, 2010. — 205 p.*

*Поступила в редакцию 04.02.2014 г.*

**Гидрофизические условия, поле общего взвешенного вещества и оценка биологического загрязнения вод Керченского пролива в сентябре 2011 года по материалам Украинско-Российской экспедиции. П. Д. Ломакин, Б. Г. Троценко, А. И. Чепыженко, А. А. Чепыженко.**

*На основе данных совместной комплексной Украинско-Российской экспедиции, выполненной сотрудниками Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону) и МГИ НАН Украины (г. Севастополь) в сентябре 2011 года, проанализирована циркуляция вод, поля основных гидрофизических элементов, общего взвешенного и растворенного органического веществ в Керченском проливе. Выявлены закономерности структуры рассмотренных полей в условиях маловетренной погоды. Выполнена оценка загрязнения акватории пролива растворенным органическим веществом искусственного происхождения.*

*Ключевые слова:* Керченский пролив, гидрофизические элементы, общее взвешенное вещество, растворенное органическое вещество, загрязнение

**Гідрофізичні умови, поле загальної зваженої речовини та оцінка біологічного забруднення вод Керченської протоки у вересні 2011 року за матеріалами Українсько-Російської експедиції. П. Д. Ломакін, Б. Г. Троценко, А. І. Чепиженко, А. О. Чепиженко.**

*На основі даних спільної комплексної Українсько-Російської експедиції, яка була проведена співробітниками Південного наукового центру РАН (м. Ростов-на-Дону) та Морського гідрофізичного інституту НАН України (м. Севастополь) у вересні 2011 року, проаналізовані циркуляція вод, поля основних гідрофізичних елементів, загальної зваженої та розчиненої органічної речовини у Керченській протоці. Виявлені закономірності структури розглянутих полів в умовах слабого вітру. Виконана оцінка забруднення акваторії протоки розчиненою органічною речовиною штучного походження.*

*Ключові слова:* Керченська протока, гідрофізичні елементи, загальна зважена речовина, розчинена органічна речовина, забруднення

**А. Т. Кочергин**, зав. сектором

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## **ПРОГНОЗ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНАХ МИРОВОГО ОКЕАНА НА 2015 ГОД**

*На основе рассчитанной зависимости гидрометеорологических характеристик от гелио- и геофизических параметров (солнечной активности и скорости вращения Земли) для некоторых промысловых районов Мирового океана (СЗА, ЦВА, ЮВА, ЗИХ) дается прогноз состояния экосистемы на 2015 год. Прогнозировались как атмосферные характеристики (приземные атмосферные: давление и его градиенты, воздушные переносы и их завихренность), так и гидрологические (площадь льдов, интенсивность апвеллинга, положение фронтов, температура поверхности океана) при корреляционной связи с достоверной вероятностью 95 и 99 %.*

*Ключевые слова:* прогноз, гидрометеорологические характеристики, корреляция, солнечная активность, атмосферное давление, ледовитость, апвеллинг, фронт

### **ВВЕДЕНИЕ**

Преыдущими исследованиями [4] было установлено, что межгодовая изменчивость атмосферной циркуляции и абиотических параметров морских экосистем в различных частях Мирового океана в значительной мере обусловлена действием гелио- и геофизических факторов. Эти факторы воздействуют на пространственно-временную динамику параметров основных барических центров действия атмосферы, фронтальных зон и гидрологической структуры океана. Исследования долгопериодной межгодовой изменчивости и корреляции рядов вышеперечисленных факторов и параметров позволили выйти на возможность прогноза состояния экосистем основных промысловых районов Мирового океана с заблаговременностью год и более. Предикторами для прогноза гидрометеорологических характеристик являются солнечная активность ( $W$ ) и скорость вращения Земли ( $\delta$ ), которые достаточно легко экстраполируются на несколько лет вперед.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Материалом для прогностических расчетов послужил массив океанографических данных, собранных в ЮгНИРО (Керчь, Украина) и NODC (Silver Springs, USA) за период 1950—2005 гг.

Методы, примененные при анализе имеющихся данных, — графический и корреляционный.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В данной статье прогноз параметров экосистемы на 2015 год осуществляется для промысловых районов Мирового океана, представляющих интерес для рыбодобывающего флота Украины, а именно СЗА, ЦВА, ЮВА, ЗИХ.

Прогноз реализуется по разработанной в ЮгНИРО методике прогнозирования гидрометеорологических характеристик с достоверной вероятностью 95, 99 % и гидрометкритерием более 0,8 по

надежно экстраполируемым на год и более гелио- и геофизическим параметрам — солнечной активности и скорости вращения Земли. Корреляционные расчеты, удовлетворяющие вышеотмеченным критериям доверия, показали нижеследующее.

В 2015 году в районе СЗА приземное атмосферное давление будет ниже нормы, т.е. основное влияние будут оказывать циклоны пояса низкого давления умеренных широт. Ледовитость (площадь льдов) в целом имеет тенденцию к увеличению в осенне-зимний период. Расчетная площадь льдов в наиболее ледовитый период (январь—март) выше нормы как в подрайоне Западная Гренландия (58 % площади акватории при норме 53 %), так и в подрайоне Лабрадор-Ньюфаундленд (36 % при норме 31 %). Ожидается аномально северное положение Полярного и Субполярного фронтов у южной границы подрайона Лабрадор-Ньюфаундленд. Такое положение этих фронтов будет благоприятно для повышенной фронтальности, концентрации планктона и продуктивности вод на южных склонах промысловых банок Большой Ньюфаундлендской и Флемиш-Кап. Температура поверхности океана (ТПО) в целом для всего района прогнозируется положительно аномальной — среднегодовые аномалии около  $1,05^{\circ}$ . В Западной Гренландии ТПО слабо отрицательна (аномалии минус  $0,91^{\circ}$ ), в подрайоне Лабрадор-Ньюфаундленд — положительна (плюс  $1,2^{\circ}$ ).

В районе ЦВА в 2015 году прогнозируются низкие приземные градиенты атмосферного давления и, соответственно, слабая интенсивность пассата и апвеллинга; аномально теплое состояние вод, динамично изменчивое положение Сахаро-Мавританского фронта (аномально северное — в августе и аномально южное — в марте) и экосистемы района в целом. Такая ситуация предопределяет преобладание теплолюбивых видов рыб, их подвижность и слабую концентрацию.

В 2015 году в районе ЮВА прогнозируется разнородность атмосферных полей — циклонического в зоне Анголы и антициклонического в зоне Намибии (соответственно, отрицательные и положительные аномалии приземного атмосферного давления), аномально теплые условия при усилении влияния относительно теплых тропических вод Ангольского течения и ослаблении относительно холодных вод Бенгельского течения, слабое развитие апвеллинга и высокая вероятность возникновения Бенгельского Эль-Ниньо. Такое развитие гидрометеорологических процессов отрицательно скажется на продуктивных и промысловых условиях в районе.

Район ЗИХ по гидрометеорологической ситуации в 2015 году будет характеризоваться атмосферными параметрами близкими к норме (приземные — атмосферное давление, зональный и меридиональный воздушные переносы) и ниже нормы (приземные — градиент атмосферного давления, завихренность воздушного потока). Субтропический и Субантарктический фронты будут располагаться в среднемноголетнем положении, первый около  $40^{\circ}$  ю.ш. и второй около  $45^{\circ}$  ю.ш., создавая благоприятные продуктивные условия в полосе между этими широтами. Ожидаются слабые вертикальные градиенты плотности поверхностного и подповерхностного слоев воды, тепловой фон близкий к норме и ниже нормы. Слабая завихренность приземных атмосферных потоков не будет способствовать развитию гидрологических вихрей, обуславливающих однородность вод и поступление планктона к вершинным поверхностям промысловых банок [2, 3, 5, 6], как компенсация этого — слабый вертикальный градиент плотности воды, что способствует концентрации кормовых организмов и формированию промысловых скоплений на поднятиях района [1, 7].

## **ВЫВОДЫ**

Осуществлен прогноз гидрометеорологических характеристик с доверительной вероятностью 95, 99 % и гидрометкритерием более 0,8 по надежно экстраполируемым на год и более гелио- и геофизическим параметрам — солнечной активности и скорости вращения Земли — для некоторых промысловых районов Мирового океана (СЗА, ЦВА, ЮВА, ЗИХ).

В целом в 2015 году атлантические промысловые районы (СЗА, ЦВА, ЮВА) будут характеризоваться: положительными аномалиями теплового фона (ТПО), динамично изменчивым положением фронтов (СЗА, ЦВА) и площадью льдов выше нормы (СЗА), апвеллинговые районы (ЦВА, ЮВА) — слабой интенсивностью апвеллинга.

В районе ЗИХ в 2015 году такие гидрометеорологические характеристики, как приземное атмосферное давление, зональный и меридиональный воздушные переносы, положение фронтов, тепло-

вой фон будут близки к норме. Вертикальные градиенты плотности поверхностного и подповерхностного слоев воды, завихренность приземных атмосферных потоков прогнозируются на уровне ниже среднемноголетних.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дарницкий В. Б. К вопросу о механике продуктивности открытых вод в районах подводных гор Тихого океана / В. Б. Дарницкий // XIV Тихоокеанский научный конгресс. Комитет 116. — М., 1979. — С. 106—107.
2. Дарницкий В. Б. Об изменчивости океанологических условий и вихреобразования в районе банки Уангеллелла / В. Б. Дарницкий, Д. К. Старицын // Исследования по биологии рыб и океанографии. — Владивосток, 1978. — Вып. 9. — С. 26—34.
3. Зырянов В. Н. Особенности морских течений в районах подводных хребтов и изолированных поднятий дна океанов. Вихри Тейлора / В. Н. Зырянов // Условия среды и биопродуктивность моря. — М., 1982. — С. 98—109.
4. Кочергин А. Т. Прогностические связи астрогеофизических, гидрометеорологических и промыслово-биологических параметров в районах Северо-Западной, Центрально-Восточной и Юго-Восточной Атлантики, Западно-Индийского и Мадагаскарского хребтов / А. Т. Кочергин // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане : труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2011. — Т. 49. — С. 220—226.
5. Ланин В. И. Океанографические предпосылки рыбопродуктивности глубоководных подводных гор субтропической зоны Индийского океана / В. И. Ланин // Биологические ресурсы талассобатиальной зоны Мирового океана : тез. док. Всесоюзного совещания по изучению рыб талассобатиали Мирового океана. — М., 1988. — С. 44—47.
6. Рябчикова Н. А. Завихренность геострофических течений в юго-западной части Индийского океана / А. Н. Рябчикова // Результаты океанографических исследований в пелагиали Индийского океана. — М., 1983. — С. 32—41.
7. Фомин Г. В. Формирование биологической продуктивности над подводными возвышенностями открытой Атлантики / Г. В. Фомин // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2000—2001 гг. / Атлантический и юго-восточная часть Тихого океанов : труды АтлантНИРО. — Калининград, 2002. — Т. 1. — С. 67—71.

*Поступила в редакцию 05.02.2014 г.*

**Прогноз гідрометеорологічних умов у деяких промислових районах Світового океану на 2015 рік. А. Т. Кочергін.** Спираючись на розраховану залежність гідрометеорологічних характеристик від геліо- і геофізичних параметрів (сонячної активності і швидкості обертання Землі) для деяких промислових районів Світового океану (ПЗА, ЦСА, ПСА, ЗІХ) дається прогноз стану екосистеми на 2015 рік. Прогнозувалися як атмосферні характеристики (приземні атмосферні: тиск та його градієнти, повітряні переноси та їхня завихреність), так і гідрологічні (площина льодів, інтенсивність апвелінгу, положення фронтів, температура поверхні океану) за умови кореляційного зв'язку з довірчою ймовірністю 95 % і 99 %.

*Ключові слова:* прогноз, гідрометеорологічні характеристики, кореляція, сонячна активність, атмосферний тиск, льодовитість, апвелінг, фронт

**Forecast of hydrometeorological conditions in some fishing areas of the World Ocean for 2015. A. T. Kochergin.** Based on the calculated correlation between hydrometeorological characteristics and helio- and geophysical parameters (solar activity and the Earth rotation velocity), forecast of the ecosystem state is given for some fishing areas of the World Ocean (North Western Atlantic, Central Eastern Atlantic, South Eastern Atlantic, West-Indian Ridge) for 2015. Both atmospheric characteristics (surface atmospheric ones: pressure and its gradients, atmospheric transfers and their vorticity) and hydrological ones (ice field sizes, upwelling intensity, front locations, ocean surface temperature) were forecast under correlation with confidence probability 95 % and 99 %.

*Keywords:* forecast, hydrometeorological characteristics, correlation, solar activity, atmospheric pressure, ice cover, upwelling, front

V. Shlyakhov, H. D., Ph. D. (B.)

*Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (YugNIRO)*

## **FISHERIES AND BIOLOGICAL INFORMATION AND THE STOCK ASSESSMENT OF TURBOT *PSETTA MAXIMA MAEOTICA* (PALLAS) IN UKRAINIAN WATERS OF THE BLACK SEA**

*Based on the research of YugNIRO, biological and fishing information is given, including estimates of the IUU catch of turbot in the Ukrainian sector of the Black Sea in 1997—2013. Catch, population parameters, natural mortality and length composition for the Eastern and Western Ukrainian waters separately were used for turbot stock assessment by the LCA and short-term forecasts for the North-Eastern and Western stocks. Status of the Western stock is rated as a transition from «fully exploited» to «overexploited».*

*Keywords: Psetta maxima maeotica, North-Eastern and Western stocks, Ukrainian waters of the Black Sea, trawl survey, landings, catch, IUU, natural and fishing mortality, stock assessment, LCA, referent points, short-term prediction, scientific advice*

### **STOCK UNITS AND BIOLOGICAL INFORMATION**

Back in the 1950—1960s it was estimated according to the data on tagging that the turbot in the Black Sea is presented by several local populations, which mix in adjacent areas [12, 16, 29]. The strongest one of them — «Western» (W-stock) — is distributed in the waters of Ukraine, Romania, and, possibly, Bulgaria, where it mixes partially with the local population. «North-Eastern» (NE-stock) population is distributed in the waters of the Russian Federation, Ukraine, and, partially, Georgia.

Some researchers consider that endemic population of turbot exists in Romanian, Bulgarian and Ukrainian waters, and the species status of this population is *Psetta maxima maeotica*, or *Psetta maeotica* [17, 20]. There are also other opinions on the issue of subdivision of these species on the smaller taxa. According to the research of CFRI (Trabzon, Turkey) based in the mtDNA-analyses of turbot, existence of one population is indicated for the Turkish waters, and it belongs to the species *Psetta maxima* [30].

According to the previous research belonging to the USSR period, W-stock and NE-stock of the Black Sea turbot are considered independent stock units, therefore, all primary fisheries and biological data in the scientific reports of YugNIRO were generalized for «West» and «East». The core of the W-stock is situated in the Ukrainian waters of the north-western part of the Black Sea, and that of the NE-stock of turbot — in the Russian waters. According to the data of the YugNIRO trawl surveys, the proportion of W-stock and NE-stock biomasses is about 38:1, and the share of the W-stock fish in the Ukrainian annual catch varies from 80 % to 95 %.

Recent analyses of the turbot research works published in the 1980s, 1990s and 2000s [3, 5, 6, 8, 9, 13, 15, 17—21, 26—28, 31—33] point at significant errors in the turbot stock assessment, which occur due to mechanical unification of fishery and biological data throughout the entire Black Sea region [23]. Understanding that it is necessary to separate assessment of independent units of the Black Sea turbot stock exists also in STECF EWG [22]. In practice, it does not seem to be possible to carry it out due to numerous knowledge



gaps, in the first place, concerning number and localization of stock units, and due to the absence of regional fisheries management and regulation.

The present assessment is based on the analysis of available information, obtained from data on the Western and the Eastern Ukrainian sectors of the Black Sea and assuming two respective stocks as representing a single unit.

According to the historical data, in the North-Western part of the Black Sea in the Tendrovska Spit area, turbot of the total length (TL) 106 cm was present in catches in 1954—1955 (about 100 cm SL); the maximum recorded length in the North-Eastern part was lower — of the standard length (SL) 85 cm [29].

In the Ukrainian waters, the Black Sea turbot matures and spawns for the first time at the age of 3—4 years. Significant differences in the length of the turbot first maturity for the East and West are not observed (Tables 1, 2). The data on the first maturity are present only for the entire Ukrainian sector (Table 3).

Table 1

Maximum size, size at first maturity and size at recruitment of the Black Sea turbot  
(NE-stock, East Ukrainian waters)

Somatic magnitude measured — SL, cm			Unit*			
Sex	Fem	Mal	Both	Unsexed	1	
Maximum size observed (historical)			85		Reproduction season	April-June
Size at first maturity			34		Reproduction areas**	Black Sea, Cape Takil—Cape Sarych
Recruitment size			35		Nursery areas**	Black Sea, Cape Takil—Cape Sarych

\* NE-stock; \*\*Main part of areas in Ukrainian waters.

Table 2

Maximum size (historical), size at first maturity and size at recruitment  
of the Black Sea turbot (Ukrainian waters)

Somatic magnitude measured — SL, cm				Unit*	
Sex	Fem	Mal	Both	<i>W-stock</i>	
Maximum size observed			100.0	Reproduction season	April-June
Size at first maturity			36	Reproduction areas**	NW Black Sea
Recruitment size			35	Nursery areas**	NW Black Sea

\* NE-stock; \*\*Main part of areas in Ukrainian waters.

Table 3

Maturity ogive of the Black Sea turbot  
(Ukrainian waters)

Year	Age						
	1	2	3	4	5	...	11
2008	0	0	0.36	0.58	1.00	...	1.00
2009	0	0	0.24	0.46	1.00	...	1.00
2010	0	0	0.25	0.80	1.00	...	1.00
2012	0	0	0.33	0.67	1.00	...	1.00

The growth parameters for turbot in the East and West of the Ukrainian waters of the Black Sea have significant differences (Table 4). We estimated the natural mortality of the Black Sea turbot with the use of J. Caddy method [6]. This method allowed to calculate natural mortality rates of the turbot males  $M_{\text{♂}}=0.135$  and females  $M_{\text{♀}}=0.102$  [8]. As far as the used data belonged mainly to the Eastern part of the Black Sea, we assumed the average value  $M=0.110$  for the NE-

stock. For the W-stock, we used natural mortality estimated by EWG STECF 13-12 by ProdBiom ver.2009 [1, 2] using different sets of parameters in VBGF estimated for the historical and modern parts of the time series [22].

Growth and length (FL, cm) weight model parameters of the Black Sea turbot  
(stock units in Ukrainian waters: 1 — NE-stock, 2 — W-stock)

		Unit	Sex			
			female	male	both	unsexed
Growth model	$L_{\infty}$	1			74.0	
		2			81.4	
	$K$	1			0.136	
		2			0.188	
	$t_0$	1			-1.73	
Data source			[25]			
Length-weight relationship	$a$	1			0.00216	
		2			0.00144	
	$b$	1			2.48	
		2			1.94	
	$M$	1			0.11	
	2			0.114 ÷ 0.135		
	sex ratio (% females/total)		55.0 ÷ 60.0 %			

## FISHERIES INFORMATION

In Ukraine, fisheries activities data are collected by the Basin fisheries inspections under the aegis of the State Agency of Fisheries of Ukraine. Ukrainian classification of fishing vessels differs significantly from the International Classification of ships. Statistics (official) for most components of fishing effort (number of fishing days by fishing gear, number of trips to fish, catch per unit effort, etc.) is either missing or incomplete, or strongly distorted.

The following types of gears are used for harvesting of turbot in the Black Sea: gillnets (target fishery and by-catch), trawls (by-catch), hook gears (by-catch). Small-size vessels, i.e. vessels without stationary engine

or with a low-power engine, are not a part of the Classification Association. They are used for operations with fixed and passive fishing gear. That is, they usually work in the narrow coastal zone, which is not available or not easily accessible for the other two categories of fishing vessels.

Small-tonnage and medium-tonnage vessels are included in the Classification Association. Small-tonnage vessels are multipurpose ones: they are used for the installation of active fishing gears (trawl, purse seine) and passive fishing gears (gillnets, longline).

The statistics of the Ukrainian official landings of the Black Sea turbot by fishing gears for 2011—2012 and our expert official statistics of landings for the East and the West separately is given in Tables 5, 6. The official data only marginally reflect the real turbot catch in the Ukrainian waters due to large-scale IUU-fishery.

Table 5  
Ukrainian landings and expert assessment of the turbot catch  
by the areas in 1997—2013, tons

Year	Official landing			Catch (Official landing + IUU)		
	Ukraine West	Ukraine East	Total Ukraine	Ukraine West	Ukraine East	Total Ukraine
1997	40	2	42	740	102	842
1998	40	2	42	740	102	842
1999	69	4	73	769	104	873
2000	76	4	80	776	104	880
2001	123	6	129	823	106	929
2002	99	5	104	799	105	904
2003	118	6	124	818	106	924
2004	126	7	133	826	107	933
2005	123	6	129	823	106	929
2006	154	8	162	854	108	962
2007	205	11	216	905	111	1016
2008	239	12	251	939	112	1051
2009	247	16	263	947	116	1063
2010	166	41	207	866	141	1007
2011	211	25	236	911	125	1036
2012	223	18	241	923	118	1041
2013*	176	12	188	876	112	988

\* Preliminary data

Ukrainian turbot landings by fishing gears in 1997—2003, tons

Year	Fishing gears				Total officially
	Turbot gillnets	Long lines	Bottom nets for dogfish	Trawls	
2011	200.8	23.6	—	11.8	236.2
2012	216.8	18.8	0.5	4.8	240.9

information on poaching of Turkish and Ukrainian fishing vessels. The minimum level of 200 tons includes assessing by-catch turbot in trawls plus confiscated fish. The maximum level of 800 tons was obtained with correction for probable scale of poaching: number of Turkish vessels fishing in the waters of Ukraine, but not detained, our estimates of illegal turbot gillnets in the closed season and other information. For 2005, the illegal turbot catch in the Ukrainian water of the Black Sea was assessed by us as 809 tons [23], which is in accordance with the maximum level of expert assessments of unregistered catch for the period of 1992—2002.

Based on the aforementioned assessments, the assumption is made that annual IUU turbot catch in 1997—2013 was 800 tons in the water of Ukraine, which includes about 100 tons in the Eastern part of the Ukrainian waters, and 700 tons in the Western one.

Fishing efforts and CPUE for the turbot fishing with gillnets in the Ukrainian sector of the Black Sea in 1997—2013

Year	Turbot gillnets		CPUE
	permitted number	number engaged in harvesting	kg/1 gillnet
1997	1500	NA	—
1998	2000	1792	18.8
1999	2000	NA	—
2000	2000	1937	33.0
2001	5000	4728	21.8
2002	5000	3006	27.8
2003	5000	3913	25.3
2004	8500	3840	27.7
2005	8500	8097	12.7
2006	8500	7044	18.4
2007	8500	NA	—
2008	8500	NA	—
2009	6800	NA	—
2010	7700	NA	—
2011	7700	NA	—
2012	7700	6419	30.0
2013	7700	NA	—

can be regulated by the rules of commercial fishing («The Rules of Special Commercial Fishing in the Black Sea Basin», art. 31). Regarding turbot fishery, measures for fishing effort regulation have been in force for the Black Sea since 2012 («The Regime of Fishing in the Black Sea Basin in 2012», par. 13): the number of the turbot gill nets is limited to 7700 units. The minimum number of nets per a brigade (a team of fishermen) is: for the fishing vessels that are not subjected to the control of the Classification Society — 20 units; for the vessels that are subjected to the control of the Classification Society — 100 units.

Commercial fishing is forbidden, if by-catch of fish or other aquatic organisms smaller than specified length exceeds the established norms. For these purposes, the following minimal size of turbot is established in the Black Sea (SL, cm): 35.

Table 6

In the publication of V. Shlyakhov and I. Charova [26], the expert assessment of unreported annual catch turbot in the Ukrainian sector of the Black Sea is presented as being in the amount of 200—800 tons for 1992—2002. It was obtained from analysis of data on by-catch of turbot in sprat trawl fisheries and available

Table 7

All primary information on the commercial use of marine living resources in Ukraine (in the form of fishers' reports) is received and recorded in the Basin (or Regional) Fisheries Inspections. The organized (on a scale of all Ukraine marine waters) data on fishing efforts and CPUE are absent for the Black Sea turbot catches. Our special research, exercised in 2006 [24], indicated that the statistics (official) for most components of fishing effort (number of days fishing by fishing gear, number of trips to fish, catch per unit effort, etc.) is either missing or incomplete, or strongly distorted. Since 2006, the situation with fishing effort information has got worse, and now only the data on permitted number of turbot nets are available.

The data on turbot fishing efforts and CPUE, based on official statistics (table 7), are hardly useful for stock assessment, because they are based neither on the real catch, nor the real number of fishing gears used.

The legislation of Ukraine provides for the possibility of fishing effort regulation. Types, sizes and number of fishing vessels and fishing gears

## REFERENCE POINTS, TAC

In Table 8 references points adopted in Ukraine are given, as well as an estimated STECF.

Table 8

List of reference points of the Black Sea turbot (NE-stock, West Ukrainian waters)

Criterion	Current value	Units*	Reference Point	Trend**	Comments
<i>B</i>	492	1		Slightly positive ( $R^2=0.030$ )	YugNIRO
SSB	308	1		Slightly negative ( $R^2=0.374$ )	YugNIRO
<i>F</i>	0.440	1		Positive ( $R^2=0.758$ )	YugNIRO
<i>Y</i>	124	1			YugNIRO
CPUE		1			YugNIRO
$F_{spa}$		1-2	0.072		YugNIRO
$F_{0,1 Ukr}$		1-2	0.144		YugNIRO
$F_{max Ukr}$		1-2	0.200		YugNIRO
$F_{0,1}$		All BS	0.176		STECF EWG 13-12
$F_{max catch}$		All BS	0.206		STECF EWG 13-12
$F_{MSY}$		All BS	0.310		STECF EWG 13-12
$F_{lim5}$		All BS	0.370		STECF EWG 13-12
$F_{lim10}$		All BS	0.400		STECF EWG 13-12

\*1 — NE-stock; 2 — W-stock. \*\* — For the period 1997—2013.

The reference points used for turbot in the Ukrainian sector of the Black Sea are:

$F_{0,1 Ukr} = 0.144$  (Tables 8, 9) for target exploitations level;

$F_{spa}$  — recommended fishing mortality level («spare»), at which stock recovery is provided.

TAC in year *i* is assessed as follows:

1. The predicted for year *i* SSB<sub>*i*</sub> is assessed;
2. The recommended value of TAC<sub>*i*</sub> for year *i* is assessed as

$$Y_{TACi} = Y_{b-c} + B \cdot F_{spa} \cdot [1 - e^{-(M + F_{spa})}] / (M + F_{spa})$$

Table 9

List of reference points of the Black Sea turbot (W-stock, West Ukrainian waters)

Criterion	Current value	Units*	Reference Point	Trend**	Comments
<i>B</i>	3180	2		Slightly positive ( $R^2=0.432$ )	YugNIRO
SSB	2019	2		Negative ( $R^2=0.702$ )	YugNIRO
<i>F</i>	0.549	2		Slightly positive ( $R^2=0.844$ )	YugNIRO
<i>Y</i>	894	21			YugNIRO
CPUE		2			YugNIRO
$F_{spa}$		1-2	0.072		YugNIRO
$F_{0,1 Ukr}$		1-2	0.144		YugNIRO
$F_{max Ukr}$		1-2	0.200		YugNIRO
$F_{0,1}$		All BS	0.176		STECF EWG 12-13
$F_{max catch}$		All BS	0.206		STECF EWG 12-13
$F_{MSY}$		All BS	0.310		STECF EWG 12-13
$F_{lim5}$		All BS	0.370		STECF EWG 12-13
$F_{lim10}$		All BS	0.400		STECF EWG 12-13

\* 1 — NE-stock; 2 — W-stock. \*\* — For the period 1997—2013.

where  $Y_{b-c}$  is expected by-catch of turbot in year  $i$  reserving for fishing of sprat with midwater trawls («The Rules of Special Commercial Fishing in the Black Sea Basin», par. 15).

## TRAWL SURVEYS

Conventionally, the trawl surveys are used in the Ukrainian waters of the Black Sea for the stock assessment of turbot and other bottom-living fish species. However, for the last 5 years, YugNIRO has not used trawl surveys or other methods, independent from fishing.

The eight trawl surveys of the Black Sea turbot were exercised in the Ukrainian waters during the period 1995—2003. The chart of stations in surveys, their main indicators and results are given in Tables 10, 11 and Figures 1, 2.

Table 10

Trawl surveys of turbot in Ukrainian sector of the Black Sea in 1998—2007 — data (area survey —  $S$ ; average weight ind. —  $Wav$ ) abundance and biomass results (abundance  $N$  and biomass  $B$  in survey areas)

Survey indicators	1998, IX	2001, VI-VII	2002, VI-VII	2003, IX	2004, IX-X	2005, IX-X	2006, VI	2007, II-III
Trawl	OTB	OTB	OTB	OTB	OTB	OTB	OTB	OTM
Catchability coefficient $q$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10
Western stock								
$S \times 10^{-3}$ , km <sup>2</sup>	18.89	17.30	17.30	17.30	13.70	17.30	17.30	17.30
$Wav$ , kg	3.7	4.1	3.8	3.9	3.5	4.4	3.1	3.3
$N \times 10^{-3}$	316.2	197.0	267.2	352.9	353.5	297.5	431.0	394.0
SSB, tons	1156	811	1023	1371	1225	1302	1323	1313
SSB/ $q$ , tons	7710	5408	6820	9137	8168	8679	8819	8752
$B$ , tons	1156	811	1023	1371	1225	1302	1323	1313
$B/q$ , tons	7710	5408	6820	9137	8168	8679	8819	8752
CPUA, $q \times \text{ind. km}^{-2}$	16.7	11.4	15.4	20.4	25.8	17.2	24.9	34.2
CPUA, ind.km <sup>-2</sup>	111.6	75.9	103.0	136.0	172.0	114.7	166.1	227.8
CPUE, $q \times \text{kg. km}^{-2}$	61.2	46.9	59.1	79.2	89.4	75.3	76.5	97.7
CPUE, kg.km <sup>-2</sup>	408.1	312.6	394.2	528.2	596.2	501.7	509.8	651.2
North-Eastern stock								
$S \times 10^{-3}$ , km <sup>2</sup>	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	-
$Wav$ , kg	3.6	4.0	3.7	3.8	3.0	3.1	3.1	-
$N \times 10^{-3}$	21,9	9,1	8,1	15,6	25,8	6,3	4,9	-
SSB, tons	77	33	26	56	64	15	12	-
SSB/ $q$ , tons	513	217	171	376	431	99	82	-
$B$ , tons	80	37	30	59	78	19	15	-
$B/q$ , tons	533	243	197	395	522	128	101	-
CPUA, $q \times \text{ind. km}^{-2}$	6.4	2.7	2.4	4.6	7.6	1.8	1.4	-
CPUA, ind.km <sup>-2</sup>	43.0	17.9	15.8	30.5	50.6	12.3	9.6	-
CPUE, $q \times \text{kg. km}^{-2}$	23.5	10.7	8.7	17.4	23.0	5.7	4.4	-
CPUE, kg.km <sup>-2</sup>	156.7	71.6	57.9	116.3	153.5	37.8	29.6	-

Table 11

Number of hauls per stratum/survey in Ukrainian sector of the Black Sea in 1998—2007

Year	Stratum (m)			Total
	20—50	50—80	80—100	
1998	26	41		67
2001	28	42		70
2002	28	42		70
2003	30	30	—	60
2004	20	28	—	48
2005	29	30	—	59
2006	28	42		70
2007	20	28	—	48

YugNIRO surveys of demersal fishes were conducted in the former USSR shelf waters of the Black Sea (before 1993) and exclusively in Ukrainian waters (1993—2008). In some sub-areas North-Western, Crimean, North-Eastern, North-Caucasian, Georgian sites were allocated. As a rule, we used 24.6 meter bottom trawls. In some surveys, midwater trawls 52/264 m were used. Trawls speed was usually 2.8—3.2 knots. Mesh size in the codend was 6.5—8 mm.

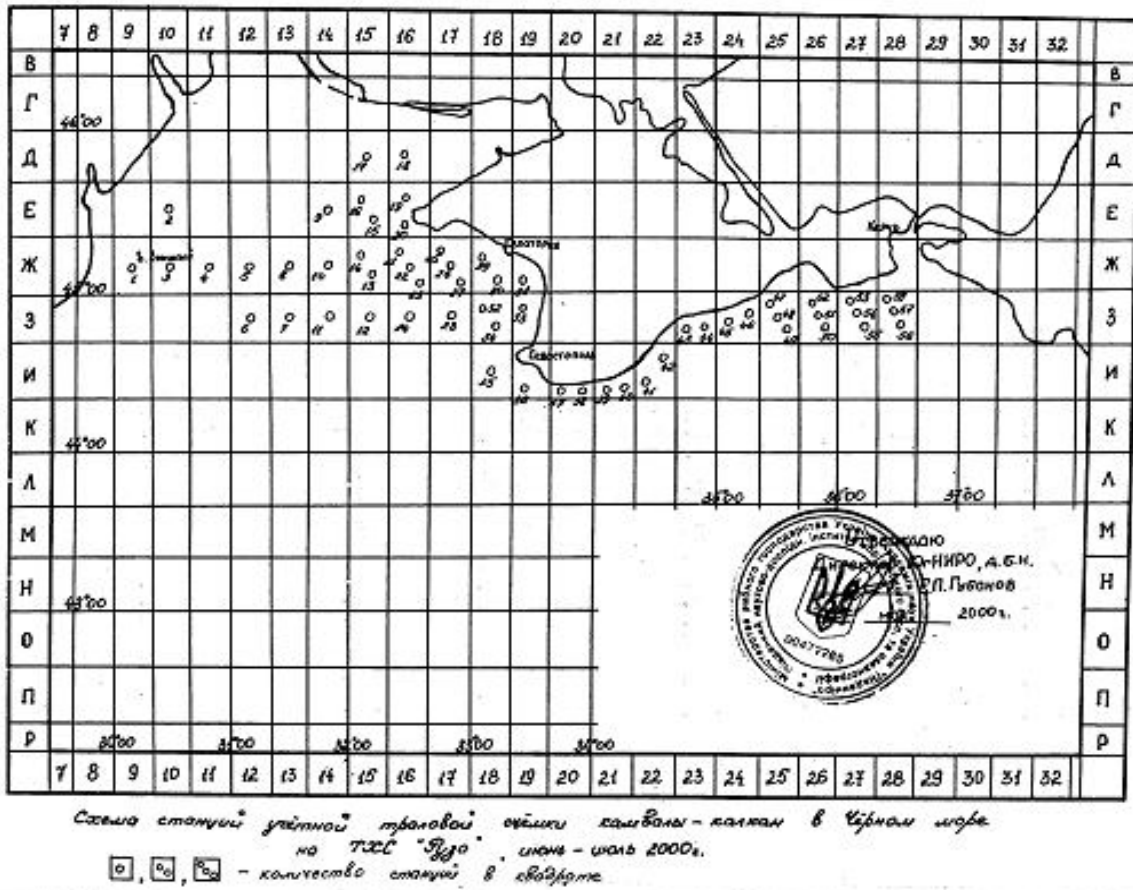


Fig. 1 The chart of turbot trawl survey in the Ukrainian sector of the Black Sea

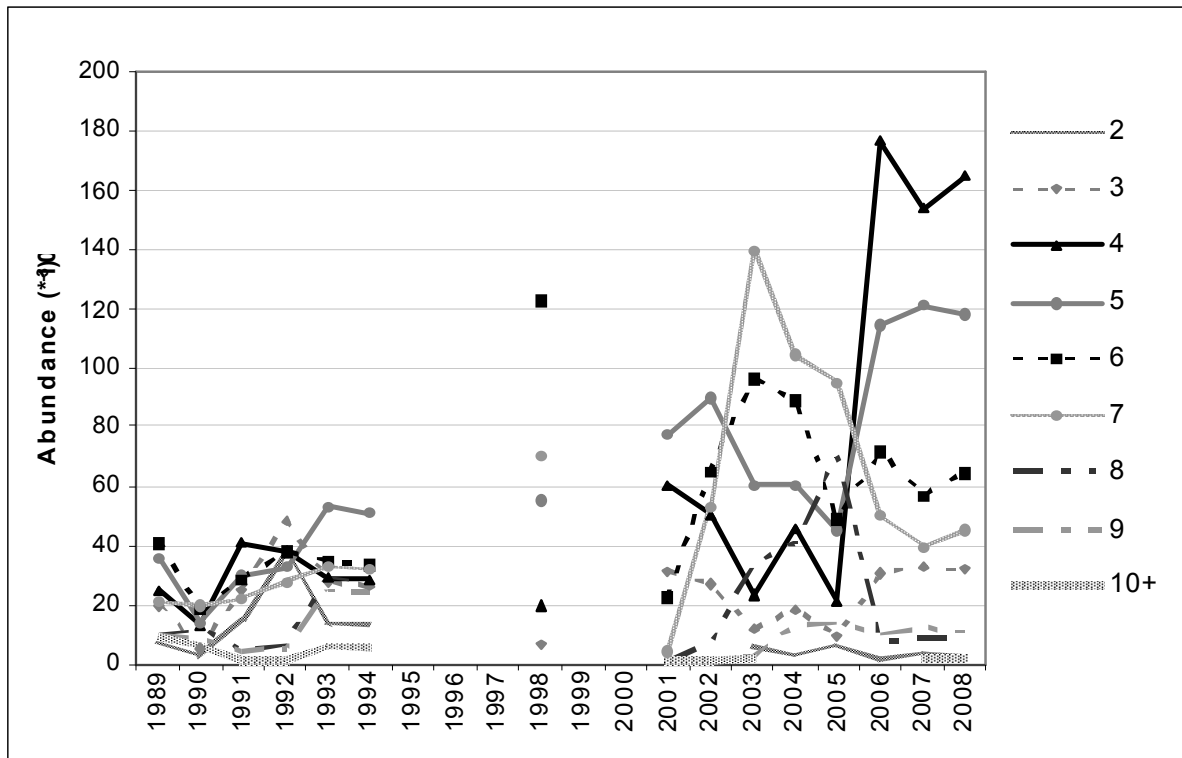


Fig. 2 Turbot in the Ukrainian sector of the Black Sea — trends in the survey CPUE series at age

The stock abundance ( $N$  or  $B$ ) is calculated according to a common formula [14]:

$$N \cdot (B) = x \cdot S / s \cdot q,$$

where  $x$  is the mean catch at a given station,

$S$  is the area of the survey,

$s$  is the area covered by the given gear,

$q$  is the catchability coefficient.

The trawling area is calculated with the following formula:

$$s = v \cdot t \cdot l,$$

where  $v$  is the trawling velocity, m/min;

$t$  is the trawling time, min;

$l$  is the length of the trawl horizontal opening, m.

The catchability coefficients  $q$  were estimated through direct and indirect counts. For the Black Sea turbot the value  $q$  is accepted as 0.15 for bottom trawls and 0.10 for midwater trawls.

Traditionally, the mean catch at a given station is calculated as the arithmetic mean of catches taken at all the surveyed stations:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

where  $x_i$  is the catch at a station and  $n$  is the number of the surveyed stations.

The accuracy of turbot stock assessments is estimated by standard algorithms [10]. For example, for 2007 the following results were obtained after turbot stock assessments in Ukrainian waters:

*Permanent information*

Area of 1 haul, km<sup>2</sup>: .200

Catchability coefficient: .100

**Area of layers / number of hauls in the layer**

$S_1$  10000.00 km<sup>2</sup> / 28

$S_2$  7300.00 km<sup>2</sup> / 20

**Abundance Index (Biomass Index) according to trawl surveys**

SPECIES: Black Sea turbot (Western part of the Black Sea, Ukraine. Demersal fishes survey, February—March 2007)

*Group 1*

Number of layers: 2

Number of hauls: 48

Area/  $S$  1 haul per group: .8650000E+05

Biomass Index, kg: .1302362E+03

Index variance: .2263456E+02

Standard deviation: .1728363E+02

Variation coefficient: .150696E+00

Confidence Interval of Biomass Index, Lower limit: .9919848E+02

Confidence Interval of Biomass Index, Upper limit: .1697622E+03

Stock assessment in weight, kg: .8580669E+07 .11265430E+08 .14684429E+08

Stock assessment in numbers: .300135E+07 .3940400E+07 .487964E+07

The exploration analysis of the Ukrainian turbot trawl surveys data was performed by EWG STECF 13-12 and the data were assessed as appropriate for stock assessment purposes [22].

STECF EWG 13-12 considered to use both series for tuning the SAM model, obtained from Ukrainian fishery-independent surveys (East and West Ukrainian waters), for ages selected from the data exploration analysis covering the period 1989—2007. The exploration analysis selected the ages 4—10 from the Ukrainian West, 2—10 from the Ukrainian East (Fig. 3).

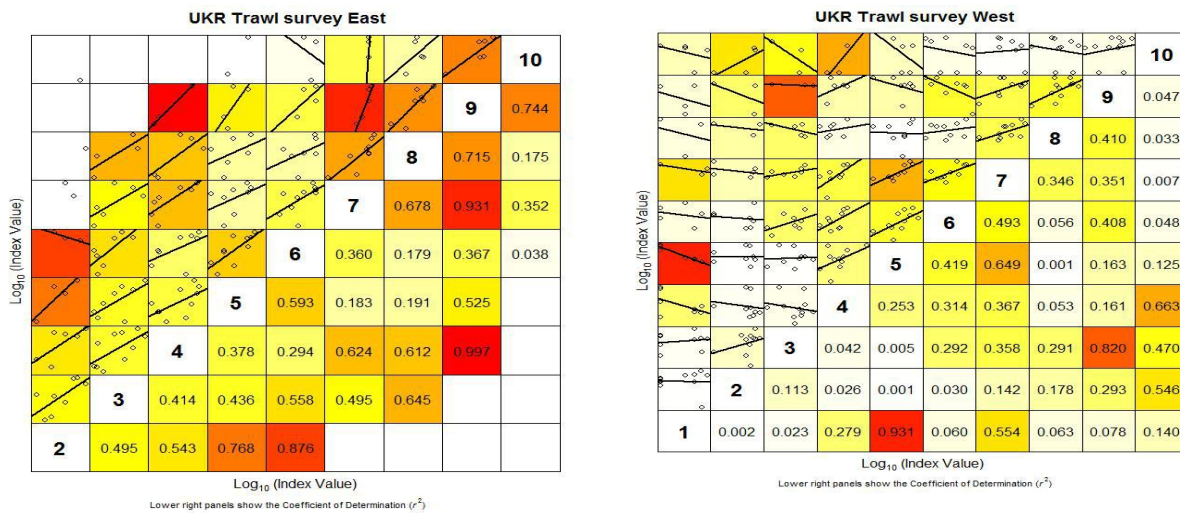


Fig. 3 Fitted linear relationships of cohort trends (i.e. internal consistency) within two Ukrainian tuning series used in the SAM model [22]

## STOCK ASSESSMENT

After termination of turbot trawl surveys in the Ukrainian waters of the Black Sea, the grave problem of assessment of the stocks of this fish species appeared. At the present moment, it is not possible to assess the turbot stock appropriately by the methods, based on the analysis of fishing statistics:

- Ukrainian official statistics of landings reflects only the small (and unknown to us) part of catch;
- the data on fishing efforts and CPUE are almost absent;
- systematic IUU fishing assessments are not exercised, and they are absent for 2006—2013;
- the information on length and age composition of IUU catches is almost absent;
- the information on the amount of turbot by-catch during the fishing of other fish species is almost absent, as well as the information on the length and age composition of by-catch;
- possibilities for otolith collections for age determination decreased significantly after termination of turbot trawl surveys.

The list of problems, fundamentally influencing the appropriateness of indirect methods of turbot stock assessment in the Ukrainian sector of the Black Sea, can be continued. However, we were forced to start their use from 2012, having chosen LCA (the Length Cohort Analysis), Jones method [11].

Our choice of method is determined by the possibility of involving relatively large volume of multi-annual data on the length composition of Ukrainian turbot catches. Primary data on the age composition of Ukrainian landings are miniscule in some years. For example, the otoliths for age determination were taken in 2010 only from 8 (!) turbot individuals, and for the age composition assessment, the keys of 2009 were used.

At the cohort analysis of Jones, the tuning procedure is not required. At the same time, there is a possibility to use LCA for separate assessment of stock units exploited in the waters of Ukraine.

The sequence of calculations (according to [4]) is the following:

1. For each interval  $i$  (of the length group) the coefficients  $X_i$  are calculated

$$X_i = [(L_\infty - L_i) / (L_\infty - L_{i+1})]^{M/2K}.$$

2. The initial number of the eldest length group  $n$  is estimated

$$N_n = C_n / (F / Z)_n.$$

In our case, number of the last length group was calculated as  $2 \cdot C_n$ , where  $n$  is an index of the eldest length group.

3. Consequently, the values of the initial numbers of all the other length groups  $n$  from the eldest to the youngest are assessed

$$N_{n-1} = (N_n \cdot X_{n-1} + C_{n-1}) \cdot X_{n-1};$$



$$N_{n-2} = (N_{n-1} \cdot X_{n-2} + C_{n-2}) \cdot X_{n-2} \text{ etc.}$$

4. The values  $(Z_{\Delta t})_i$ , correlating with the value of the total mortality coefficient during the time period when a specimen grows from the upper to the low bound of the size range  $\Delta L_i$ , are estimated:

$$(Z_{\Delta t})_i = -\ln(N_{i+1} / N_i).$$

5. The percentage of fishing mortality in the total mortality for the intervals during the period  $\Delta L_i$  to the total specimens' number, lost for the same period, is estimated

$$(F / Z)_i = C_i / (N_i - N_{i+1}).$$

6. The values  $(F\Delta t)_i$ , correlating with the value of the fishing mortality coefficient during the time period when turbot specimen grows from the upper to the low bound of the size range  $\Delta L_i$ , are estimated

$$(F_{\Delta t})_i = (F / Z)_i \cdot (Z_{\Delta t})_i.$$

7. The coefficients of total mortality  $Z_i$  for the size groups are estimated

$$Z_i = M / [1 - (F / Z)_i].$$

8. The coefficients of fishing mortality  $F_i$  for the length groups are estimated

$$F_i = Z_i - M.$$

9. The average numbers  $\bar{N}$  of the length groups at sea are estimated

$$\bar{N} = (N - N_{i+1}) / Z_i.$$

The sum of the calculated values  $N_i$  is an initial stock for the chosen time period, estimated in specimens. For transiting to the stock weight indices, the specimens' average mass according to the age groups is used.

The advantage of the Length Cohort Analysis method, in comparison with the analysis of the age cohorts, is the fact that length composition of the catches is determined with less calculating errors than the age composition. As far as the calculations are relatively simple, they were exercised by the means of electronic spreadsheets EXCEL.

The SAM method (the State-space Assessment Model), that handles the catch structured according to age (official landings of all Black Sea countries plus IUU catch), was used by EWG STECF 12-13 for the stock assessment of turbot in the Black Sea. When using these methods, two assumptions were made, that are, in our opinion, questionable:

1. To prepare the stock assessment for turbot, the EWG assumed that all turbot in the Black Sea is a part of a single stock.

2. For the assessment, it was assumed that the IUU catches of turbot during 2002—2010 were a proportion of the Turkish catch during 1993—2001 and 2009—2010, and these amounts were then added to the officially reported catch. The IUU catch during 2012 was estimated based on the average proportion during 2002—2009.

The first assumption contradicts the results of the major part of the research (see the above section «*Stock units and biological information*»), and the second one is only speculative, and it is not based on any practical IUU fishing assessment. Therefore the stock assessments and EWG STECF 12-13 recommendations concerning turbot cannot be equally applied to all Black Sea countries.

The fundamental assumptions in turbot stock assessments in the Ukrainian waters of the Black Sea according to LCA are the following:

1. It was assumed that the two stocks are exploited in Ukrainian water: «North-Eastern» (NE-stock) and «Western» (W-stock). The border between them is drawn through the Chersonese Cape.

2. It was assumed that annual IUU turbot catch was 800 tons in the Ukrainian waters in 1997—2013, including 100 tons in the eastern part of Ukrainian waters and 700 tons in the western one.

3. It was assumed that age and length composition of IUU catch and official landing is the same.

4. It was assumed that the assessments, obtained from the averaged data of the period of 2010—2013, characterize the stock state in 2013.

The forecast of stock state and possible catch for 2014—2015 (for western and eastern areas of Ukrainian waters independently) with consideration of management reference points was developed with the use of the following data and assumptions:

1. The fish of the length more than 35 cm (according to minimum allowable length) and at the age of 3 or more years (according to the rates of maturity in the Ukrainian waters) is included in the composition of SSB.

2. The abundance of turbot in 2013 (according to LCA) was structured according to the actual data of the age composition of catches.

3. The abundance of pre-recruitment  $R_2$  (fish in the age of 2 years) was determined in 2013 as  $R_2 2013 = 0.2 \cdot N_{20-35}$ , the abundance  $R_2 2014 = R_2 2013 \cdot N_{20-35} 2013 / N_{20-35} 2012$ ; and the principle of «status quo» was used ( $R_2 2013 = R_2 2014 = R_2 2015$ ).

4. The natural mortality according to age groups was taken in compliance with EWG STECF 13-12:  $M_2=0.250$ ;  $M_3=0.139$ ;  $M_4=0.136$ ;  $M_5=0.134$ ;  $M_6=0.133$ ;  $M_7=0.132$ ;  $M_8=0.131$ ;  $M_9=0.130$ ;  $M_{10}=0.130$ ;  $M_{11}=0.130$ .

5. SSB and potential catch in the forecasted period (2014—2015) were estimated with different values of fishing mortality:

– with the fishing mortality estimated according to LCA for the period 2010—2013:  $F_{2010-2013}=0.440$  (NE-stock) and 0.549 (W-stock);

– with management reference points adopted by YugNIRO  $F_{0.1 Ukr}=0.144$ ;

– with management reference points adopted by EWG STECF —  $F_{0.1 STECF EWG 11 16}=0.178$ ;  $F_{maxcatch}=0.260$ ;  $F_{MSY}=0.310$ ;  $F_{lim5}=0.370$ ;  $F_{2010-2013}=0.400$ .

The input data for the assessment of turbot stock and fishing mortality by the LCA method for the East (the north-eastern part of the sea and the Southern Coast of Crimea) and the West (northward and westward from the Chersonese Cape) of the Black Sea independently are given in Tables 12, 13.

Table 12

The age-length composition, population parameters and catch (IUU YugNIRO including) of the Black Sea turbot in the Eastern part of the Ukrainian waters in 1997—2013, averaged by the four-year periods

Values	1997—2000	2001—2004	2005—2008	2009—2012	2010—2013
SL	Average weight of an individual $W_{av}$ , kg				
20—25	0.425	0.367	0.413	0.450	0.450
26—30	1.010	0.717	0.675	0.900	0.900
31—35	1.360	1.150	1.195	1.167	1.320
36—40	1.820	1.778	1.918	1.683	1.795
41—45	2.700	2.578	2.490	2.358	2.420
46—50	3.683	3.213	3.230	3.383	3.645
51—55	4.678	4.578	4.438	4.635	4.763
56—60	6.110	5.833	5.650	5.670	5.710
61—65	7.750	7.433	5.650	6.550	6.550
66+	9.500	11.950	7.250	7.500	7.500
$W_{av}$ , kg	3.441	2.966	2.621	2.652	2.810
SL	Catch number $C \times 10^{-3}$				
20—25	0.439	0.025	0.084	0.173	0.173
26—30	0.785	0.405	1.801	0.533	0.533
31—35	1.343	1.437	2.960	3.367	3.533
36—40	3.721	8.480	16.024	11.835	8.929
41—45	6.270	10.934	10.670	15.695	16.423
46—50	7.694	8.504	6.109	11.634	11.380
51—55	6.716	3.700	3.009	3.857	3.754
56—60	2.701	2.172	1.664	0.723	0.601
61—65	0.436	0.389	0.529	0.326	0.326
66+	0.131	0.062	0.274	0.040	0.040
$\Sigma$	30.235	36.108	43.123	48.182	45.691
	Catch, including IUU, tons				
Y	103	106	109	125	124
	Population parameters				
$L_{\infty}$ , cm	74	74	74	74	74
K	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136
M	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

Table 13

The age-length composition, population parameters and catch (IUU YugNIRO including) of the Black Sea turbot in the Western part of the Ukrainian waters in 1997—2013, averaged by the four-year periods

Values	1997—2000	2001—2004	2005—2008	2009—2012	2010—2013
SL	Average weight of an individual $W_{av}$ , kg				
20—25	0.425	0.367	0.413	0.450	0.450
26—30	1.010	0.717	0.675	0.900	0.900
31—35	1.360	1.150	1.195	1.167	1.320
36—40	1.820	1.778	1.918	1.683	1.795
41—45	2.700	2.578	2.490	2.358	2.420
46—50	3.683	3.213	3.230	3.383	3.645
51—55	4.678	4.578	4.438	4.635	4.763
56—60	6.110	5.833	5.650	5.670	5.710
61—65	7.750	7.433	5.650	6.550	6.550
66+	9.500	11.950	7.250	7.500	7.500
$W_{av}$ , kg	3.441	2.966	2.621	2.652	2.810
SL	Catch number $C \times 10^3$				
20—25	3.185	0.193	0.654	1.241	1.241
26—30	5.710	3.092	14.505	3.814	3.814
31—35	9.835	11.021	23.831	23.178	24.420
36—40	27.380	65.118	130.107	85.733	61.667
41—45	46.007	84.011	85.788	114.434	118.780
46—50	56.422	65.463	49.335	85.056	82.298
51—55	49.253	28.506	24.119	28.003	26.932
56—60	19.867	16.719	13.328	5.131	4.129
61—65	3.244	2.995	4.292	2.096	2.096
66+	0.976	0.475	2.187	0.261	0.261
$\Sigma$	221.879	277.593	348.146	348.948	325.637
$Y$	756	817	880	912	894
	Population parameters				
$L_{\infty}$ , cm	81.4	81.4	81.4	81.4	81.4
$K$	0.1875	0.1875	0.1875	0.1875	0.1875
$M$	0.114	0.135	0.135	0.135	0.135

The results of turbot stock assessment in the Ukrainian sector of the Black Sea are given in Tables 14—17, Fig. 4. The comparison of averaged by the four-year periods SSB assessments and the indices of turbot quantity, independent from fishery, according to the data of Ukrainian and Romanian trawl surveys (which cover the major part of the Western stock range) shows the significant divergence of LCA and SAM SSB trends with the trends of survey indices between 2005—2008 and 2010—2013 (fig. 5). Though indirect assessments of SSB by YugNIRO (LCA) and EWG STECF 13-12 (SAM) have aforementioned drawbacks, the results of LCA show less nonconformity than the results of SAM.

Fishing mortality in the Ukrainian waters of the Black Sea, which is presented in fig. 4, is calculated with the use of iteration method from the expression:

$$\{F_{36+} \cdot [1 - e^{-(M+F_{36+})}] / (F_{36+} + M)\} - C_{36+} / N_{initial36+} = 0,$$

where  $C_{36+}$  and  $N_{initial 36+}$  — catch and quantity of the turbot with standard length more than 35 from Tables 14—17.

Unlike SSB, dynamics  $F_{36+}$  (LCA, Ukr. Waters, YugNIRO IUU) and  $F_{3+}$  (SAM, BS, EWG STECF IUU) proved themselves to be more similar (although the methods for estimating IUU were fundamentally different), and this similarity would be even greater in the case of fishing mortality averaging NE-stock and W-stock (fig. 6).

In our opinion, significant excess of fishing mortality above the level reference points (see Tables 8, 9) is due to overestimated  $F$  in LCA. However, the trend of increasing fishing turbot mortality in the Ukrainian sector of the Black Sea is obvious.

Table 14

LCA results 1997—2013 for Black Sea turbot (NE-stock, Ukrainian waters)

SL cm	$C$ $\times 10^{-3}$	$N_{initial}$ $\times 10^3$	$N_{average}$ $\times 10^{-3}$	$F$	$w$ kg	$B_{average}$ tons	$B_{initial}$ tons
1997—2000							
20—25	0.439	59.6	43.2	0.010147	0.425	18	25
26—30	0.785	54.4	12.0	0.065381	1.010	12	55
31—35	1.343	48.8	12.0	0.111736	1.360	16	66
36—40	3.721	42.7	11.6	0.320546	1.820	21	78
41—45	6.270	34.3	10.3	0.608721	2.700	28	93
46—50	7.694	23.9	7.9	0.97416	3.683	29	88
51—55	6.716	13.1	4.7	1.427647	4.678	22	61
56—60	2.701	4.5	2.0	1.366882	6.110	12	27
61—65	0.436	1.0	0.7	0.608729	7.750	6	8
66+	0.131	0.3			6.300		2
$F_{36-64}$				0.297			
SSB							356
$R=0.2N_{21-35}$		32.6					
2001—2004							
20—25	0.025	65.1	47.4	0.000525	0.366667	17	24
26—30	0.405	59.9	13.3	0.030533	0.716667	10	43
31—35	1.437	54.2	13.3	0.10777	1.15	15	62
36—40	8.480	47.4	12.3	0.691942	1.7775	22	84
41—45	10.934	34.0	9.4	1.163069	2.5775	24	88
46—50	8.504	19.3	5.9	1.440191	3.2125	19	62
51—55	3.700	8.5	3.2	1.152304	4.5775	15	39
56—60	2.172	3.5	1.5	1.441794	5.8325	9	20
61—65	0.389	0.7	0.5	0.835854	7.433333	3	5
66+	0.062	0.1			10.1625		1
$F_{36-64}$				0.382			
SSB							299
$R=0.2N_{21-35}$		35.8					
2005—2008							
20—25	0.084	74.3	54.1	0.002	0.413	22	31
26—30	1.801	68.3	15.0	0.120	0.675	10	46
31—35	2.960	60.5	14.7	0.201	1.195	18	72
36—40	16.024	51.6	12.4	1.297	1.918	24	99
41—45	10.670	30.7	8.3	1.280	2.490	21	76
46—50	6.109	16.7	5.3	1.142	3.230	17	54
51—55	3.009	8.4	3.4	0.892	4.438	15	37
56—60	1.664	4.1	2.1	0.804	5.650	12	23
61—65	0.529	1.6	1.2	0.429	5.650	7	9
66+	0.274	0.5			7.250		4
$F_{36-64}$				0.438			
SSB							302
$R=0.2N_{21-35}$		40.6					

Table 15

LCA results 1997—2013 for Black Sea turbot (NE-stock, Ukrainian waters)

SL cm	$C$ $\times 10^{-3}$	$N_{initial}$ $\times 10^3$	$N_{average}$ $\times 10^{-3}$	$F$	$w$ kg	$B_{average}$ tons	$B_{initial}$ tons
1	2	3	4	5	6	7	8
2009—2012							
20—25	1.241	81.6	59.4	0.002907	0.450	27	37
26—30	3.814	74.9	16.6	0.032106	0.900	15	67
31—35	24.420	67.8	16.5	0.204263	1.167	19	79
36—40	61.667	57.8	14.7	0.803685	1.683	25	97
41—45	118.780	40.1	10.6	1.481772	2.358	25	94
46—50	82.298	20.1	5.6	2.083866	3.383	19	68

Table 15 continuation

1	2	3	4	5	6	7	8
51—55	26.932	6.3	2.1	1.841611	4.635	10	29
56—60	4.129	1.6	0.8	0.927137	5.670	4	9
61—65	2.096	0.5	0.4	0.924277	6.550	2	4
66+	0.261	0.1			7.620		1
$F_{36-64}$				0.457			
SSB							302
$R=0.2N_{21-35}$		44.9					
2010—2013							
20—25	1.241	477.9	477.9	0.005625	0.450	99	215
26—30	3.814	446.8	446.8	0.050184	0.900	68	402
31—35	24.420	412.6	412.6	0.323273	1.320	100	545
36—40	61.667	358.0	358.0	0.895657	1.795	124	643
41—45	118.780	268.8	268.8	2.391514	2.420	120	650
46—50	82.298	130.1	130.1	3.403013	3.645	88	474
51—55	26.932	38.2	38.2	3.417027	4.763	38	182
56—60	4.129	8.1	8.1	1.755126	5.710	13	46
61—65	2.096	3.0	3.0	2.165197	6.550	6	20
66+	0.261	0.5	0.5		7.500		4
$F_{36-64}$				0.440			
SSB							308
$R=0.2N_{21-35}$		42.8					

Table 16

LCA results 1997—2008 for Black Sea turbot (Western stock, Ukrainian waters)

SL cm	$C$ $\times 10^{-3}$	$N_{initial}$ $\times 10^{-3}$	$N_{average}$ $\times 10^{-3}$	$F$	$w$ kg	$B_{average}$ tons	$B_{initial}$ tons
1	2	3	4	5	6	7	8
1997—2000							
20—25	3.185	330.3	152.7	0.021	0.367	65	140
26—30	5.710	309.7	44.5	0.128	0.717	45	313
31—35	9.835	286.2	45.1	0.218	1.150	61	389
36—40	27.380	258.4	43.8	0.625	1.778	80	470
41—45	46.007	213.4	38.6	1.191	2.578	104	576
46—50	56.422	152.0	28.9	1.953	3.213	106	560
51—55	49.253	84.0	16.3	3.023	4.578	76	393
56—60	19.867	28.2	6.1	3.256	5.833	37	173
61—65	3.244	5.9	1.9	1.746	7.433	14	46
66+	0.976	2.0			10.163		19
$F_{36-64}$				0.340			
SSB						8	2236
$R=0.2N_{21-35}$		185.3					
2001—2004							
20—25	0.193	421.3	194.7	0.005	0.367	71	155
26—30	3.092	394.8	67.2	0.047	0.717	48	283
31—35	11.021	364.8	67.8	0.286	1.15	78	420
36—40	65.118	326.7	61.9	1.192	1.778	110	581
41—45	84.011	236.8	46.3	2.262	2.578	119	611
46—50	65.463	134.3	27.7	3.356	3.213	89	431
51—55	28.506	57.7	14.0	3.301	4.578	64	264
56—60	16.719	23.6	5.9	1.99	5.833	35	138
61—65	2.995	4.6	1.5	2.165	7.433	11	34
66+	0.475	1.0			10.16		11
$F_{36-64}$				0.441			
SSB							2070
$R=0.2N_{21-35}$		236.2					

Table 16 continuation

1	2	3	4	5	6	7	8
2005—2008							
20—25	0.654	508.9	235.1	0.003	0.413	97	210
26—30	14.505	476.5	80.1	0.181	0.675	54	322
31—35	23.831	429.9	78.9	0.302	1.195	94	514
36—40	130.107	374.5	65.0	2.003	1.918	125	718
41—45	85.788	218.4	41.7	2.058	2.490	104	544
46—50	49.335	116.0	25.0	1.977	3.230	81	375
51—55	24.119	56.7	14.4	1.678	4.438	64	251
56—60	13.328	26.8	7.9	1.691	5.650	45	151
61—65	4.292	10.3	4.1	1.046	5.650	23	58
66+	2.187	4.4			7.250		32
$F_{36-64}$				0.523			
SSB							2130
$R=0.2N_{21-35}$		283.0					

Table 17

LCA results 2009—2013 for Black Sea turbot (Western stock, Ukrainian waters)

SL, cm	$C \times 10^3$	$N_{initial} \times 10^3$	$N_{average} \times 10^3$	$F$	w, kg	$B_{average}$ tons	$B_{initial}$ tons
2009—2012							
20—25	1.241	509.8	235.4	0.005	0.450	106	229
26—30	3.814	476.7	81.1	0.047	0.900	73	429
31—35	23.178	440.5	80.9	0.286	1.167	94	514
36—40	85.733	384.9	71.9	1.192	1.683	121	648
41—45	114.434	270.4	50.6	2.262	2.358	119	638
46—50	85.056	135.8	25.3	3.356	3.383	86	459
51—55	28.003	40.6	8.5	3.301	4.635	39	188
56—60	5.131	9.2	2.6	1.99	5.670	15	52
61—65	2.096	3.0	1.0	2.165	6.550	6	20
66+	0.261	0.5	0.5		7.500		4
$F_{36-64}$				0.517			
SSB							2008
$R=0.2N_{21-35}$		285.4					
2010—2013							
20—25	1.241	477.9	220.6	0.006	0.450	99	215
26—30	3.814	446.8	76.0	0.05	0.900	68	402
31—35	24.420	412.6	75.5	0.323	1.320	100	545
36—40	61.667	358.0	68.9	0.896	1.795	124	643
41—45	118.780	268.8	49.7	2.392	2.420	120	650
46—50	82.298	130.1	24.2	3.403	3.645	88	474
51—55	26.932	38.2	7.9	3.417	4.763	38	182
56—60	4.129	8.1	2.4	1.755	5.710	13	46
61—65	2.096	3.0	1.0	2.165	6.550	6	20
66+	0.261	0.5			7.500		4
$F_{36-64}$				0.549			
SSB							2019
$R=0.2N_{21-35}$		267.5					

It is interesting to compare the values of SSB on LCA obtained according to two different approaches to estimate IUU Western Ukrainian waters — YugNIRO and STECF EWG 13-12 as well as the Black Sea (SAM) (fig. 7).

According to LCA, curve shapes SSB of W-stock at the STECF EWG 13-12 approach to the assessment of IUU and our approach proved to be very similar, although the absolute values differ in 2.3—3.9 times. Convergence of SSB values in 2009—2013 for the entire Black Sea (SAM) and for Ukrainian waters (LCA,

EWG 13-12 approach to the assessment of IUU) points to an increase of W-stock dominant role in the background depletion of turbot stocks in the waters of other riparian countries.

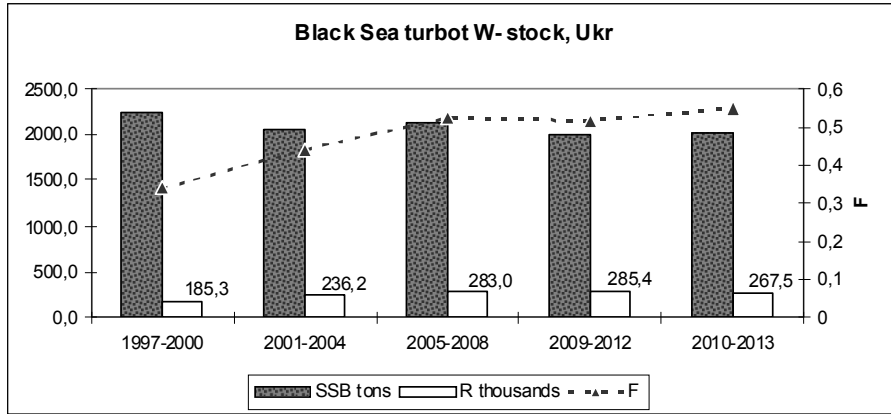


Fig. 4 SSB, R and F according to LCA for turbot (NE-stock and W-stock) in the Ukrainian sector of the Black Sea

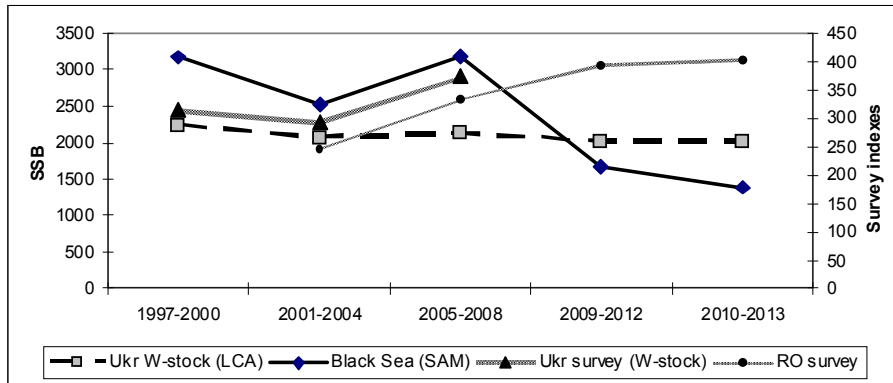


Fig. 5 Turbot SSB in the Ukrainian waters (W-stock) and in the entire Black Sea in comparison with the indices of Ukrainian and Romanian trawl surveys (W-stock)

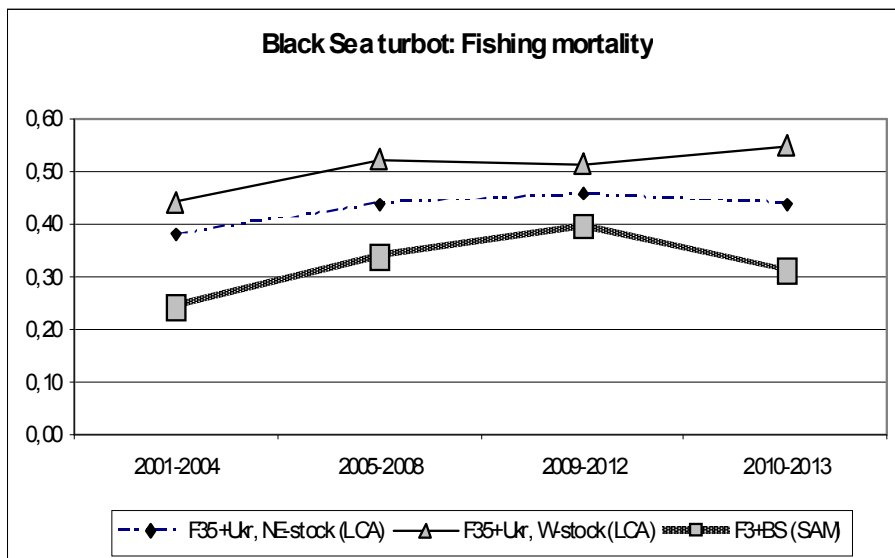


Fig. 6 Turbot fishing mortality according to LCA ( $F_{36+}$ ) and SAM ( $F_{3+}$ ), averaged by the four-year periods

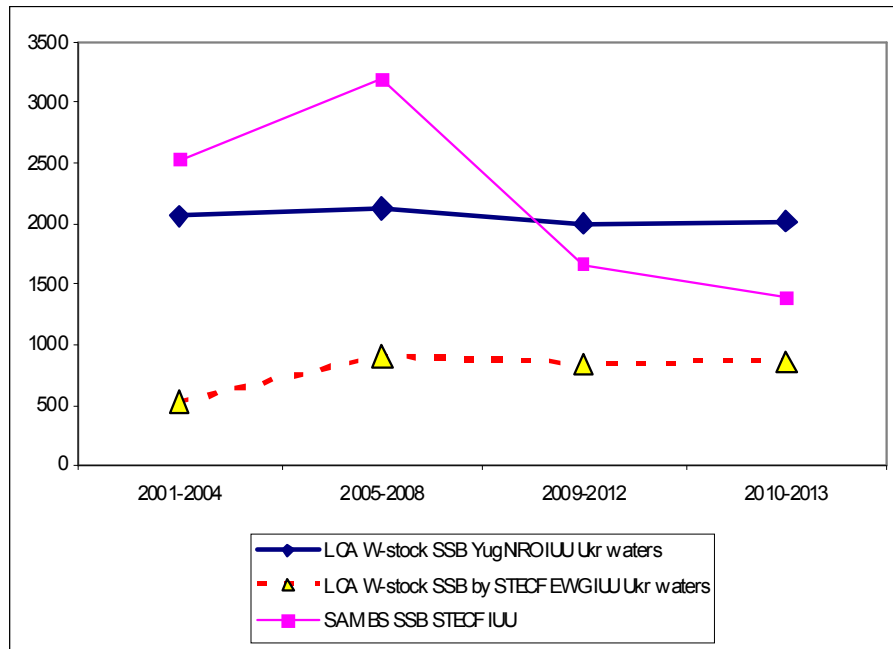


Fig. 7 Turbot SSB in the Ukrainian waters (W-stock) by LCA for two different approaches to estimate IUU and in the entire Black Sea by SAM

## STOCK PREDICTIONS

Forecast stock status and possible catch for 2014—2015 (for the Eastern and the Western Ukrainian waters independently) subject to management guidance was developed using the following data and assumptions:

1. SSB includes fish longer than  $SL=35$  cm (in accordance with the minimum fishing length), and at the age of three years or more (in accordance with the pace of maturation in Ukrainian waters).

2. Number of turbot in 2013 (from LCA) has been structured according to the actual age composition of the catch data.

3. The number of pre-recruit  $R_2$  (fish aged 2 years) in 2013 was identified as  $R_2 2013 = 0.2 \cdot N_{20-35}$ , the number  $R_2 2014 = R_2 2013 \cdot N_{20-35} 2013 / N_{20-35} 2012$ , and also used the principle of «status quo» ( $R_2 2013 = R_2 2014 = R_2 2015$ ).

4. Natural mortality at age taken according to EWG STECF 13-12:  $M_2=0.250$ ;  $M_3=0.139$ ;  $M_4=0.136$ ;  $M_5=0.134$ ;  $M_6=0.133$ ;  $M_7=0.132$ ;  $M_8=0.131$ ;  $M_9=0.130$ ;  $M_{10}=0.130$ ;  $M_{11}=0.130$ .

5. SSB and possible catch in the forecast period (2014—2015) was calculated for different values of fishing mortality:

– for estimated fishing mortality on LCA for the period 2010—2013:  $F_{2010-2013}=0.440$  (NE-stock) and 0.549 (W-stock);

– for the reference point adopted by YugNIRO  $F_{0.1 Ukr}=0.144$  and EWG STECF —  $F_{0.1 STECF EWG 11}$   $F_{16}=0.178$ ;  $F_{maxcatch}=0.260$ ;  $F_{MSY}=0.310$ ;  $F_{lim5}=0.370$ ;  $F_{2010-2013}=0.400$ .

Short-term predictions of stock size and possible catch of the Black Sea turbot for the next two years are under development by YugNIRO. Prediction results are given in Tables 18, 19 and Fig. 8, 9. Our estimates show that only when  $F_{0.1 Ukr}$ , stocks of turbot will be increased from 2013 to 2014 and from 2014 to 2015.

YugNIRO is unable (and has not received such tasks from the Agency of Fisheries of Ukraine) to make medium- or long-term forecasts for the Black Sea turbot stocks. We are also unable to determine the status of turbot NE-stock, as most of the stock is outside the Ukrainian waters of the Black Sea, and in LCA we used only the Ukrainian data.



Table 18

The forecast SSB and yield ( $Y$ ) with a decrease of recruitment ( $R$ ) proportional reduction  $N_{21-35}$  between 2009—2012 and 2010—2013 according to LCA

$F$	$F_{0.1 \text{ Ukr}}$ 0.144	$F_{0.1 \text{ STECF EWG 11 16}}$ 0.178	$F_{\text{maxcatch}}$ 0.260	$F_{\text{MSY}}$ 0.310	$F_{\text{lim5}}$ 0.370	$F_{\text{lim10}}$ 0.400	$F_{2010-2013}$ 0.440
$u = F \cdot [(1 - e^{-Z})] / Z$	0.127	0.155	0.217	0.253	0.294	0.313	0.338
NE-stock							
SSB <sub>2014</sub>	325	316	295	284	270	264	256
SSB <sub>2015</sub>	333	316	279	259	237	227	215
$R_{2014}$	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
$R_{2015}$	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8
$Y_{2014}$	41	49	64	72	79	83	87
$Y_{2015}$	42	49	61	66	70	71	73
W-stock							
SSB <sub>2014</sub>	2138	2078	1939	1860	1770	1727	1549
SSB <sub>2015</sub>	2193	2076	1823	1686	1538	1470	1207
$R_{2014}$	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3
$R_{2015}$	195.2	195.2	195.2	195.2	195.2	195.2	195.2
$Y_{2014}$	272	321	421	471	520	541	616
$Y_{2015}$	279	321	396	427	452	461	480

Table 19

The forecast SSB and yield ( $Y$ ) with constant recruitment ( $R$ ) on the level 2010—2013

$F$	$F_{0.1 \text{ Ukr}}$ 0.144	$F_{0.1 \text{ STECF EWG 11 16}}$ 0.178	$F_{\text{maxcatch}}$ 0.260	$F_{\text{MSY}}$ 0.310	$F_{\text{lim5}}$ 0.370	$F_{\text{lim10}}$ 0.400	$F_{2010-2013}$ 0.440
$u = F \cdot [(1 - e^{-Z})] / Z$	0.127	0.155	0.217	0.253	0.294	0.313	0.338
NE-stock							
SSB <sub>2014</sub>	336	327	307	295	282	275	267
SSB <sub>2015</sub>	346	329	292	272	250	240	228
$R_{2014}$	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8
$R_{2015}$	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8	42.8
$Y_{2014}$	43	51	67	75	83	86	90
$Y_{2015}$	44	51	63	69	74	75	77
W-stock							
SSB <sub>2014</sub>	2198	2137	1999	1920	1830	1787	1601
SSB <sub>2015</sub>	2266	2149	1896	1759	1611	1543	1269
$R_{2014}$	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5
$R_{2015}$	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5	267.5
$Y_{2014}$	280	331	434	486	538	560	637
$Y_{2015}$	288	332	412	445	474	484	505

Current W-stock status of turbot according to the classification of GFCM (Table 20) can be defined as «Fully exploited». This is supported by the stable state of SSB W-stock according to LCA and data of Romanian trawl surveys [22].

But if we take into account only the estimates of fishing mortality that significantly exceed the optimum level, the current W-stock status should be defined as «overexploited». As shown above, the LCA method overestimates fishing mortality that does not correspond the conditions of long-term stable state of W-stock in reality. However, the results of short-term forecasting give convincing evidence of the inevitable stock reduction in case of continued fishing under the current level of fishing mortality.

We believe that the most appropriate identification of the current status of the Western stock of turbot in Ukrainian waters of the Black Sea is a transition from «Fully exploited» to «Overexploited».

Taking into account our stock assessment, YugNIRO recommended to reduce the intensity of exploitation of turbot in 2014—2015. To reduce fishing mortality to the level of  $F_{0.1 \text{ Ukr}}$ , we suggest the following:

- to reduce the permitted number of Ukrainian turbot gillnets from 7700 (the level of 2010—2013) to 2700 (i.e. proportional to the ratio  $u_{0.1 \text{ Ukr}} / u_{2010-2013}$ , see Tables 18, 19);

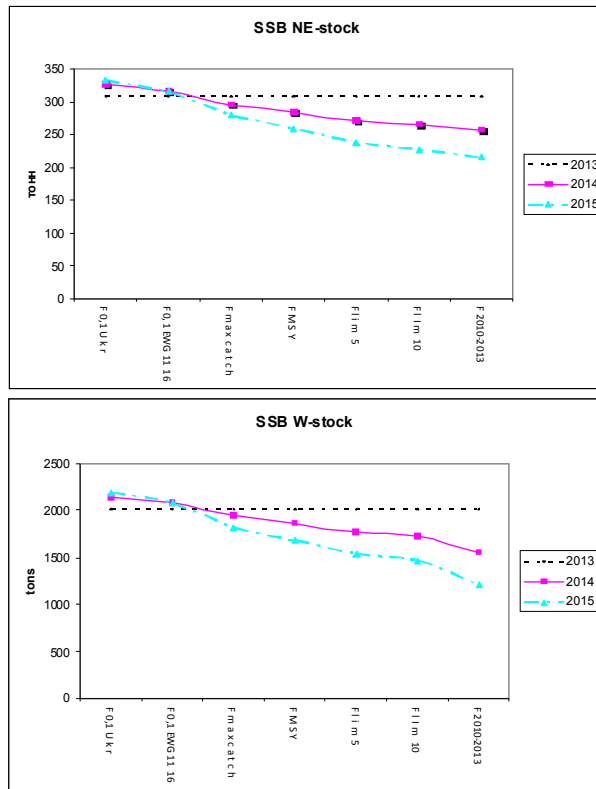


Fig. 8 The forecast SSB and yield ( $Y$ ) with a decrease of recruitment ( $R$ ) proportional reduction  $N_{21-35}$  between 2009—2012 and 2010—2013 according to LCA (dotted line — SSB in 2010—2013)

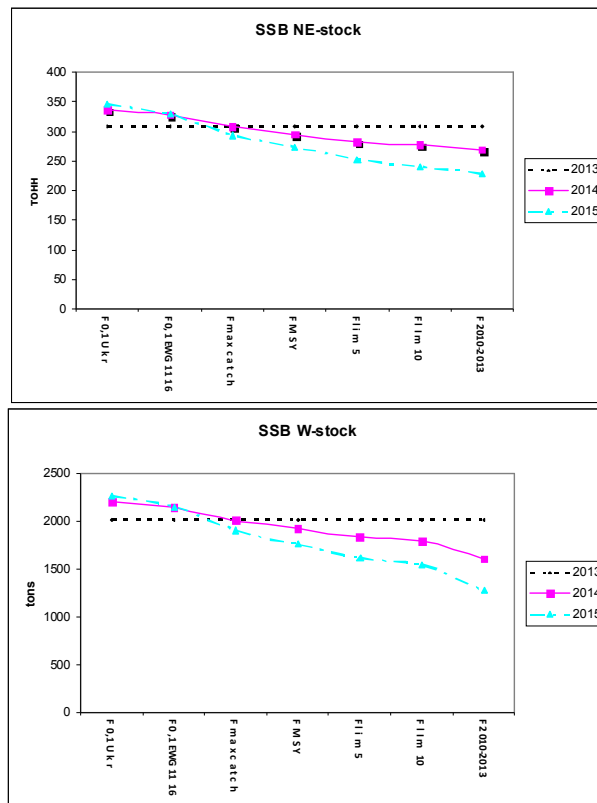


Fig. 9 The forecast SSB and yield ( $Y$ ) with constant recruitment ( $R$ ) on the level 2010—2013 according to LCA (dotted line — SSB in 2010—2013)

## Unidimensional stock status

Unidimensional	<b>Not known or uncertain.</b> Not much information is available to make a judgment;
	<b>Underexploited, undeveloped or new fishery.</b> Believed to have a significant potential for expansion in total production;
	<b>Moderately exploited,</b> exploited with a low level of fishing effort. Believed to have some limited potential for expansion in total production;
	<b>Fully exploited.</b> The fishery is operating at or close to an optimal yield level, with no expected room for further expansion;
	<b>Overexploited.</b> The fishery is being exploited at above a level which is believed to be sustainable in the long term, with no potential room for further expansion and a higher risk of stock depletion/collapse;
	<b>Depleted.</b> Catches are well below historical levels, irrespective of the amount of fishing effort exerted;
	<b>Recovering.</b> Catches are again increasing after having been depleted or a collapse from a previous;
	<b>None</b> of the above.

– to strengthen the fight against IUU fishing.

The author expresses his gratitude to Marina Panayotova (IO BAS, Varna, Bulgaria), who was of a great help in preparing the input data for stock assessment of turbot by LCA in the STECF EWG 13-12 approach to the assessment of IUU fishing in Ukrainian waters.

## REFERENCES

1. *Abella, A.* Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean / A. Abella, J. F. Caddy, F. Serena. — IFREMER Aquatic Living Resources. — 1997. — 10. — Pp. 257—269.
2. *Abella, A.* Estimation of the parameters of the Caddy reciprocal M-at-age model for the construction of natural mortality vectors / A. Abella, J. F. Caddy, F. Serena. — DYNPOP. Genova 2—5.10.96 Cahiers Options Medit 35. — 1998. — Pp. 191—200.
3. *Acara, A.* The Black Sea turbot / A. Acara // State Planning Organization, Ankara, Turkey. — 1985. — 19 pp.
4. *Babayan, V. K.* Methodic recommendations / V. K. Babayan, T. I. Bulgakova, R. G. Borodin, Yu. N. Efimov // The use of mathematical methods and models to assess of fish stocks. — Moscow: VNIRO, 1984. — 154 pp. (in Russian)
5. *Bingel, F.* Stock assessment study for Turkish Black Sea coast / F. Bingel, A. C. Gugu, A. Stepnovski, U. Niermann, E. Mutlu, D. Avsar, A. E. Kideys, Z. Uysal, A. Ismen, Y. Genc, H. Okur, M. Zengin // METU IMS Erdemli and FRI Trabzon, TUBITAK, Final Report. — 1995. — 159 p.
6. *Caddy, J. F.* Method of solving for natural mortality rate for stock components with different schedules of growth and mortality / J. F. Caddy. — Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1984. — 41. — Pp. 1226—1230.
7. *Caddy, J. F.* The potential use of indicators, reference points and the traffic lights convention for managing Black Sea fisheries / J. F. Caddy // Selected papers presented at the Workshop on biological reference points, 20—21 April 2004. G. Lembo (Ed.). — Studies and Reviews. GFCM. — 2006. — 83. — Pp. 1—24.
8. *Efimov, Yu. N.* Status of stocks turbot in the Black Sea / Yu. N. Efimov, N. I. Revina, V. A. Shlyakhov, T. V. Vinarik // Biological basis of population dynamics and forecasting fish catch : Scientific. Proc. — Moscow: VNIRO, 1989. — Pp. 179—199. (in Russian).
9. *Eremeev, V. N.* Commercial fishery impact on the modern Black Sea ecosystem: a review / V. N. Eremeev, G. V. Zuev // Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond : 1<sup>st</sup> Bilateral Scientific Conference. 8—10 May 2006, Istanbul, Turkey. — 2006.
10. *Gasyukov, P. S.* Methodical recommendations for processing results from trawl surveys / P. S. Gasyukov. — Kaliningrad: AtlantNIRO, 1979. — 27 pp.
11. *Jones, R.* The use of length composition data in fish stock assessments. FAO Fish Circ / R. Jones. — 1981. — № 734. — 55 p.

12. *Karapetkova, M.* On the distribution and migration of turbot along the Bulgarian Black Sea coast / M. Karapetkova. — Proc. Inst. Oceanology BAN. — 1964. — Vol. 16. — Pp. 61—85 (in Bulgarian).
13. *Maximov, V.* Contributions a la connaissance des caracteristiques certaines especes de poissons demersaux de la zone marine roumane de la mer Noire / V. Maximov, S. Nicolaev, I. Staicu, G. Radu, E. Anton, E. Radu. — Cercetari marine I.N.C.D.M. — 2006. — 36. — Pp. 271—297.
14. *Mayskiy, V. N.* On methodology of fish stocks calculation in the Azov Sea / V. N. Mayskiy. — Fish Industry. — 1939. — № 3. — Pp. 33—34 (in Russian).
15. *Panayotova, M.* Species composition, distribution and stocks of demersal fishes along the Bulgarian Black Sea coast in 2006 / M. Panayotova, V. Todorova, Ts. Konsulova, V. Raykov, M. Yankova, S. Stoykov. — Technical report. — 2006.
16. *Popova, V. P.* On the distribution of turbot in the Black Sea / V. P. Popova // Proc. — Moscow: VNIRO, 1954. — Pp. 151—159 (in Russian).
17. *Prodanov, K.* Status of demersal fish along the Bulgarian Black Sea costs / K. Prodanov // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, TURKEY, B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.). — 2003. — Pp. 49—64.
18. *Prodanov, K.* Possibilities for applying Jones' methods for turbot stock assessment and catch projection in the Black Sea / K. Prodanov, K. Mikhailov // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, TURKEY, B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.). — 2003. — Pp. 35—48.
19. *Prodanov, K.* Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation. Studies and Reviews / K. Prodanov, K. Mikhailov, G. M. Daskalov, K. Maxim, A. Chashchin, A. Arkhipov, V. Shlyakhov, E. Ozdamar. — GFCM. 68, FAO, Rome. — 1997. — 178 pp.
20. *Radu, G.* Management of Fisheries and Other Living Marine Resources, National Report and Data Sheets in Romania / G. Radu // Workshop on Responsible Fisheries in the Black Sea and the Azov Sea, and Case of Demersal Fish Resources, April 15—17 2003, Sile, Istanbul, BSEP Programme, Country Report, TUDAV/BSEP/ UNDP/GEF. — 2003.
21. *Raykov, V.* Limit and target reference points for rational exploitation of the turbot (*Psetta maxima* L.) and whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordm.) in the western part of the Black Sea / V. Raykov, Vl. Shlyakhov, V. Maximov, Gh. Radu, I. Staicu, M. Panayotova, M. Yankova, I. Bikarska // VI Anniversary Conference of the Institute of zoology. — Acta Zoologica Bulgarica, Suppl. 2. — 2008. — Pp. 305—316.
22. *Sampson, D.* Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) — 2013 Assessment of Black Sea stocks (STECF 13-20) / D. Sampson, O. Ak, G. Daskalov, M. Cardinale, A. Charef, E. Duzgunes, Y. Genc, A. C. Gucu, V. Maximov, A. Mikhaylyuk, A. Orio, G. C. Osio, M. Panayotova, G. Radu, V. Raykov, V. Shlyakhov, M. Yankova and M. Zengin // Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 25309 EN, JRC 85367. — 2013. — 429 pp.
23. *Shlyakhov, V. A.* About stocks and fishing turbot in the Black Sea / V. A. Shlyakhov. — Kerch: YugNIRO, 2010. — Vol. 48. — Pp. 40—51.
24. *Shlyakhov et al.* Recommend number of fishing gears and vessels required for the realization of limits of anchovies, sprat, horse mackerel, tyulka, Azov-Don shad, Black Sea turbot, dogfish, skates and soiuy mullet in the Azov and Black Sea for 2007 / Shlyakhov et al. — Kerch: YugNIRO, 2006. — 26 p. / Funds of Sc. Technical Library of YugNIRO (Unpublished).
25. *Shlyakhov et al.* Forecast of stock and possible removal of water bioresources the Black Sea, Kerch Strait, and Marine Migratory Fish Stocks in 2015 / Shlyakhov et al. — Kerch: YugNIRO, 2013. — 134 p. / Funds of Sc. Technical Library of YugNIRO (Unpublished).
26. *Shlyakhov, V.* The Status of the Demersal Fish Population along the Black Sea Cost of Ukraine / V. Shlyakhov, I. Charova // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, TURKEY, B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.). — 2003. — Pp. 65—74.
27. *Shlyakhov, V.* Scientific data on the state of the fisheries resources of Ukraine in the Black Sea in 1992—2005 / V. Shlyakhov, I. Charova // Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond : 1<sup>st</sup> Bilateral Scientific Conference. 8—10 May 2006, Istanbul, Turkey. — 2006. — Pp. 131—134.
28. *Shlyakhov, V. A.* The state of marine living resources / V. A. Shlyakhov, G. M. Daskalov // State of the Environment of the Black Sea (2001—2006/7) / Edited by Temel Ogus. — Publication of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC). — Istanbul, Turkey, 2008. — 3. — Chapter 9. — Pp. 321—364.
29. *Svetovidov, A. N.* The Black Sea fish / A. N. Svetovidov. — Moscow-Leningrad: USSR, Moscow: Nauka, 1964. — 546 pp. (in Russian)

30. Suzuki, N. Phylogeographic Relationships with the Mediterranean Turbot Inferred by Mitochondrial DNA Haplotype Variation / N. Suzuki, K. Nishidas, C. Yoseda, C. Ustundag, K. Amoka. — Journal of Fish Biology. — 2004. — 65. — Pp. 1—6.
31. Volovik, S. P. Composition, state and stocks of the demersal fish community of the Azov-Black Seas relating to the development of Russian sustainable fisheries / S. P. Volovik, S. A. Agapov // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea : Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, TURKEY, B. Oztuk and S. Karakulak (Eds.). — 2003. — Pp. 82—92.
32. Zengin, M. Turkiye'nin Dogu Karadeniz Kiyilarindaki Kalkan (*Scophthalmus maeoticus*) Baliginin Biyoekolojik Ozelikleri ve Populasyon Parametleri, Doktora Tezi, KTU Fen Bilimleri Estitusu, Balikcilik Teknolojisi Muhendisligi Anabilim Dali / M. Zengin. — 2000. — 225 pp.
33. Zengin, M. The Current Status of Turkey's Black Sea Fisheries and Suggestions on the Use of Those Fisheries / M. Zengin // Workshop on Responsible Fisheries in the Black Sea and the Azov Sea, and Case of Demersal Fish Resources, April 15—17 2003, Sile, Istanbul, BSEP Black Sea Environmental Programme Country Report. — 2003. — 34 pp.

*Поступила в редакцию 12.02.2014 г.*

**Промыслово-биологическая информация и оценка запаса калкана *Psetta maxima maeotica* в украинских водах Черного моря. В. Шляхов.** Данная работа основана на исследованиях ЮгНИРО и предоставляет промыслово-биологическую информацию, включая оценки ННН промысла калкана в украинском секторе Чёрного моря в 1997—2013 гг. Уловы, популяционные показатели, естественная смертность и размерный состав отдельно для Восточного и Западного регионов украинских вод были использованы для оценки запасов методом LCA и для краткосрочных прогнозов для Северо-Восточного и Западного запасов. Состояние Западного запаса оценено как переходное между «полностью использованным» и «использованным выше уровня естественного восстановления».

*Ключевые слова:* *Psetta maxima maeotica*, Северо-Восточный и Западный запасы, украинские воды Чёрного моря, траловые съёмки, вылов, уловы, ННН, естественная и промысловая смертность, оценка запасов, LCA, контрольные точки, краткосрочные прогнозы, научные рекомендации

**Промислово-біологічна інформація і оцінка запасів калкана *Psetta maxima maeotica* в українських водах Чорного моря В. Шляхов.** Дана робота ґрунтується на дослідженнях ПівденНИРО та викладає промислово-біологічну інформацію разом з оцінками ННН промислу калкана в українському секторі Чорного моря в 1997—2013 рр. Улови, популяційні показники, природна смертність і розмірний склад окремо для Східного і Західного регіонів українських вод були використані для оцінки запасів методом LCA і для короткострокових прогнозів для Північно-Східного і Західного запасів. Стан Західного запасу оцінено як перехідний між «повністю використаним» і «використаним вище рівня природного відновлення».

*Ключові слова:* *Psetta maxima maeotica*, Північно-Східний і Західний запаси, українські води Чорного моря, тралові зйомки, виловлювання, улови, ННН, природна та промислова смертність, оцінка запасів, LCA, контрольні точки, короткострокові прогнози, наукові рекомендації

**В. А. Брянцев**, вед. н. с., д. б. н.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## К ПЕРСПЕКТИВЕ УСПЕШНОСТИ ПРОМЫСЛА ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА

*Между значениями годовых уловов Украины черноморского шпрота за период 2000—2011 гг. и комплексного фактора  $\delta W$  (где  $\delta$  — климатические изменения, отражаемые колебаниями скорости вращения Земли, выраженные условно в долях единицы;  $W$  — солнечная активность (числа Вольфа) выявлены признаки прямой (корреляционной) связи. Последнее дает возможность многолетнего прогноза уловов при экстраполяции обоих факторов с учетом квазипериодичности в их колебаниях.*

*Ключевые слова:* черноморский шпрот, солнечная активность, скорость вращения Земли, прогноз

Колебания уловов черноморского шпрота (Уш, данные из работы [7]) имеют заметные признаки совпадения со значениями комплексного фактора  $\delta W$  (табл. 1), полученного при умножении показателей солнечной активности (числа Вольфа) и изменений скорости вращения Земли ( $\delta$  в условных значениях от 0 до 1), отражающие климатические изменения с 70-летней квазипериодичностью [9].

*Таблица 1*

Уловы черноморского шпрота флотом Украины (Уш), взятые из работы [7] (тыс. т), и фактор  $\delta W$

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Уш	10,2	19,5	21,4	13,4	12,3	17,8	14,6	11,4	15,3	18,7	20,2	20,8
$\delta W$	96	92	89	57	36	38	15	8	3	83	105	108

Оба названные гео- и гелиофизические факторы при наших исследованиях оказались значимыми при выявлении связей с показателями уловов и индексами, отражающими особенности атмосферной циркуляции во многих промысловых районах [3, 5, 6] и в Черном море [2, 4]. В свою очередь, преобладающие ветровые переносы ассоциируются с известными системами течений поверхностного слоя вод в районах и с вызванными ими явлениями адвекции определенных водных масс, с образованием фронтальных зон, апвеллингом в прибрежных зонах и топогенными вихрями. Посредством такой комплексной системы были определены гидрометеорологические предпосылки биотической и промысловой продуктивности.

Предполагается, что выбранные начальные факторы обуславливают благоприятные или отрицательные указанные предпосылки. Если колебания в скорости вращения Земли ( $\delta$ ) можно объяснить известными климатическими изменениями в атмосфере и в циркуляции вод, которые, например, приводятся в работе Н. С. Сидоренкова [10], то годовые значения солнечной активности ( $W$ ) используются нами как в гидрометеорологии, так и в других исследованиях, в частности, А. Л. Чижевским [10], — формально, по принципу «черного ящика». При нахождении значимых корреляционных связей таких индексов с уловами или с другими показателями состояния экосистем промысловых районов мы можем применить эти гео- и гелиофизические характеристики для прогнозирования

успешности промысла с заблаговременностью в год и более, поскольку их известная цикличность (соответственно — 70 и 11 лет) определяет возможность экстраполяции.

Выполненная корреляция уловов с нашими индексами показала следующие результаты: коэффициент корреляции с величиной солнечной активности равен 0,490, а с «поправкой» на общие климатические изменения ( $\delta$ ) он увеличен до 0,532, уровень значимости которого не достигает критического (0,576, принятого 0,05) на величину 0,04. Однако для целей тенденций в многолетнем прогнозе может быть использован более грубый показатель, например, при оценке уловов по трем градациям: низкие (Н), средние (С) за анализируемый период и высокие (В). Такое разделение можно выполнить при разделении значений ряда на три равновероятных диапазона по методике, данной в [1] (табл. 2).

Таблица 2

Разряды значений годовых уловов черноморского шпрота флотом Украины (Уш, тыс. т) и показателя фактора  $\delta W$

Разряды	Н	С	В
Уш	<15,5	15,5-19,6	>19,6
$\delta W$	<38	38-91	>91

Таблица 3

Матрица соответствий уровней показателей Уш и  $\delta W$

$\delta W$	Н	С	В
Уш			
Н	0,80	0,33	0,25
С	0,20	0,33	0,25
В	0	0,33	0,50

этом разложении барического поля над акваторией Азово-Черноморского бассейна в ряд по полиномам Чебышева —  $A_{02}$  (коэффициент корреляции — (минус) 0,358, уровень значимости менее 0,05). Методика расчетов коэффициентов разложения дана в [8]. Физически это обозначает (при указанной обратной связи) ослабление повторяемости ветровых переносов с востока на запад в северной половине Черного моря. В этом случае уменьшается интенсивность переноса вод речного стока с пределов акватории северо-западного шельфа Черного моря, что увеличивает здесь первичную продукцию и кормовую базу шпрота, а также скапливающий эффект во фронтальных зонах.

Таким образом, после экстраполяции составляющих значений прогностического фактора ( $\delta W$ ) мы можем обозначить тенденцию в изменении успешности промысла указанного вида рыб. После достижения максимума величины указанного индекса в первой декаде 21-го столетия его последующее снижение после 2011 года обусловит, в общем, *негативную тенденцию* в успешности промысла черноморского шпрота, по крайней мере, с 2014 до начала 2020-х годов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии / К. Брукс, Н. Карузержс. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 352 с.
2. Брянцев В. А. Новые предпосылки многолетних изменений черноморской экосистемы / В. А. Брянцев // Рибне господарство України. — 2001. — № 6 (17). — С. 22—23.
3. Брянцев В. А. Факторы, определяющие успешность промысла ставриды в юго-восточной части Тихого океана / В. А. Брянцев // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2009. — Т. 47. — С. 206—212.
4. Брянцев В. А. Гидрометеорологические условия зимовки черноморского анчоуса у побережья Крыма / В. А. Брянцев // Рибне господарство України. — 2009. — 7/ 2009. — С. 8—9.

5. *Брянцев В. А.* Предпосылки промысловой продуктивности в районе Патагонского шельфа / В. А. Брянцев, С. Т. Ребик // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2011. — Т. 49. — С. 199—202.
6. *Брянцев В. А.* Предпосылки промысловой продуктивности в некоторых районах Южного океана / В. А. Брянцев, Б. Г. Троценко // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2010. — Т. 48. — С. 119—124.
7. *Зуев Г. В.* Многолетняя динамика промысла черноморского шпрота *Spratus Spratus phalericus* (Risso) в водах Украины (Крымский регион) / Г. В. Зуев, В. А. Бондарев, Ю. В. Самотой // Рибне господарство України. — 2013. — 1/2013. — С. 15—23.
8. *Кудрявая К. И.* Морские гидрометеорологические прогнозы / К. И. Кудрявая, Е. И. Серяков, Л. И. Скриптунова. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 310 с.
9. *Сидоренков Н. С.* Нестабильность вращения Земли / Н. С. Сидоренков. — [http://vivoco.rsl.ru/ivvi/RAN\\_I\\_2004/FLUCT.NTM](http://vivoco.rsl.ru/ivvi/RAN_I_2004/FLUCT.NTM). — 12 с.
10. *Чижевский А. Л.* Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. — М.: Мысль, 1973. — 348 с.

*Поступила в редакцию 04.02.2014 г.*

**До перспективи успішності промислу чорноморського шпроту. В. О. Брянцев.** Між значеннями річних уловів України чорноморського шпроту за період 2000—2011 рр. і комплексного фактора  $\delta W$  (де  $\delta$  — кліматичні зміни, відображені коливаннями швидкості обертання Землі, виражені умовно в долях одиниці;  $W$  — сонячна активність (числа Вольфа) виявлені ознаки прямого (кореляційного) зв'язку. Останнє дає можливість багаторічного прогнозу уловів за умови екстраполяції обох факторів з урахуванням квазіперіодичності в їхніх коливаннях.

*Ключові слова:* чорноморський шпрот, сонячна активність, швидкість обертання Землі, прогноз

**On the prospect of the Black Sea sprat fishing success. V. A. Bryantsev.** Direct (correlation) relationship is indicated between the values of the Ukrainian annual catches of the Black Sea sprat for the period 2000—2011 and the unit factor  $\delta W$  (where  $\delta$  is climatic changes, reflected by fluctuations of the Earth rotation velocity, provisionally given in unit fractions;  $W$  is solar activity, given in Wolf numbers). The latter suggests the opportunity for the long-term catch forecast by the extrapolation of both factors with regard to quasiperiodicity in their fluctuations.

*Keywords:* Black Sea sprat, solar activity, Earth rotation, forecasting



**П. А. Балыкин**, зав. лаб., д. б. н.

*Федеральное бюджетное учреждение науки Южный научный центр РАН (ЮНЦ РАН)*

## **УРОВЕНЬ ПРОМЫСЛОВОЙ СМЕРТНОСТИ РЫБ АЗОВСКОГО МОРЯ**

*Предложена методика оценки степени оптимального использования запасов промысловых рыб на основе информации о биологическом составе уловов по показателям линейного, весового роста и полового созревания рыб, возрастного состава уловов на основе положений об общей, естественной и промысловой смертности. Выполнены оценки коэффициентов промысловой смертности леща, тарани, серебряного карася с учётом предложенной методики. Ихтиологические наблюдения были выполнены в восточной части Таганрогского залива и дельте Дона (Свиное гирло, устье р. Кагальник, Азовское море). Показано, что изъятие промыслом (легальное и нелегальное) в несколько раз превышает биологически обоснованный уровень. Рекомендуемая методика применима для оценки уровня промыслового изъятия, а в перспективе — для запасов рыб Азовского моря при наличии первичных данных об их биологическом состоянии из различных районов промысла.*

*Ключевые слова:* промысловая смертность, лещ, тарань, серебряный карась, линейный рост, биологические данные, изъятие

### **ВВЕДЕНИЕ**

Азовское море, некогда дававшее до 400 тыс. т рыбы в год, ныне фактически утратило свое промысловое значение [5]. Одним из основных факторов депрессии рыбных запасов является промысловый пресс. Кроме легального вылова, велики объёмы нелегального, которые оцениваются экспертным путем [3] и не учитываются при подготовке рекомендаций для рыбной промышленности. Между тем, основой многих общепринятых методов оценки запасов водных биоресурсов является промысловая статистика — объем вылова, его состав, улов на усилие и пр. Однако без знания реального уровня промысловой эксплуатации рыбные ресурсы Азовского моря определяются только по данным учётных траловых съёмок, интерпретация результатов которых вызывает сомнения у специалистов [2].

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Знание реальных коэффициентов промысловой убыли, включающих нелегальное изъятие, позволило бы значительно расширить методические основы прогнозов общего допустимого улова (ОДУ). В этом отношении представляется весьма перспективным использование информации о биологическом составе промысловых уловов. Такие данные ежегодно собираются в большом объёме сотрудниками рыбохозяйственных НИИ. Эта информация может быть использована и для получения представления об уровне промысловой эксплуатации. Методика оценки степени оптимального использования и запасов промысловых рыб на основе информации о биологическом составе уловов [1], в которой разрешаются вопросы определения уровня промысловой эксплуатации и состояния ресурсов объектов рыболовства по показателям линейного, весового роста и полового созревания рыб,

возрастного состава уловов на основе положений об общей, естественной и промысловой смертности, разработанных в рамках теории рыболовства, позволяет использовать базы таких данных. В кратком изложении этот подход можно выразить так: возрастной состав улова даёт возможность рассчитать общую убыль запаса (естественную + промысловую), знание вышеперечисленных биологических параметров — смертность от естественных причин. Разница между общей и естественной убылью даёт значение промысловой смертности. Зная интенсивность эксплуатации и улов, нетрудно рассчитать величину запасов. Поскольку данный подход не требует использования статистики промысла и проведения дополнительных экспедиционных работ, его можно рекомендовать для исследований сырьевой базы рыболовства.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

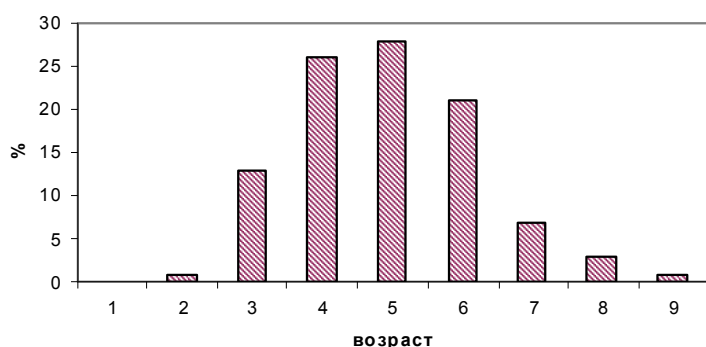


Рис. 1 Возрастной состав леща по материалам за 2008—2010 гг.

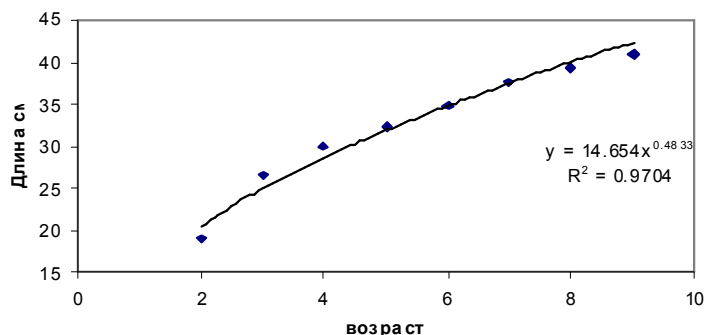


Рис. 2 Длина леща в возрасте 2—9 лет и аппроксимация линейного роста уравнением степенной функции

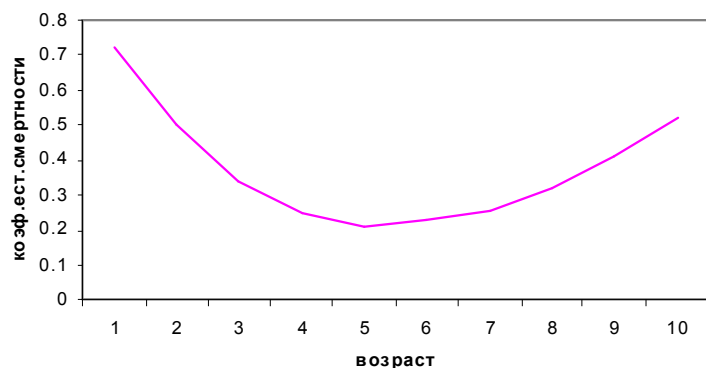


Рис. 3 Изменения мгновенного коэффициента естественной смертности леща с возрастом

Ихтиологические наблюдения были выполнены с береговой научно-экспедиционной базы Южного научного центра РАН «Кагальник» в восточной части Таганрогского залива и дельте Дона (Свиное гирло, устье р. Кагальник). Рыбу ловили ставными сетями, уловы разбирали по видам и подвергали стандартному ихтиологическому анализу. Возраст рыб определяли по чешуе.

Продемонстрируем результаты применения указанной методики на нескольких видах.

*Лещ.* Состояние запасов азовского леща является неудовлетворительным, составляет несколько тысяч тонн и не увеличивается [5]. Об этом свидетельствует и возрастной состав, по данным, собранным в Кагальнике в 2008—2010 гг. (рис. 1). Всего было исследовано 215 экз. леща. Основу уловов составляют 4—6-годовалые рыбы, более старшие особи составляют всего 11 %.

Использование сведений о возрастном составе леща в соответствии с вышеупомянутой методикой [1] позволяет оценить мгновенный коэффициент общей смертности леща значением 0,861. С учетом информации о показателях роста (рис. 2) и полового созревания леща получена кривая его естественной смертности (рис. 3).

Среднее значение этого показателя для правой части кривой улова составило 0,286. Таким образом, раз-

ница между коэффициентами общей и естественной убыли (промысловая смертность) составляет 0,575, что соответствует изъятию 43—44 % запаса. Если же обратиться к литературным данным об оптимальных показателях промыслового использования, таких как критерий Тюринга (1972) [6], то ежегодно не должно вылавливаться более 20 % от численности запаса. Таким образом, современный уровень промысла (законного и незаконного) более чем в 2 раза превосходит показатели, обеспечивающие устойчивую эксплуатацию запасов леща.

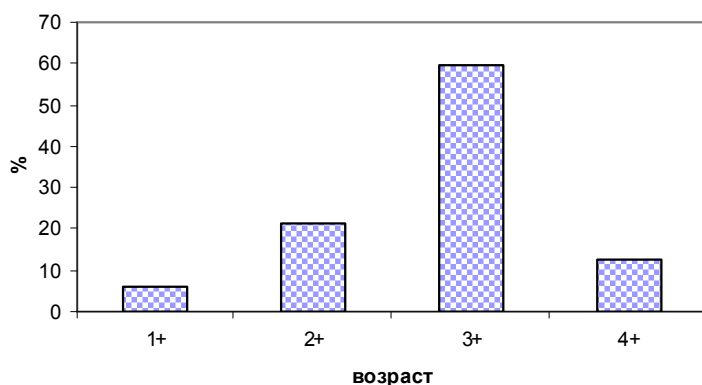


Рис. 4 Возрастной состав азовской тарани в 2010 г.

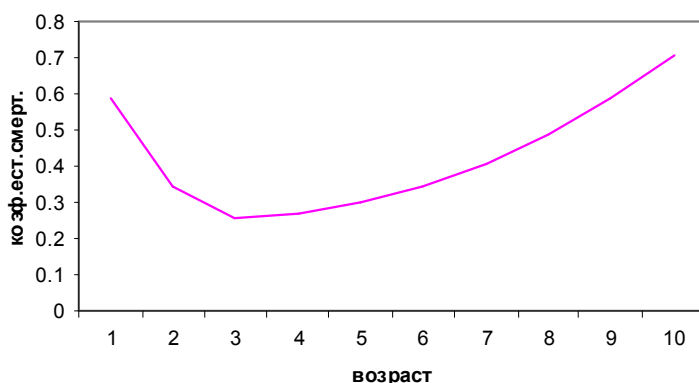


Рис. 5 Изменения мгновенного коэффициента естественной смертности тарани с возрастом

То есть и в данном случае налицо многократное превышение допустимого улова.

*Серебряный карась.* В отличие от двух предшествующих видов, изъятие серебряного карася не регулируется посредством установления общего допустимого улова (ОДУ). Т.е. считается, что это — второстепенный промысловый вид, не пользующийся значимым интересом рыбной промышленности и, соответственно, не перелавливаемый. Рассмотрим вопрос о степени промыслового использования серебряного карася по материалам 2009 г. Данные о биологическом состоянии карася (размерный, возрастной состав и пр.) собраны (исследована 321 особь), обработаны и любезно предоставлены д.б.н. М. И. Абраменко.

Известно, что предельный возраст серебряного карася составляет 19 лет [4]. В сетных уловах из восточной части Таганрогского залива присутствовали рыбы 3—12-годовалого возраста, т.е. 10 генераций (рис. 6).

На 2/3 улов состоял из рыб 5—7-летнего возраста. 4-годовики внесли более 13 %, вклад остальных групп был значительно меньше (рис. 6).

*Тарань.* Нарушение естественного стока рек привело к деградации естественного воспроизводства азовской формы плотвы, что, вкупе с излишним промысловым и браконьерским изъятием, привело к неудовлетворительному состоянию запасов. По материалам, собранным в 2010 г. (332 экз.), уловы этой рыбы состояли всего из 4 годовых классов (рис. 4). При этом почти 60 % улова составляли рыбы одного поколения в возрасте 3+. Столь небольшое число генераций, входящих в популяцию, свидетельствует о том, что почти вся рыба изымается по достижении ею размеров облова промысловыми орудиями.

Соответственно, расчётный мгновенный коэффициент общей смертности составил 1,573, что говорит о ежегодной гибели 80 % популяции тарани. В то же время, показатель естественной смертности в промысловом возрасте оказался равен в среднем 0,265 (рис. 5). При таком значении естественной убыли изъятие не должно превышать 20 % [6]; по нашим данным (коэффициент промысловой смертности — 1,308), оно превышает 70 %.

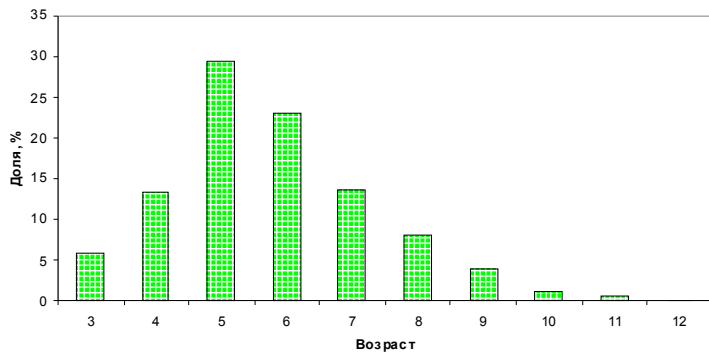


Рис. 6 Возрастной состав серебряного карася в 2009 г.

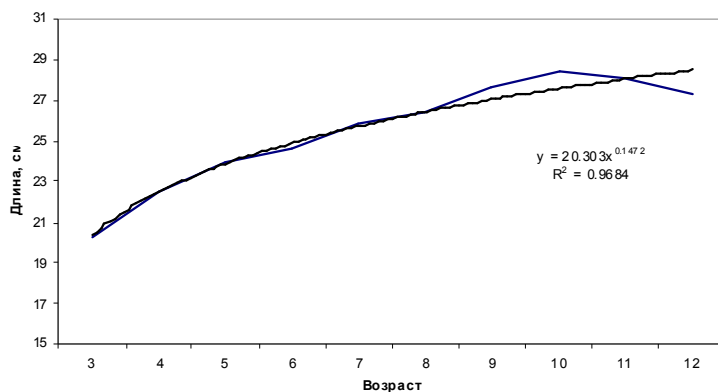


Рис. 7 Длина серебряного карася в возрасте 3—12 лет и аппроксимация линейного роста уравнением степенной функции

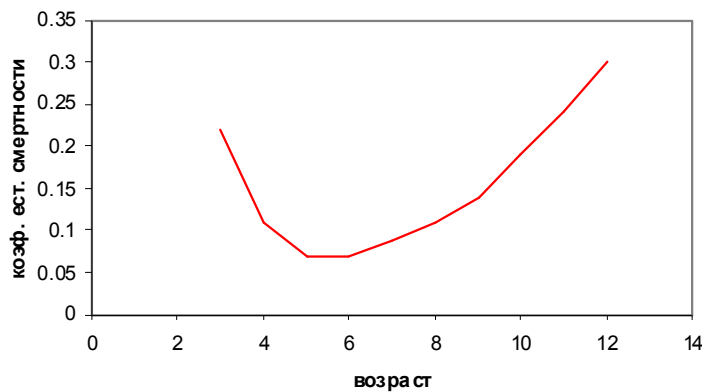


Рис. 8 Изменения мгновенного коэффициента естественной смертности серебряного карася с возрастом

нима для оценки уровня промыслового изъятия, а в перспективе — и запасов рыб Азовского моря при наличии первичных данных об их биологическом состоянии из различных районов промысла, включая зону украинской юрисдикции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыкин П. А. Методика оценки степени оптимального использования и запасов промысловых рыб на основе информации о биологическом составе уловов / П. А. Балыкин, Л. А. Зыков. — Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2013. — 33 с.
2. Балыкин П. А. О методах исследования водных биологических ресурсов // Использование и охрана природных ресурсов России / П. А. Балыкин, А. И. Кушнарченко. — 2012. — № 2. — С. 38—44.

Кривая возрастного состава даёт возможность оценить мгновенный коэффициент общей смертности серебряного карася значением 0,688. Располагая данными о линейном росте (рис. 7) и половом созревании, можно оценить естественную убыль по возрастным группам (рис. 8).

Среднее значение мгновенного коэффициента естественной смертности для рыб промыслового возраста составило 0,151. При таком значении изъятие рыболовством может составлять не более 10—12 % запаса [5]. Фактический показатель убыли от вылова равняется  $0,688 - 0,151 = 0,537$ , что показывает, что вылавливается 40—42 % численности промыслового запаса. Таким образом, и эксплуатация ресурсов серебряного карася является чрезмерной. Из этого следует, что регулирование промысла этой рыбы посредством установления ОДУ не было бы излишним.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя оценки степени эксплуатации промысловых рыб Азовского моря, приходим к обоснованному заключению, что легальная и нелегальная добыча в несколько раз превосходит возможное изъятие, допустимое согласно биологическим параметрам используемых популяций. Представляется обоснованным мнение, что данная методика приме-

3. *Запасы водных биоресурсов и перспективы отечественного рыболовства* / О. А. Булатов, В. А. Бизиков, Н. В. Кловач, В. М. Борисов, С. Ю. Леонтьев, С. Ю. Бражник // Рыбохозяйственной науке России — 130 лет : Всероссийская конференция : тезисы докладов. — М.: ВНИРО, 2011. — С. 27—28.
4. *Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы ее сохранения* / Г. Г. Матишов, М. И. Абраменко, П. А. Балыкин, Т. В. Безгачина и др. — Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2009. — 272 с.
5. *Матишов Г. Г. Водные биоресурсы Азово-Черноморского бассейна, их использование и изучение* / Г. Г. Матишов, П. А. Балыкин, В. А. Лужняк // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VII Международной конференции. — Керчь: ЮгНИРО, 2012. — Т. 1. — С. 15—21.
6. *Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства* / П. В. Тюрин // Изв. ГосНИОРХ. — 1972. — Т. 71. — С. 71—127.

*Поступила в редакцию 04.02.2014 г.*

**Рівень промислової смертності риб Азовського моря. П. О. Баликін.** *Запропоновано методу оцінки ступеню оптимального використання запасів промислових риб на основі інформації про біологічний склад уловів за показниками лінійного, вагового росту і статевого дозрівання риб, вікового складу уловів, засновуючись на положеннях про загальну, природну та промислову смертність. Виконані оцінки коефіцієнтів промислової смертності ляща, тарані, сріблястого карася з урахуванням запропонованої методики. Іхтіологічні спостереження були виконані в східній частині Таганрозької затоки і дельті Дону (Свиняче гирло, устя р. Кагальник, Азовське море). Показано, що вилучення внаслідок промислу (легальне і нелегальне) в декілька разів перевищує біологічно обґрунтований рівень. Рекомендована методика придатна для оцінки рівня промислового вилучення, а в перспективі — для запасів риб Азовського моря за умов наявності первісних даних про їх біологічний стан із різних районів промислу.*

*Ключові слова:* промислова смертність, лящ, тараня, сріблястий карась, лінійний ріст, біологічні дані, вилучення

**Fishing mortality rate for the Azov Sea fish species. P. A. Balykin.** *Methodology is suggested for the assessment of the optimal exploitation degree for the commercial fish species using the data on the biological composition of catches due to the parameters of linear, weight fish growth and maturation, age composition of catches, according to the regulations on total, natural and fishing mortality. The assessments of mortality rate coefficients of bream, Azov roach, silver Prussian carp were performed on the basis of the suggested methodology. Ichthyologic observations were carried out in the eastern part of the Taganrog Bay and the Don River Delta (Svinoe Estuary, the Kagalnik River mouth, Azov Sea). It is shown that catches (both legal and illegal) greatly exceed the biologically substantiated level. The recommended methodology is applicable to the assessment of fisheries rate, and eventually to the fish stocks of the Azov Sea under condition of primary data on their biological state from different fishing areas.*

*Keywords:* fishing mortality, bream, Azov roach, silver Prussian carp, linear growth, biological data, fish catch

**А. М. Стафикопуло, зав. лаб.**

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИРО)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СВЕТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫСЛА В АЗОВСКОМ МОРЕ**

*В качестве решения для соблюдения природоохранных норм при освоении установленных лимитов на вылов водных живых ресурсов Азовского бассейна представлено использование электросвета как искусственного физического раздражителя для интенсификации промышленного рыболовства. Исследования проводились на наблюдательных пунктах вблизи Крымского побережья и в Таганрогском заливе (Азовское море) в 2009—2011 гг. Для проведения исследований использовались устройства хамсово-тюлечных ставных неводов, состоящие из двух ставных неводов. Получены сравнительные характеристики наличия и величины уловов рыбы с целью определения реакции рыбы на электрический свет. Реакция рыбы на свет определялась на основании анализа уловов опытных орудий лова при различных режимах лова. Приведены краткие итоги выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ за 2009—2013 гг. Прослежена возможность эффективного применения электрического света в ставных неводах.*

*Ключевые слова:* Азовское море, электросвет, хамса, тюлька, эффективный промысел, световые поля, способ лова, источники света, ставной невод

### **ВВЕДЕНИЕ**

Из многочисленных физических раздражителей наибольшее применение для интенсификации промышленного рыболовства имеет электросвет. С давних пор рыбакам известно, что искусственный свет оказывает влияние на рыбу: одни рыбы привлекаются светом, другие уходят от него в неосвещенную зону, третьи прекращают свое движение и останавливаются в луче света и т. д. Это отношение рыбы к свету использовано для лова.

Использование искусственных световых полей освещенности в рыболовстве связано в основном с их воздействием на рыбу как условного сигнала питания, стаеобразования, ухода от опасности, оборонительного сигнала и т.д. Такие поля способны выполнять все основные управляющие функции [2].

Наиболее важная управляющая функция искусственного светового поля связана с направленным перемещением рыбы к источнику света. Определение направления на источник возможно благодаря неравномерности углового распределения света в зоне его действия. Вблизи одиноких источников подводного и надводного освещения неравномерность углового распределения света велика и обеспечивает выбор рыбой направления в световом поле.

Часто одни и те же световые устройства выполняют привлекающие и концентрирующие функции. Если они выполняют обе функции одновременно, то их выбирают так, чтобы обеспечить в целом наибольшую производительность лова. В других случаях для направленного перемещения рыбы к источнику можно использовать привлекающие и концентрирующие источники.

Лов с помощью света в мировом рыболовстве имеет большое значение. Освещением морской поверхности прожектором широко пользуются при лове кошельковыми неводами в Норвегии, Австралии и др. Особенно широко надводное освещение применяют французские и итальянские рыбаки в Средиземном море при лове лампарой сардины и анчоуса. Также надводное освещение использу-

ют для закидного неводного лова: в Греции ловят саргана, в Италии и Франции — анчоуса, скумбрию, ставриду и других рыб. В северо-западной части Индийского океана, у побережья Африки, во время ловли сайры с помощью надводного освещения ловят сардину, сардинопса и сардинелу.

Большое значение имеет лов с помощью подводного электроосвещения. Так осуществляется лов кильки в Каспийском море конусными подхватами, рыбонасосами и эрлифтами. С помощью света вылавливается большое количество и нерыбных объектов, в частности кальмаров [1]. При этом появляются новые его способы, совершенствуется техника и организация лова.

В Украине электросвет как способ воздействия на рыбу уже давно успешно используется при промысле ставриды конусными ловушками в Черном море.

В Азовском море также периодически проводились работы с целью использования искусственных световых полей для промысла рыбы. Так, в 1981—83 гг. проводились опытно-экспериментальные работы на судне СЧС-1292 по определению возможности использования подводных светильников для концентрирования тюльки и последующего ее облова типовой конусной ловушкой или рыбонасосной установкой РБ-100.

Определение реакции тюльки на подводный свет, ее поведение и распределение в освещенной зоне в зависимости от времени года, внешних факторов (ветер, волнение, температура воды и воздуха, фаза луны и др.) и облов сконцентрированных скоплений рыбы осуществлялись на световых станциях, проводимых на естественных скоплениях тюльки в «тюлечных» квадратах. Световые станции проводились как в дрейфе, так и при стоянке судна на якорю в темное время суток. Привлечение и концентрация тюльки осуществлялись двумя типовыми подводными светильниками мощностью по 1500 Вт каждый.

В зимний период 1982 года (январь) было проведено 8 световых станций. При проведении световых работ на участке со слабыми записями рыбы после включения подводных светильников наблюдалось постепенное уплотнение скопления под судном. Через 2—2,5 часа плотность стабилизируется и держится слоем от 2 до 8 метров у дна. При отключении источников света скопления тюльки постепенно, в течение получаса, рассеивались. Время полного цикла работы конусной ловушки в основном составляло 10—15 минут, и средний улов за подъем составил 72 кг тюльки [4]. В это время было сделано две попытки облова скоплений с помощью рыбонасоса. Средние уловы составили 40 кг тюльки в час.

В весенний период (апрель) было проведено 6 световых станций. Скопления тюльки в этот период практически отсутствовали, а после включения подводных ламп на эхолоте отмечалась только слабая запись рыбы. Уловы за подъем конусной ловушки составляли 5—25 кг тюльки.

Работы со светом в 1983 году проводились также в зимний период (февраль) и весенний период (март, апрель). В зимний период было проведено 6 световых станций. Из-за неблагоприятных погодных факторов и промысловой обстановки (штормовые погоды, мутная вода, разреженные скопления, полнолуние) не удавалось имеющимися светильниками сконцентрировать рыбу. В весеннее время (9 световых станций) ситуация была похожей. Анализ результатов экспериментальных работ за этот период показал, что при полнолунии и в послештормовое время, когда естественные скопления тюльки сильно рассеяны, а вода в море имеет низкую прозрачность, тюлька образует очень слабые концентрации в зоне белого цвета подводных светильников. Уловы за подъем конусной ловушки не превышали 25—30 кг [5]. На свет синего и красного цветов тюлька вообще не привлекалась. Из-за отсутствия стабильных и плотных скоплений на свет применение для облова разреженной тюльки рыбонасосной установки РБУ-100 было нецелесообразным.

В 1986—87 годах в Азовском море были проведены похожие работы на МРТР «Исаково» и МРТР «Гайдук». На МРТР «Исаково» опытно-экспериментальные работы по определению возможности использования электросвета для концентрирования тюльки и последующего ее облова бортовой ловушкой или рыбонасосной установкой ЭРН-200 проводились в октябре 1986 года. Для концентрации тюльки использовались как подводные, так и надводные светильники. За этот период тюлька только временами проявляла положительную реакцию на электрический свет, привлекаясь к источнику света и концентрируясь в зоне облова. Однако реакция привлечений была слабой и неустойчивой. Только в одном случае удалось выловить за светоночь около 1 т рыбы [6]. В остальное время уловы тюльки были незначительны.

МРТП «Гайдук», дооборудованный под светолов рыбонасосной установкой ЭРН-200, проводил экспериментальный лов азовской тюльки в августе и октябре—декабре 1986 г. За это время было проведено 54 световые станции, из которых 30 зачетных с общим выловом 39 т. Средний вылов за светоночь составил 1,3 т, максимальный — 10 т рыбы [5].

В 1987 году были продолжены работы на МРТП «Гайдук» в октябре—декабре. За это время было проведено 16 световых станций. Средний вылов за светоночь составил 0,44 т [3].

Чтобы использовать искусственные световые поля в промышленном рыболовстве в Азовском море, необходимо изучить реакцию всех интересующих видов рыб на этот раздражитель.

## **КРАТКИЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ**

В 2009—2013 годы ЮгНИРО проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по использованию искусственных световых полей для промысла рыбы.

Целью исследований является изучение влияния электросвета на поведение рыб Азовского бассейна для определения возможности использования его при промысле рыбы, рекомендации новых способов лова для интенсификации промысла.

Задачами исследований являются: установка опытных орудий лова для проведения исследований; получение исходных данных по влиянию электросвета на поведение рыб; определение уловистости опытных орудий лова при различных способах освещения; рекомендации по использованию электросвета при ведении промысла.

Целью исследований 2009—2011 годов являлось получение исходных данных по влиянию электросвета на поведение различных видов рыб для дальнейших рекомендаций по использованию искусственных световых полей освещенности в рыболовстве.

Для проведения исследований использовались устройства хамсово-тюльчных ставных неводов, состоящие из двух ставных неводов. В одном неводе устанавливался прожектор для создания светового поля, а другой невод использовался как «фоновый» для сравнения уловов. Прожектор в экспериментальном неводе устанавливался в надводном положении на гундерах для освещения двора и котлов.

В качестве прожектора использовались галогенные и светодиодные лампы на 12 Вольт. Питание лампы осуществлялось от аккумулятора, который был установлен на раме ставного невода. Включение прожекторов в темное время суток и отключение утром осуществлялось с помощью светового реле. При необходимости аккумулятор снимался для зарядки, а вместо него ставился сменный заряженный аккумулятор.

Для получения сравнительных характеристик на предмет наличия и величины уловов рыбы, с целью определения реакции рыбы на электрический свет, ежедневно производились срезки котлов опытных ставных неводов. Реакция рыбы на свет определялась на основании анализа уловов опытных орудий лова при различных режимах лова.

В 2009 году исследования проводились на двух наблюдательных пунктах. Один пункт находился в Азовском море возле крымского побережья, а другой — в Таганрогском заливе. Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов по Крымскому побережью Азовского моря в 2009 году сведены в табл. 1.

Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2009 году сведены в табл. 2.

Обобщенные данные сравнительных характеристик за 2009 год показаны на графике 1.

В 2010 году исследования проводились на трех наблюдательных пунктах. Один пункт находился в Азовском море возле крымского побережья, а два других — в Таганрогском заливе.

Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов по Крымскому побережью Азовского моря в 2010 году сведены в табл. 3.

Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2010 году сведены в табл. 4.



Таблица 1

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов по Крымскому побережью Азовского моря в 2009 году

Месяц	Тип невода	Кол-во суток на лову	Кол-во срезок, производимых в один день	Количество срезок при больших уловах										
				хамса	бычки	тюлька	атерина	сельдь	барабуля	ставрида	сарган	калкан	скаг	пиленгас
апрель	Ф	20	20	7	9	7	6	5	-	-	-	-	-	2
	Э	21	20	7	12	12	5	5	-	-	-	-	-	2
май	Ф	31	29	8	5	5	5	3	1	1	-	-	-	0
	Э	31	29	12	6	10	7	3	0	3	-	-	-	1
июнь	Ф	26	25	9	-	8	2	0	9	4	-	3	0	1
	Э	26	25	10	-	11	7	2	7	15	-	5	1	0
июль	Ф	26	25	6	1	7	7	6	11	0	-	2	0	-
	Э	26	25	12	1	5	5	13	3	15	-	1	2	-
август	Ф	14	13	4	4	4	2	4	2	0	-	1	-	-
	Э	14	13	5	3	2	2	1	2	5	-	2	-	-
сентябрь	Ф	30	26	5	8	9	3	8	8	0	7	1	0	1
	Э	30	24	3	8	6	3	13	8	3	5	1	2	1
октябрь	Ф	16	15	0	3	1	3	1	2	-	2	-	-	-
	Э	16	15	3	5	4	2	3	5	-	7	-	-	-

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

Таблица 2

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2009 году

Месяц	Тип невода	Количество суток на лову	Количество срезок, производимых в один день	Количество срезок при больших уловах тюльки
июнь	Ф	0	0	0
	Э	15	0	0
июль	Ф	31	26	2
	Э	31	26	24
август	Ф	29	28	0
	Э	29	28	28
сентябрь	Ф	25	21	0
	Э	26	21	21
октябрь	Ф	25	21	0
	Э	28	21	19

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

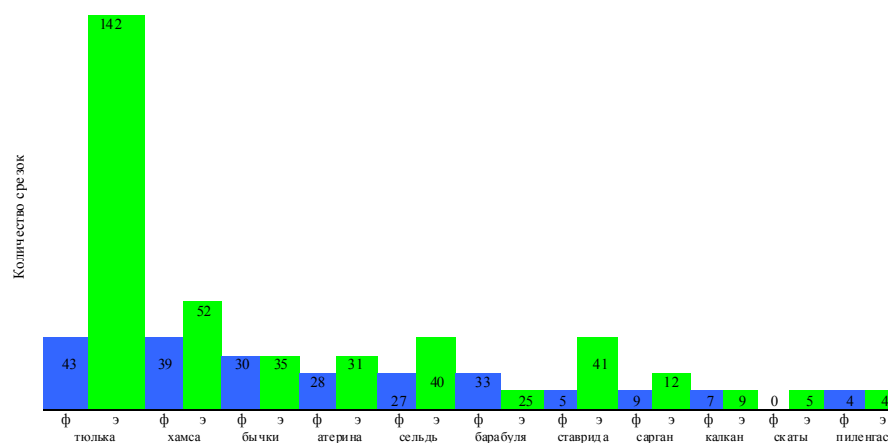


График 1 Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов в 2009 году

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов по Крымскому побережью Азовского моря в 2010 году

Месяц	Тип невода	Кол-во суток на лову	Кол-во срезок, производимых в один день	Количество срезок при больших уловах										
				хамса	бычи	тюлька	атерина	сельдь	барабуля	ставрида	сарган	калкан	скат	пиленгас
апрель	Ф	10	10	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0	3
	Э	10	10	1	6	5	6	4	0	0	0	0	0	3
май	Ф	26	23	10	12	8	12	3	1	2	0	2	0	2
	Э	26	23	13	2	5	9	0	1	6	0	0	0	2
июнь	Ф	7	6	0	3	0	1	1	1	2	0	0	0	0
	Э	7	6	6	2	0	4	1	5	2	0	0	0	0

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

Таблица 4

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2010 году

Месяц	Тип невода	Количество во суток на лову	Количество срезок, производимых в один день	Количество срезок, когда уловы тюльки были больше	Количество срезок, когда уловы бычков были больше
март	Ф	9	7	3	0
	Э	9	7	4	1
апрель	Ф	28	26	2	0
	Э	28	26	21	2
май	Ф	21	21	0	0
	Э	21	21	19	0
июнь	Ф	14	11	0	0
	Э	16	11	11	0
июль	Ф	55	47	7	0
	Э	55	47	32	0
август	Ф	45	44	5	0
	Э	51	44	32	0
сентябрь	Ф	29	27	0	0
	Э	29	27	26	0
октябрь	Ф	21	21	6	1
	Э	21	21	15	2
ноябрь	Ф	29	26	6	1
	Э	29	26	20	1

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

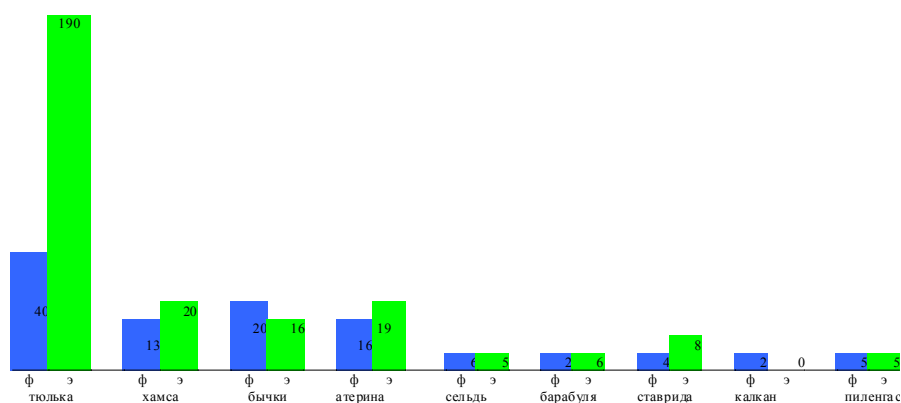


График 2 Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов в 2010 году

Обобщенные данные сравнительных характеристик за 2010 год показаны на графике 2.

В 2011 году исследования проводились на двух наблюдательных пунктах. Оба пункта находились в Таганрогском заливе. Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2011 году сведены в табл. 5 и показаны на графике 3.

Таблица 5

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов по Таганрогскому заливу в 2011 году

Месяц	Тип невода	Количество суток на лову	Количество срезок, производимых в один день	Количество срезок, когда уловы тюльки были больше	Количество срезок, когда уловы хамсы были больше
апрель	Ф	22	17	0	0
	Э	22	17	17	0
май	Ф	29	29	7	2
	Э	29	29	21	5
июнь	Ф	10	8	0	3
	Э	10	8	5	4
июль	Ф	55	45	0	4
	Э	55	45	39	12
август	Ф	53	46	0	0
	Э	53	46	35	13
сентябрь	Ф	55	49	11	8
	Э	55	49	26	2
октябрь	Ф	47	41	20	0
	Э	47	41	17	0

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

Таблица 6

Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов в 2009—2011 годах по видам рыб

Виды рыб	Количество срезок с большими выловами					
	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
	Ф	Э	Ф	Э	Ф	Э
Тюлька	43	142	34	170	7	116
Хамса	39	52	13	20	9	33
Бычки	30	35	18	10		
Атерина	28	31	16	19		
Сельдь	27	40	6	5		
Барабуля	33	25	2	6		
Ставрида	5	41	4	8		
Сарган	9	12	0	0		
Калкан	7	9	2	0		
Скат	0	5	0	0		
Пиленгас	4	4	5	5		

Ф – фоновый ставной невод;

Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

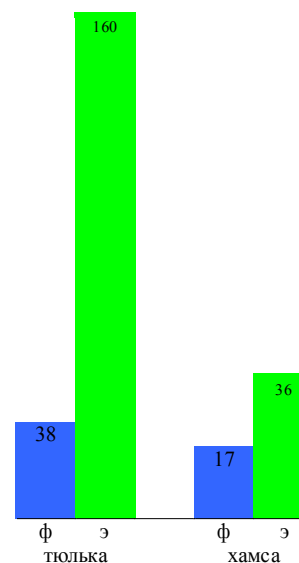


График 3 Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов в 2011 году

Результаты проведенных работ по определению реакции рыб Азовского бассейна на электрический свет, проводимых в 2009—2011 годах, сведены в табл. 6 и показаны на графике 4.

Как видно из результатов исследований 2009—2011 гг., наиболее показательная положительная реакция на электросвет выявлена у тюльки. То есть количество срезок, когда уловы тюльки были больше на экспериментальный ставной невод с электрическим освещением, чем на фоновый ставной невод, почти в 4 раза больше. Количество срезок, когда уловы ставриды были больше на экспериментальный ставной невод с электрическим освещением, чем на фоновый ставной невод, почти в 5 раза больше. Также прослеживается положительная реакция на электросвет хамсы. Выловы хам-

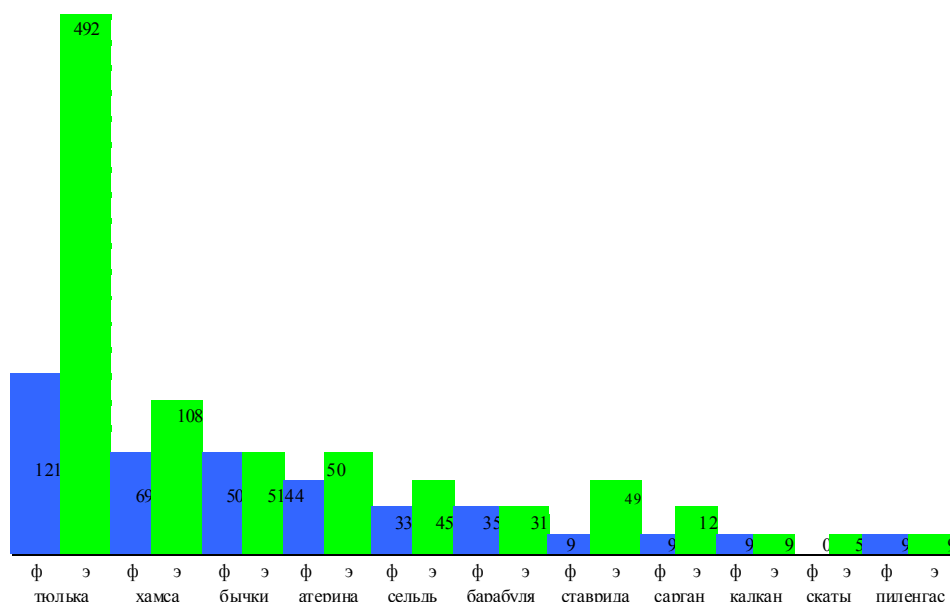


График 4 Сравнительные характеристики уловов опытных ставных неводов в 2009—2011 годах

сы на невод с освещением были почти в два раза больше. У других видов рыб определенных тенденций не выявлено. Данные по скатам можно считать не репрезентативными, так как в уловах они были представлены штучно. Из этого следует, что электрический свет выполняет привлекающие, а возможно, и концентрирующие функции на такие виды рыб в Азовском море, как тюлька, хамса, ставрида.

По результатам исследований 2009—11 гг., можно говорить о целесообразности использования привлекающих и концентрирующих функций искусственных электрических световых полей в мелководных ставных неводах. Также можно исследовать и задерживающие свойства световых полей.

Задерживающие свойства искусственных световых полей можно использовать отдельно для концентрации рыбы перед обловом, предотвращения ее ухода из зоны орудия лова. Задерживающие функции светового поля при положительной реакции рыбы на свет в некоторой степени аналогичны функциям привлекающих и концентрирующих источников. Накопление задержанной рыбы может происходить длительное время. Это необходимо учитывать при выборе интенсивности, спектрального состава, режима работы и расположения источника.

В 2012—2013 годах велись работы по наиболее эффективному применению электросвета в х/т ставных неводах. Для этого необходимо определить оптимальные характеристики применяемых источников света, способы освещения, места расположения световых полей и зоны их действия, предложить рекомендации по использованию электросвета при ведении промысла, провести отработку технологических процессов при ведении промысла с использованием электросвета.

Для проведения исследований использовались устройства хамсово-тюльчных ставных неводов, состоящие из двух ставных неводов. В одном неводе устанавливался прожектор для создания светового поля, а другой невод использовался как «фоновый» для сравнения уловов. Прожектора устанавливались в надводном положении на гундерах. Для определения лучшего места расположения световых полей и зоны их действия прожектора освещали или двор (рис. 1), или котлы невода (рис. 2).

В качестве прожектора использовались галогенные и светодиодные лампы на 12 Вольт. Питание лампы осуществлялось от аккумулятора, который был установлен на раме ставного невода или от солнечных батарей. Включение прожекторов в темное время суток и отключение утром осуществлялось с помощью светового реле.

В 2012 году исследования проводились на одном наблюдательном пункте в Таганрогском заливе, а в 2013 году — на двух наблюдательных пунктах на той же территории. Для получения сравнительных характеристик на предмет наличия и величины уловов рыбы ежедневно производились срезки

котлов опытных ставных неводов. Данные сравнительных характеристик уловов опытных ставных неводов в 2012—2013 годах сведены в табл. 7.

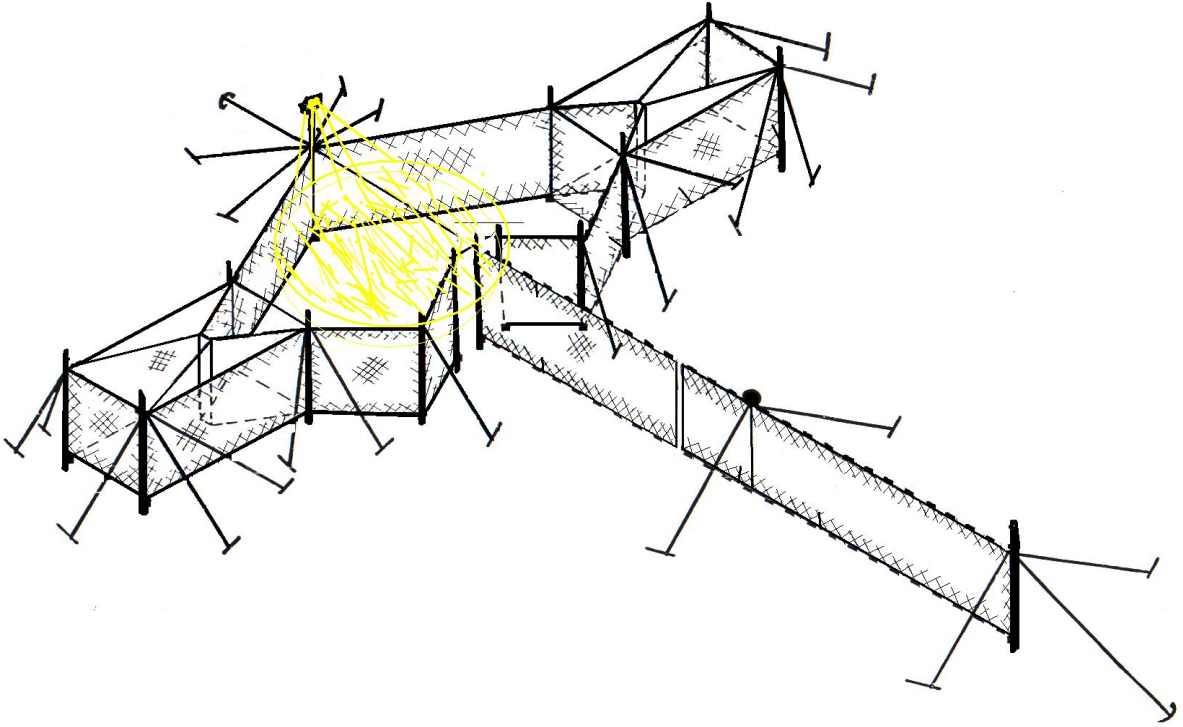


Рис. 1 Световое поле во дворе ставного невода

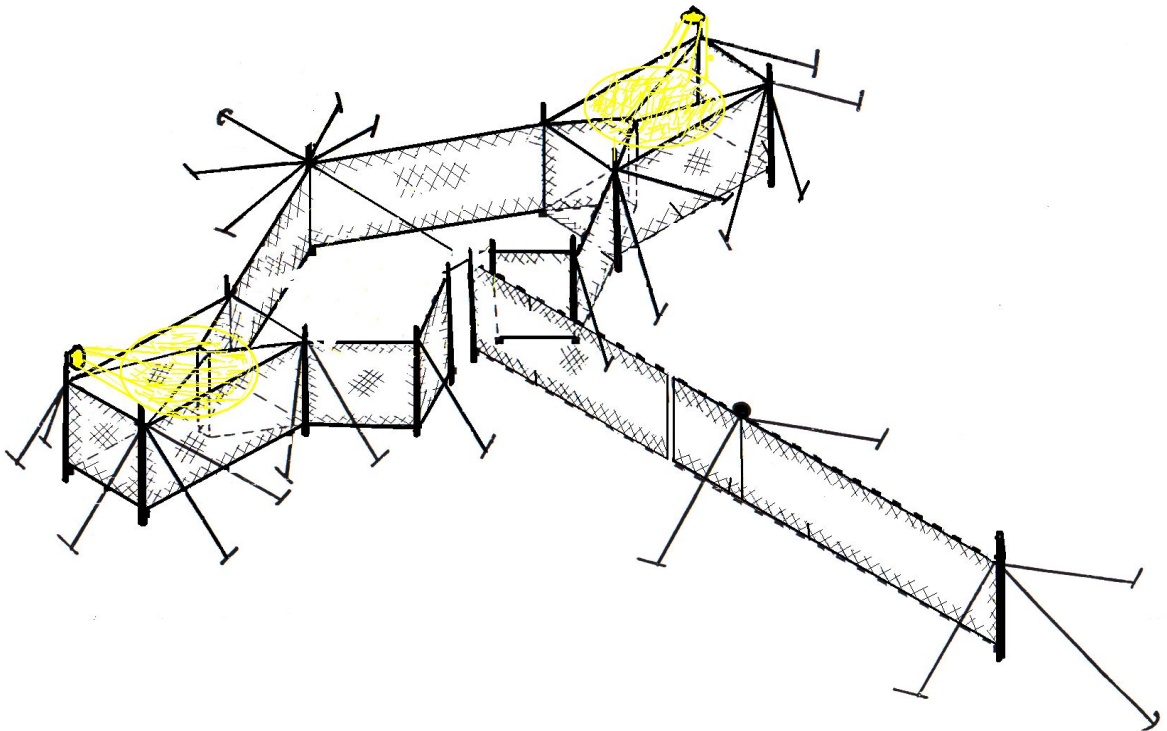


Рис. 2 Световое поле в котлах ставного невода

Данные сравнительных характеристик работы опытных ставных неводов в 2012—2013 гг.

Показатели	Тип осветительных приборов	Расположение светового поля	Количество срезок с большим уловом			
			тюлька		хамса	
	Э	Э	Ф	Э	Ф	Э
Показатели работы опытных ставных неводов	надводный прожектор	в котлах	44	122	5	30
	надводный прожектор	во дворе	77	63	55	42

Ф – фоновый ставной невод;  
Э – экспериментальный ставной невод с освещением.

Сравнительный анализ уловов опытных ставных неводов показал, что при создании световых полей в котлах количество срезок с большими уловами тюльки в экспериментальном неводе было в 3 раза больше, чем в фоновом неводе. По аналогии количество срезок с большими уловами хамсы в экспериментальном неводе было в 6 раз больше, чем в фоновом неводе. При создании светового поля во дворе количество срезок с большими уловами как тюльки, так и хамсы в опытных неводах было примерно одинаковым, даже в фоновых неводах уловы были больше. Из этого следует, что эффективнее использовать привлекающие, концентрирующие и задерживающие свойства светового поля или же какое-то одно из них, создавая искусственное электрическое световое поле в котле ставного невода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, проводившиеся как ранее, так и в настоящее время, по изучению реакции рыбы на электрический свет и определению эффективных способов применения световых полей для рыболовства в Азовском море показали, что положительной реакцией на электросвет привлекались световыми полями и образовывали уплотненные концентрации у источников света в основном тюлька, ставрида и хамса. Однако эти реакции по некоторым причинам (биологическое состояние, факторы внешней среды и др.) не стабильны, а механизмы образования этой реакции, факторы, определяющие поведение рыбы и способы управления ими, требуют дальнейшего изучения.

Работы по использованию световых полей в ставном неводном лове показали эффективность этого метода. Эффективнее использовать привлекающие, концентрирующие и задерживающие свойства светового поля или же какое-то одно из них, создавая искусственное электрическое световое поле в котле ставного невода.

Для повышения эффективности светолова необходимо:

- продолжать исследования по выявлению механизма образования реакции рыбы на свет, определяющих факторов и способов управления поведением рыб для их эффективного привлечения и концентрации в зоне действия орудия лова;
- продолжить работы по наиболее эффективному применению электросвета в х/т ставных неводах, определить оптимальные характеристики применяемых источников света, способы освещения, места расположения световых полей и зоны их действия;
- предложить рекомендации по использованию электросвета при ведении промысла рыбы различными другими способами и орудиями лова (конусными и бортовыми ловушками, рыбонасосами, кошельковыми неводами и др.), совершенствуя технику и организацию лова.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Войниканис-Мирский В. Н.* Техника промышленного рыболовства / В. Н. Войниканис-Мирский. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — С. 388—401.
2. *Мельников В. Н.* Биофизические основы промышленного рыболовства / В. Н. Мельников. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — С. 162—164.

3. Яковлев А. А. Отчет о выполнении работ и предложения по направлению НИОКР для светолова рыб Азово-Черноморского бассейна / А. А. Яковлев, В. И. Абакаров : промежуточный отчет. — Севастополь, ЦЦКТБ, 1987. — С. 2—25.
4. Яковлев А. А. Результаты испытаний промысловых схем и экспериментальных орудий лова тюльки в Азовском море / А. А. Яковлев, В. И. Абакаров : промежуточный отчет. — Севастополь, ЦЦКТБ, 1982. — С. 24—28.
5. Яковлев А. А. Результаты опытного лова тюльки в Азовском море траллирующими орудиями лова, конусной ловушкой и рыбонасосом с использованием электросвета / А. А. Яковлев, Г. Г. Долгов. — Севастополь, ЦЦКТБ, 1983. — С. 29—33.
6. Яковлев А. А. Рекомендации по направлению и организации светолова на Азово-Черноморском бассейне / А. А. Яковлев, В. И. Абакаров : промежуточный отчет. — Севастополь, ЦЦКТБ, 1986. — С. 2—39.

*Поступила 10.02.2014 г.*

**Застосування електричного світла для підвищення ефективності промислу в Азовському морі.**

**О. М. Стафікопуло.** *В якості рішення для дотримання природоохоронних норм під час освоєння встановлених лімітів на вилов водних живих ресурсів Азовського басейну представлено використання електросвітла як штучного фізичного подразника з метою інтенсифікації промислового рибальства. Дослідження проводилися на спостережних пунктах поблизу від Кримського узбережжя і в Таганрозькій затоці (Азовське море) в 2009—2011 рр. Для проведення досліджень використовувалися пристрої хамсово-тюльчаних ставних неводів, що складаються з двох ставних неводів. Отримані порівняльні характеристики наявності і розміру уловів риби з метою визначення реакції риби на електричне світло. Реакція риби на світло визначалася на основі аналізу уловів дослідних знарядь лову за різних режимів лову. Представлені стислі підсумки виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт за 2009—2013 рр.. Прослідкована можливість ефективного використання електричного світла у ставних неводах.*

*Ключові слова:* Азовське море, електросвітло, хамса, тюлька, ефективний промисел, світові поля, спосіб лову, джерело світла, ставний невід

**Application of electric light for the catch efficiency increase in the Azov Sea. A. M. Stafikopulo.**

*Application of the electric light as artificial physical stimulus for intensification of commercial fisheries is presented as a mean to observe conservation measures while exploiting marine living resources of the Azov basin in established limits. The research was carried out on the observation stations in the close vicinity to the Crimean coast and in the Taganrog Bay (Azov Sea) in 2009—2011. Constructions of anchovy and Black Sea sprat pound nets consisting of two pound nets were used to carry out the research. Comparative characteristics of presence and volume of fish catches were obtained with the aim of determining fish response to electric light. Fish response to light was indicated on the basis of catch analysis for sample fishing gears under the condition of different fishing modes. Brief summary of the scientific research and experimental works is given for the period of 2009—2013. Possibility of the effective application of the electrical light in stationary seines is considered.*

*Keywords:* Azov Sea, electric light, Black Sea anchovy, sprat, catch efficiency, light fields, catch method, luminous sources, pound net

**А. И. Милованов, м. н. с.**

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИРО)*

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОЛОГИЯ БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА *NEOGOBIOUS FLUVIALIS*, PALLAS (GOBIIDAE, PERCIFORMES) В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В 2011—2013 ГГ.**

*Приводятся размерно-массовый и возрастной состав, половая структура, сведения о нересте и качественном составе питания бычка-песочника из Керченского пролива. В основу положены материалы, собранные в разных участках Керченского пролива в весенне-летний период (апрель—сентябрь) 2011—2013 гг. Всего было собрано и проанализировано 620 экземпляров. Исследования показали, что в данном районе бычок-песочник концентрируется в центральной части пролива на участках с песчано-ракушечниковым грунтом и глубинами до 4 м. Максимальные размеры песочника в Керченском проливе составляют 14,5 см и 59,3 г, а возраст — 4 года. В половой структуре бычка-песочника исследуемого района преобладают самцы. Основными объектами питания песочника в Керченском проливе являются двустворчатые моллюски.*

*Ключевые слова:* *Neogobius fluvialis*, Керченский пролив, пространственное распределение, размерный состав, возраст, половая структура, нерест, питание

Реализация программы «Black Sea Basin 2007—2013» предусматривает выполнение исследований по мониторингу окружающей среды в бассейне Черного моря с целью смягчения негативных последствий на гидробионтов.

В соответствии с этим, одной из первоочередных задач является оценка видового разнообразия и эколого-биологических особенностей компонентов ихтиоценоза одной из обследуемых акваторий — Керченского пролива.

Керченский пролив — важная составляющая сообщаемой системы Азовское море — Черное море, которая позволяет обмениваться физико-химической и биологической информацией между водоемами, обеспечивая сохранение их биологического разнообразия. Кроме того, пролив является традиционным районом промысла и важной судоходной магистралью.

Керченский пролив является узкой мелководной акваторией длиной по прямой 43 км и шириной от 3,7 до 4,2 км. Глубина пролива со стороны Азовского моря не превышает 10,5 м, со стороны Черного — 18,0 м, в центре акватории — не более 5,5 м. Соленость воды в течение года колеблется от 14 до 18 ‰. Преобладающим является течение азовского направления. Ледовые явления в проливе наблюдаются ежегодно. Для пролива характерно преобладание песчаных и ракушечниковых грунтов в открытых участках акватории и илисто-песчаных — в кутовых частях бухт. Твердые грунты имеются преимущественно на мысах и сформированы известняками, ракушечниками и песчаниками.

В Керченском проливе бычковые (Gobiidae) являются доминирующей группой донных рыб, составляя основу ихтиофауны всех донных биотопов. Здесь, по нашим данным, встречается 15 видов бычков, распространенных по всему проливу [13]. Среди них первоочередной интерес представляют промысловые виды: бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*, бычок-песочник *N. fluvialis*, бычок-мартовик *Mesogobius batrachcephalus*.

По значимости в промысле среди других видов бычков азово-черноморского бассейна бычок-песочник делит второе—третье место с бычком-ширманом. А. И. Смирнов [9] указывает, что доля



этого вида в промысловых уловах всех бычков колеблется от 3 до 30 % в зависимости от района промысла.

Целью данной работы являлось изучение пространственного распределения и биологических характеристик бычка-песочника в Керченском проливе в современный период.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В основу сообщения положены материалы, собранные в разных участках Керченского пролива в весенне-летний период (апрель—сентябрь) 2011—2013 гг. (рис. 1).

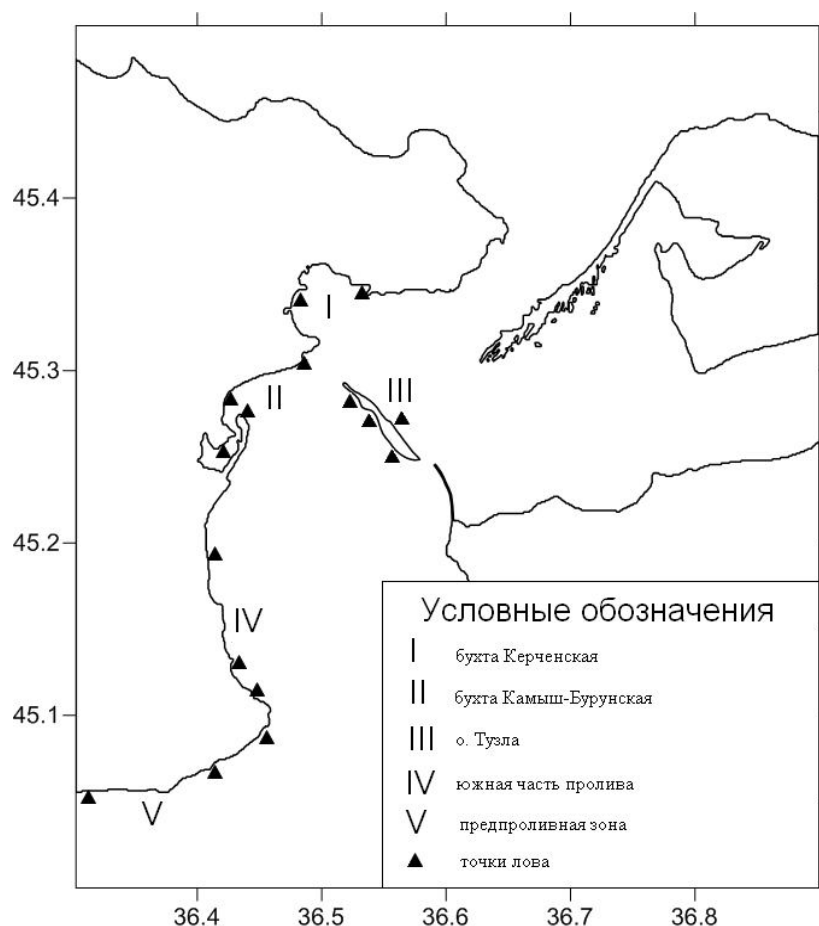


Рис. 1 Карта-схема района исследований с указанием точек сбора материала

В качестве орудий лова использовались удочки, сачки с ячейей 6,5 мм, а в 2013 г. — вентери. Лов проводился от уреза воды до глубины 2 м. Пойманных рыб определяли по работе Е.Д. Васильевой [3]. Всего было собрано и проанализировано 620 экземпляров этого бычка. Биологические анализы проводились по стандартным методикам ихтиологических исследований [8]. Рыба анализировалась сразу после поимки, а также после предварительной фиксации 4 %-ным формалином. Возраст бычков определялся по отолитам согласно методике [6]. Качественный состав питания просматривался после предварительной фиксации кишечника и их содержимого в 4 %-ном формалине.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Бычок-песочник является эвригалинным видом, встречающимся в водах с широким диапазоном солености от 0 до 30 ‰ [7]. Арал этого вида включает в себя Азовское море и его бассейн; прибреж-

ные опресненные участки Черного моря и реки, впадающие в них (нижнее течение Дуная до Болгарии, Днестр, Южный Буг, Днепр выше Киева, реки Крыма, Риони); бассейн Мраморного моря [4].

П. Г. Трифонов [11] указывал, что местами обитания песочника в Азовском море являются «узкие (до 1/4 км) прибрежные песчаные полосы, прилегающие к зоне заплеска, где имеется течение». В Керченском проливе бычок-песочник также держится в прибрежной зоне на участках с глубинами до 4 м на песке и ракушечнике. Для нереста перемещается на участки с твердыми грунтами. Мы часто визуальнo отмечали особей этого вида на границе песка и зарослей морских трав. Однако в уловах непосредственно из самих зарослей песочник не встречался и поэтому не включен нами в данную биотопическую группировку, хотя другие исследователи [1] указывают, что этот вид входит в состав ихтиоценоза зарослей морских трав у берегов западного Крыма и в Каркинитском заливе.

О пространственном распределении бычка-песочника в Керченском проливе можно судить на основании данных рис. 2, на котором показана динамика встречаемости этого вида в уловах при движении вдоль побережья Керченского пролива с севера на юг.

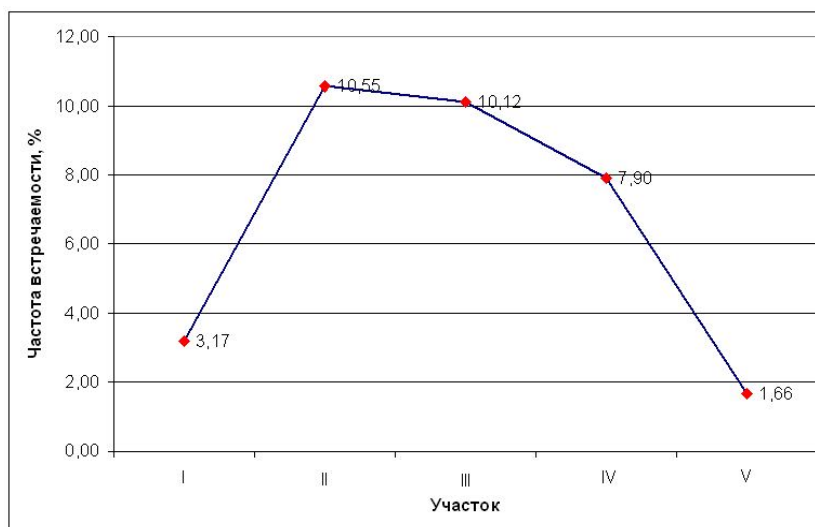


Рис. 2 Частота встречаемости (%) бычка-песочника в уловах (обозначения участков, как на рис. 1)

Как видно на графике, бычок-песочник концентрируется в центральной части Керченского пролива. Снижение частоты встречаемости бычка-песочника с 10,55 % в бухте Камыш-Бурунская до 1,66 % у черноморского побережья Керченского полуострова объясняется, по-видимому, тем, что данный вид предпочитает распресненные воды, а также тем, что именно в центральной части пролива располагаются участки биоценоза *Cerastoderma glaucum* [12] с наиболее подходящей для этого вида кормовой базой.

Бычок-песочник относится к некрупным видам бычков. Его максимальные размеры, по литературным данным [2], составляют 19—20 см, а масса 60—70 г. На рис. 3 представлен размерный состав бычка-песочника в Керченском проливе. В период исследований самые крупные экземпляры бычка-песочника достигали длины (SL) 14,5 см и массы 55 г, а основу уловов составляли особи длиной от 9 до 12,5 см.

В табл. 1 приведены размерно-массовые характеристики бычка-песочника Керченского пролива.

Сравнение размерно-массовых характеристик особей разного пола с помощью двухвыборочного z-теста для средних показало, что самцы статистически достоверно крупнее самок. Параметр z для средней длины особей обоих полов равнялся 7,44, что значительно больше критического значения при имеющемся объеме выборок, равного 1,96.

Возрастной состав бычка-песочника в Керченском проливе в 2013 г. был представлен четырьмя возрастными группами (рис. 4). По численности преобладали двухгодовики — 53,8 % всех исследованных рыб.

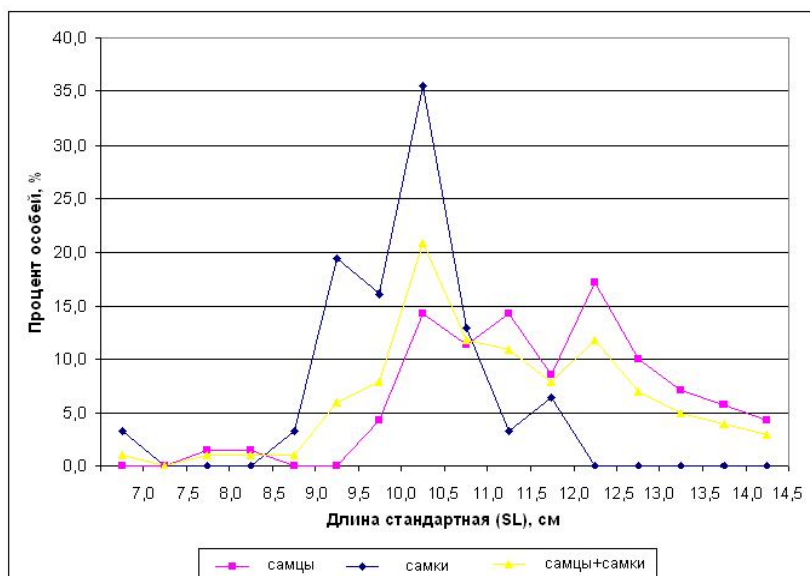


Рис. 3 Размерный состав самцов и самок бычка-песочника в Керченском проливе

Размерно-массовый состав бычка-песочника в Керченском проливе, 2011—2013 гг.

	%	Длина, см		Масса, г	
		SL <sub>ср.</sub>	min-max	Ср.	min-max
Самцы	70	11,8±1,33	7,6-14,5	30,1±0,5	7,9-59,3
Самки	30	9,8±0,94	6,8-11,8	16,5±0,1	5,1-29,2
Самцы и самки	100	11,1±1,5	6,8-14,5	24,7±0,4	5,1-59,3

Таблица 1

Соотношение полов в популяции бычка-песочника из Керченского пролива составляет 1:2,4 в пользу самцов (табл. 1).

А. И. Смирнов [9] указывает, что первое созревание у самцов бычка-песочника начинается при достижении длины

7—8 см и массы 5—9 г, в возрасте 2 года. По нашим данным, в Керченском проливе самый мелкий половозрелый самец имел длину 8,2 см и массу 9,3 г, а самка — 8,6 см и 8,3 г, соответственно.

В Керченском проливе самки созревают несколько раньше самцов (рис. 5). К концу апреля на IV стадии зрелости находилось 20 % самок и только 7,1 % самцов. А ко второй половине мая эти показатели составляли 75 % и 53,3 %, соответственно.

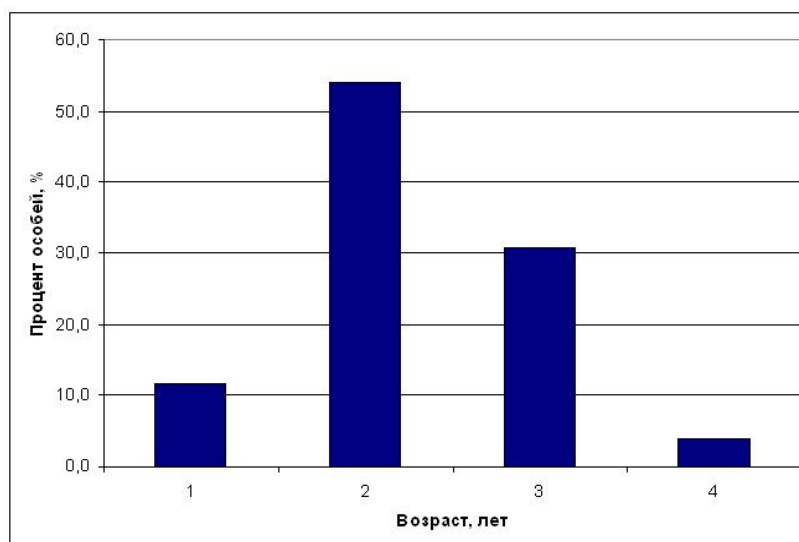


Рис. 4 Возрастной состав бычка-песочника в Керченском проливе в 2013 г.

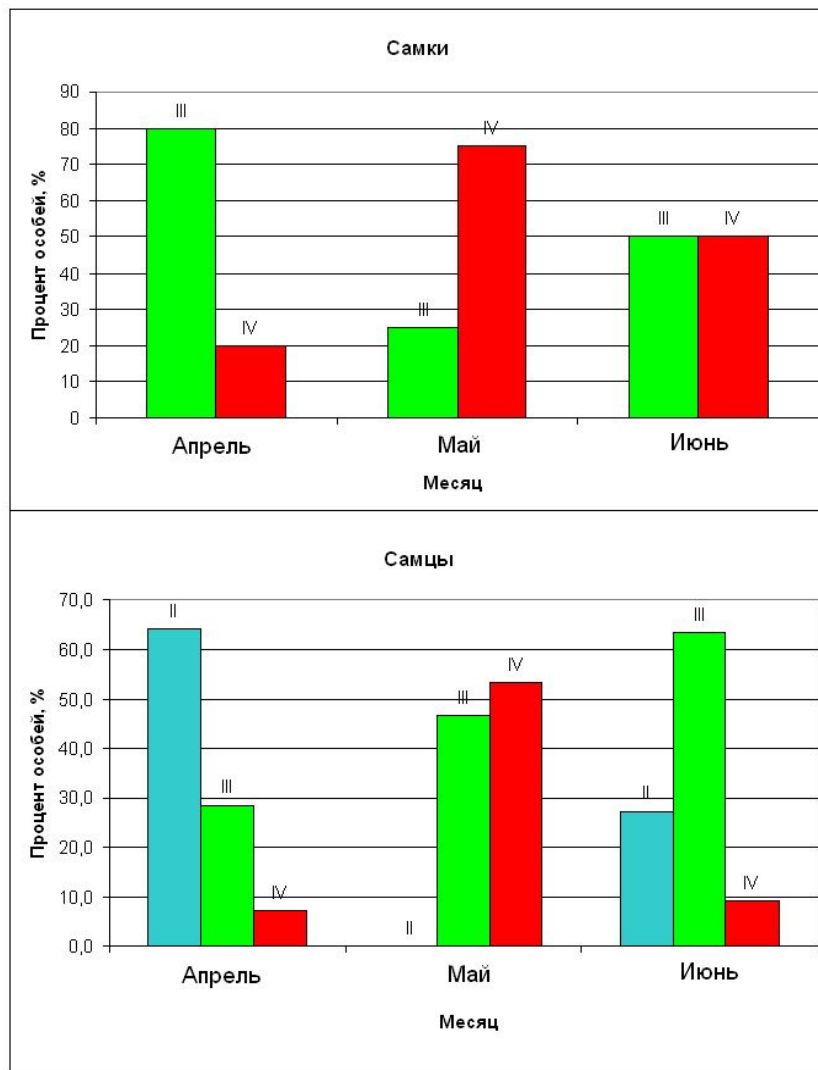


Рис. 5 Изменения состояния гонад у бычка-песочника из Керченского пролива в течение нерестового периода года (апрель—июнь)

Таблица 2  
Состав пищи бычка-песочника (в %) в Керченском проливе; n=200 экз.

Пищевой объект	Частота встречаемости, %
Mytilidae	20
Venus sp.	3
Cerastoderma glaucum	17
Lentidium mediterranean	3
Mya arenaria	3
Polychaeta	8
Decapoda	13
Isopoda	10
Amphipoda	3
Pisces	10
переваренная пища	10
Всего	100

Нерест у бычка-песочника порционный. В Керченском проливе нерест происходит в весенне-летний период — с середины апреля до конца июня. Пик его приходится на конец мая при температуре воды 18—21 °С. Места нереста находятся на прибрежном мелководье на глубинах от 0,2 до 1,5 м и приурочены к песчаным и песчано-каменистым грунтам с примесью ракушечника. Икра откладывается на нижнюю поверхность камней, в пустые створки моллюсков, щели между камнями и плитами берегозащитных сооружений. В литературе имеются сведения, что бычок-песочник может откладывать икру на водную растительность [3, 4].

Основу питания бычка-песочника в Керченском проливе, как и в других районах Азово-Черноморского бассейна [5, 10], составляют двустворчатые моллюски, среди которых основными являются молодь *Mytilus galloprovincialis* (20 %) и *Cerastoderma glaucum* (17 %) (табл. 2).

ми являются молодь *Mytilus galloprovincialis* (20 %) и *Cerastoderma glaucum* (17 %) (табл. 2).

Большое значение в питании бычка-песочника также имеют ракообразные, в основном креветки (13 %) и равноногие раки (10 %).

## ВЫВОДЫ

1. Бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis*) встречается вдоль всей береговой линии, но концентрируется в центральной части пролива на участках с глубинами до 4 м с песчаным и ракушечниковым грунтом. Предпочитает участки с течением воды.
2. Максимальные размеры бычка-песочника в Керченском проливе составляют 14,5 см, основная масса рыб имеет размеры от 9 до 12,5 см.
3. В 2013 г. в Керченском проливе по численности преобладали двухгодовики.
4. Нерестовый период у бычка-песочника в Керченском проливе длится с середины апреля до конца июня, с пиком в конце мая.
5. Основную роль в питании бычка-песочника в Керченском проливе играют двустворчатые моллюски.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болтачев А. Р. Особенности структуры ихтиоценозов биоценоза морских трав западного Крыма и Каркинитского залива / А. Р. Болтачев, Е. П. Карпова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VII междунар. конф. (г. Керчь, 20—23 июня 2012 г.). — Керчь: ЮгНИРО, 2012. — Т. 1. — С. 140—147.
2. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. — М.; Л.: АН СССР, 1949. — Ч. 3. — 451 с.
3. Васильева Е. Д. Рыбы Черного моря / Е. Д. Васильева // Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским. — М.: ВНИРО, 2007. — С. 172—173.
4. Дирипасько О. А. Рыбы Азовского моря / О. А. Дирипасько, Л. В. Изергин, К. В. Демьяненко / Под ред. Н. Г. Богуцкой. — Запорожье. — Бердянск: 000 «НПК «Интер-М», 2011. — 288 с.
5. Лус В. Я. Питание бычков (сем. Gobiidae) Азовского моря / В. Я. Лус // Тр. ИОАН. — 1963. — Т. 62. — С. 96—127.
6. Костюченко В. А. Возраст и темп роста бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas)) в Азовском море / В. А. Костюченко // Труды АзЧерНИРО. — 1961. — Вып. 19. — С. 45—60.
7. Манило Л. Г. Галопатия бычковых рыб (Gobiidae) северо-западной части Черного моря / Л. Г. Манило // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии : тезисы IV междунар. ихтиол. конф. — Севастополь. — 2009. — С. 94—98.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 376 с.
9. Смирнов А. И. Бычки / А. И. Смирнов // Фауна Украины. В 40 томах / Рыбы. — К.: Наукова думка, 1986. — Т. 8. — Вып. 5. — 320 с.
10. Страутман И. Ф. Питание и пищевые взаимоотношения бычков сем. Gobiidae северо-западной части Черного моря и причерноморских лиманов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Одесса. — 1972. — 26 с.
11. Трифонов Г. П. К изучению биологии размножения азовских бычков / Г. П. Трифонов // Труды Карадагской биологической станции. — 1955. — Т. 13, № 5. — С. 5—46.
12. Фащук Д. Я. География макрозообентоса Керченского пролива: динамика распределения, структуры и показателей уровня развития / Д. Я. Фащук, М. В. Флинт, Н. В. Кучерук, А. С. Терентьев, К. С. Ковальчук // Известия РАН, серия географическая. — 2012. — № 3. — С. 99—111.
13. Шаганов В. В. Видовой состав и биотопическое распределение бычковых рыб (Gobiidae) в Керченском проливе / В. В. Шаганов, А. И. Милованов // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии : тезисы IV междунар. ихтиол. конф. (Одесса, 7—11 сентября 2011). — Одесса: Феникс, 2011. — С. 253—255.

Поступила в редакцию 13.02.2014 г.

**Розподіл і біологія бичка-пісочнику *Neogobius fluviialis*, Pallas (Gobiidae, Perciformes) у Керченській протоці в 2011—2013 рр. О. І. Мілованов.** Наведені розмірно-масовий і віковий склад, статеві структура, відомості про нерест і якісний склад харчування бичка-пісочнику з Керченської протоки в 2011—2013 рр. За основу взяті матеріали, зібрані на різних ділянках Керченської протоки у весняно-літній період (квітень—вересень) 2011—2013 рр. Усього було зібрано і проаналізовано 620 екземплярів. Дослідження виявили, що в даному районі бичок-пісочник концентрується в центральній частині протоки на ділянках з піщано-черепашниковим ґрунтом і глибинами до 4 м. Максимальні розміри пісочнику в Керченській протоці складають 14,5 см і 59,3 г, а вік — 4 роки. В статевій структурі бичка-пісочнику досліджуваного району переважають самці. Головними об'єктами харчування пісочнику в Керченській протоці є двостулкові молюски.

*Ключові слова:* *Neogobius fluviialis*, Керченська протока, просторовий розподіл, розмірний склад, вік, статеві структура, нерест, харчування

**Distribution and biology of the monkey goby *Neogobius fluviialis*, Pallas (Gobiidae, Perciformes) in the Kerch Strait in 2011—2013. A. I. Milovanov.** Length and weight composition, sex ratio, spawning data and qualitative feed composition are given for the monkey goby *Neogobius fluviialis*, Pallas of the Kerch Strait for 2011—2013. The materials were collected in the different areas of the Kerch Strait during spring and summer seasons (April—September) of 2011—2013. The total number of 620 specimens were sampled and analyzed. The research indicated that in the given area the monkey goby is aggregated in the central part of the strait in the areas with sandy and shell-limestone ground at depths up to 4 m. In the Kerch Strait, maximal length and weight of the monkey goby are 14.5 cm and 59.3 g, respectively, and the maximal age is 4 years. Males prevail in the sex ratio of the monkey goby in the studied area. Bivalve molluscs are the main feeding objects for the monkey goby in the Kerch Strait.

*Keywords:* *Neogobius fluviialis*, Kerch Strait, spatial distribution, length and weight composition, age composition, sex ratio, spawning, feeding

**Е. А. Замятина, м. н. с.**

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИИРО)*

## **НАХОДКА ЛИЧИНОК ПРОЦЕССЫ СЪЕДОБНОЙ (*PROCESSA EDULIS* RISSO, 1816) В ПЛАНКТОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА**

*Приводятся данные о нахождении личиночных стадий редкого в Черном море вида креветки *Processa edulis* в планктоне северо-западной части Каркинитского залива (вблизи острова Джарылгач) 19 июля 2013 года. 5 особей личинок на V стадии пойманы в дневное время суток. Согласно литературным данным приведены редкие случаи поимки данного вида в Черном море с начала 20 века.*

*Ключевые слова:* личинки, *Processa edulis*, Каркинитский залив, планктон

Северо-западная часть Каркинитского залива является одним из приоритетных районов Черного моря, в которых ЮЗНИИРО с 2007 г. проводит работы по изучению биологического разнообразия зоопланктона и зообентоса. За период исследований выявлено нахождение в северо-западной части Каркинитского залива трех видов креветок: *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837), *Palaemon elegans* (Rathke, 1837) и *Crangon crangon* (Linne, 1758) [6]. В планктоне Каркинитского залива в 2013 г., кроме личинок травяной креветки (массового вида для этой акватории) [4], были встречены личинки редкого для Черного моря вида креветки процесса съедобная — *Processa edulis* (Risso, 1816).

Вид распространен в Восточной Атлантике от Британских островов до Средиземного и Черного морей [5]. В Черном море вид встречается редко. Из литературных источников известно [5], что икраносные самки наблюдались в ноябре 1957 г. у Созополя (Болгария). В июле—августе креветок находили у Балчика и Варны (Болгария). У румынских берегов вид отмечен в районах Аджиджи и Мангалии. Икраносные самки были отмечены также в районе Карадага Виноградовой в 1951 г. [2] и у Севастополя, где, по наблюдениям С. А. Зернова [5], в начале июня и в августе 1913 г. были обнаружены половозрелые особи. По данным Долгопольской [3], личинки в планктоне Севастопольской бухты встречались в 1948 г. с июня по октябрь. По наблюдениям Ю. Н. Макарова [5], этот вид обнаружен только у оз. Донузлав (Крым) в 1969 г., где 4 экз. (самки длиной 24—26 мм) были пойманы с помощью сачка среди водорослей на глубине 0,7 м. Несмотря на большое количество проб нейстона и поверхностного планктона, взятых в различных участках Черного моря, личинки *P. edulis* встречались исключительно редко. Так, они были найдены в августе 1969 г. в районе оз. Донузлав на третьей и четвертой стадиях развития (ночные сборы). В районе Новороссийской бухты в этот же период года обнаружены особи первой—шестой стадий. Личинки на поздних стадиях развития были отмечены в районе Туапсе в ноябре 1969 г. Взрослых особей этой креветки находила Л. Л. Анохина в 1999—2000 гг. в Голубой бухте под Туапсе [1].

В наших пробах пять особей личинки процессы съедобной на V стадии (рис. 1) встречены в дневное время летом (19 июля) в 5 км от восточной оконечности острова Джарылгач — станции 1 и 2 (рис. 2).

Находка личинок процессы съедобной в Каркинитском заливе может служить подтверждением расширения ареала данного вида в Черноморском бассейне.



Рис. 1 Личинка *Processa edulis* (Risso, 1816) (ув. x 16)

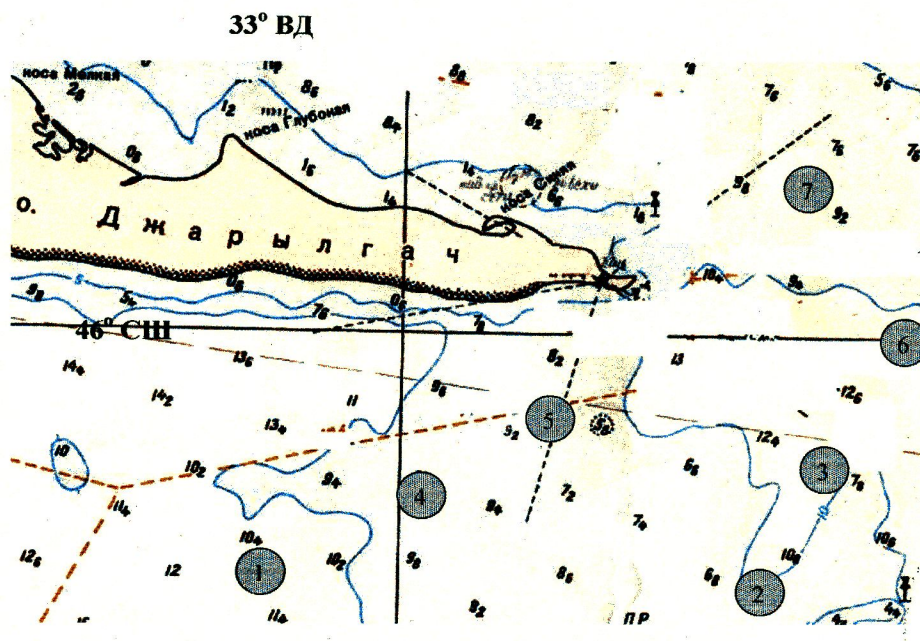


Рис. 2 Схема станций взятия гидробиологических проб в Каркинитском заливе в 2013 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохина Л. Л. Состав, динамика численности и биомассы беспозвоночных бентопелагических животных и их роль в прибрежной экосистеме Черного моря (на примере Голубой бухты) : автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Л. Л. Анохина. — М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2013. — С. 25.
2. Виноградова З. А. Материалы о плодовитости десятиногих раков (Decapoda) Черного моря / З. А. Виноградова // Тр. Карадаг. биол. станции. — 1951. — Вып. 11. — С. 69—91.
3. Долгопольская М. А. Материалы по фенологии личиночных стадий Decapoda / М. А. Долгопольская // Тр. Севастоп. биол. станции. — 1948. — 6. — С. 74—94.



4. *Замятина Е. А.* Особенности батиметрического распределения личинок травяной креветки *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837) в Каркинитском заливе / Е. А. Замятина // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2013. — Т. 51. — С. 50—52.
5. *Макаров Ю. Н.* Десятиногие ракообразные / Ю. Н. Макаров // Фауна Украины. — К.: Наукова думка, 2004. — Т. 26, вып. 1—2. — С. 275—281.
6. *Семик А. М.* Современное состояние популяции травяной креветки в Джарылгачском и Каркинитском заливах / А. М. Семик, Е. А. Замятина, В. А. Шляхов // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 2011. — Т. 49. — С. 79—83.

*Поступила в редакцию 10.02.2014 г.*

**Знахідки личинок процесу їстівної (*Processa edulis* Risso, 1816) у планктоні північно-західної частини Каркінітської затоки.** *Є. О. Замятіна.* Наведено дані про знаходження личинкових стадій рідкісного в Чорному морі виду креветки *Processa edulis* у планктоні північно-західної частини Каркінітської затоки (поблизу від острова Джарилгач) 19 липня 2013 року. 5 особин личинок на V стадії спіймані в світлу частину доби. Відповідно до літературних даних наведені рідкісні випадки спіймання даного виду в Чорному морі з початку 20 сторіччя.

Ключові слова: личинки, *Processa edulis*, Каркінітська затока, планктон

**Findings of the nika shrimps larvae (*Processa edulis* Risso, 1816) in the plankton of the western part of the Karkinit Bay.** *Ye. A. Zamyatina.* Data on findings of the nika shrimp *Processa edulis*, rare for the Black Sea, on the larvae stage in the plankton of the north-western Karkinit Bay (in the near vicinity of Dzharylgach Island) on July 19, 2013 are given. 5 individuals of larvae on the V stage were caught during the daytime. According to the literature data, rare occasions of capture of this species' individuals in the Black Sea since the beginning of the 20<sup>th</sup> century are presented.

Keywords: larvae, *Processa edulis*, the Karkinit Bay, plankton

**Т. М. Авдеева**, ст. н. с., **Н. Б. Заремба**, н. с., **С. С. Жугайло**, зав. лаб.,  
**О. Б. Загайная**, инженер, **С. Н. Аджиумеров**, инженер

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЫ**

*За период 2007—2013 гг. представлена оценка экологического состояния вод Керченской бухты, выполненная на основании анализа кислородного режима и содержания биогенных элементов, а также состояния фитопланктона в прибрежной акватории Керченской бухты. В водной среде проводилось определение солёности, растворенного кислорода, неорганических форм азота, фосфора, а также численности, биомассы и видового разнообразия фитопланктона. Показано, что динамику неорганических форм азота определяет главным образом антропогенный фактор. Дана характеристика состояния фитопланктонного сообщества в сложившихся условиях среды. Проведенные исследования показали, что на протяжении 2007—2013 годов кислородный режим был благоприятным для жизнедеятельности водных организмов, при этом степень насыщения водной среды была выше 100 %. Высокие показатели уровня развития в летний сезон 2010 г. отмечены для фитопланктона, видовой состав формировали в основном сине-зеленые водоросли. Данные показатели и рост концентраций аммония солевого и впоследствии нитратов были обусловлены, вероятно, мягкой зимой 2009—2010 гг. и преобладанием азовского течения в период, предшествующий отбору проб.*

*Ключевые слова:* солёность, растворенный кислород, нитриты, нитраты, аммоний солевой, фитопланктон, численность, биомасса

### **ВВЕДЕНИЕ**

Керченская бухта, как и Керченский пролив в целом, испытывает значительную антропогенную нагрузку, обусловленную интенсификацией судоходства, дноуглублением и дампингом изымаемых грунтов, работой портовых перегрузочных комплексов и т.д. Помимо этого, на состояние прибрежной акватории Керченской бухты оказывают влияние стоки — речной, ливневый и др. С другой стороны, Керченский пролив имеет большое рыбохозяйственное значение на Азово-Черноморском бассейне для многих массовых видов рыб, совершающих нагульные, нерестовые, зимовальные миграции из Азовского в Черное море и обратно.

В связи с этим цель настоящей работы — оценка экологического состояния вод Керченской бухты, выполненная на основании анализа кислородного режима и содержания биогенных элементов, а также состояния фитопланктона в прибрежной акватории Керченской бухты.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В работе использованы результаты исследований лаборатории Охраны морских экосистем ЮгНИРО, выполненные в период 2007—2013 гг. в прибрежной зоне Керченской бухты по схеме станций, представленной на рис. 1. В водной среде проводилось определение солёности, растворенного кислорода, биохимического его потребления (БПК<sub>5</sub>), неорганических форм азота, фосфора, а также численности, биомассы и видового разнообразия фитопланктона.

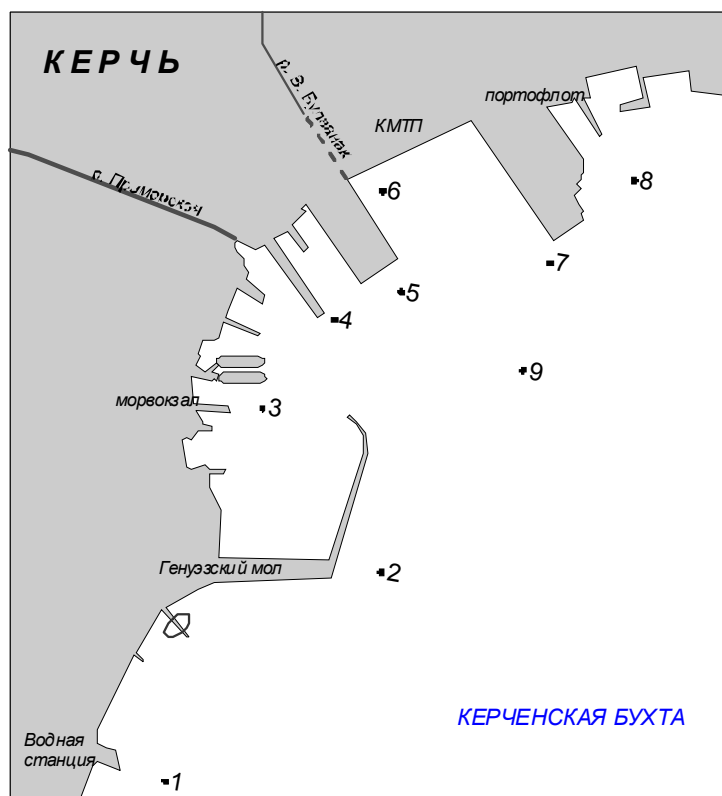


Рис. 1 Схема станций отбора проб в прибрежной акватории Керченской бухты

вается сезонная динамика. Наибольшие его значения зафиксированы в период декабрь—март, наименьшие — май—сентябрь, т.е. в период высоких температур и повышения интенсивности окислительных процессов (рис. 2). При этом минимальная концентрация растворенного газа, составляющая в поверхностной воде 6,44 мг/л, а в придонной — 5,83 мг/л, определена в августе 2007 г. В это время степень насыщения поверхностной воды кислородом составила 121 %, придонной — 109 %, т.е. кислородный режим исследуемой акватории был благоприятным для жизнедеятельности водных организмов.

В отношении вертикального распределения кислорода следует отметить, что на протяжении всего времени исследований насыщение поверхностной воды было выше придонной, что свидетельствует о более интенсивном продуцировании первичного органического вещества в поверхностном слое вод.

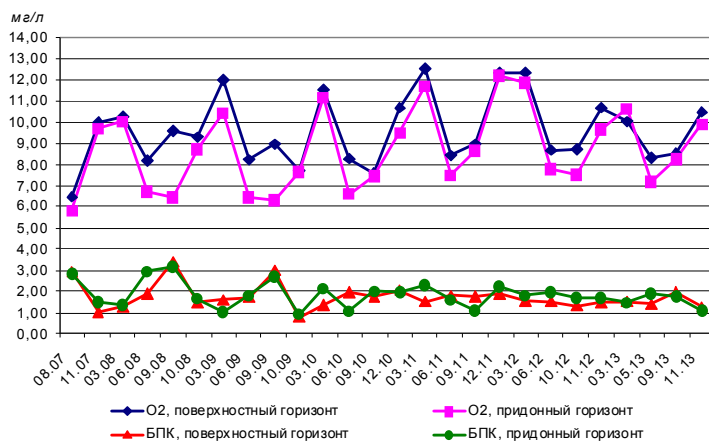


Рис. 2 Динамика средних концентраций растворенного кислорода (мг/л) и величины  $BPK_5$  (мг $O_2$ /л)

Химический анализ проб выполнялся с применением методик [2, 3, 5] в Лаборатории охраны морских экосистем, аттестованной в системе Госстандарта Украины, гидробиологических — с применением методик [4, 6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В течение 2007—2013 гг. соленость вод бухты изменялась в большом диапазоне, что определяется интенсивностью течений в Керченском проливе: опресненным азовским и осолоненным черноморским. Так, в воде поверхностного горизонта бухты средняя соленость изменялась в пределах 10,71—16,38 ‰. В придонной воде на протяжении всего периода она была выше и составила 10,89—16,67 ‰. При этом наименьшая средняя величина этого показателя зафиксирована в июне 2009 г., наибольшая — в сентябре 2013 г.

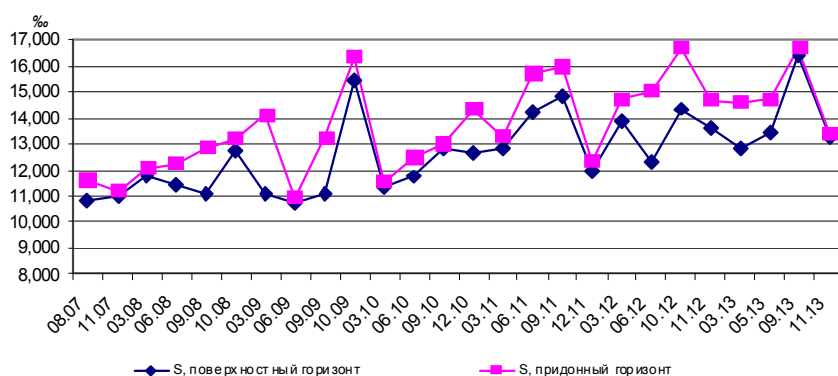
По содержанию в водной среде растворенного кислорода четко прослеживается

Наибольшей вариабельностью по средним величинам  $BPK_5$  отличалась первая половина исследований. В это время зафиксированы как минимальные, так и максимальные значения этого показателя (рис. 2).

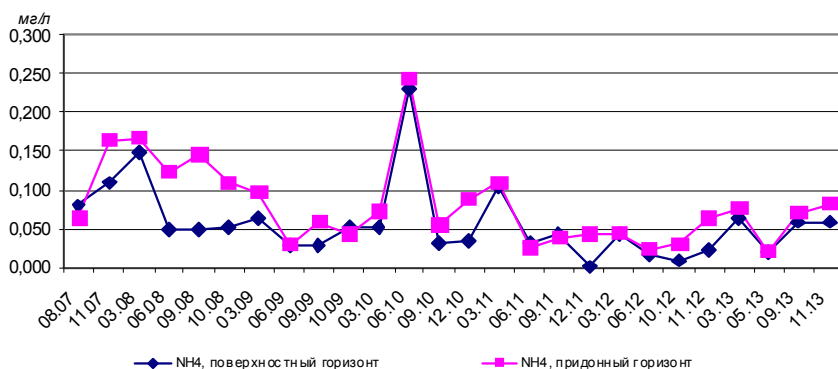
Наибольшие величины  $BPK_5$  превышали ПДК только сентябре 2008 г., при этом их диапазон в поверхностной воде составил 1,77—3,93 мг $O_2$ /л, в придонной — 1,91—4,33 мг $O_2$ /л. Тем не менее абсолютный максимум — 7,94 мг $O_2$ /л — зафиксирован в придонной воде в районе водной станции в июне 2012 г., в это время на остальной части исследуемой

дуюемой акватории величины БПК<sub>5</sub> не превышали предельно допустимой величины. Более низкое значение БПК<sub>5</sub> — 7,82 мгО<sub>2</sub>/л — отмечено в придонной воде в районе морского вокзала в марте 2011 г., при этом превышение ПДК в 1,8 раза наблюдалось только на прилегающей акватории. В последние годы средние величины БПК<sub>5</sub> изменялись в небольшом диапазоне и практически не превышали ПДК. В пространственном распределении помимо максимумов, указанных выше, наибольшие величины БПК<sub>5</sub> практически всегда фиксировались в районе стока р. Булганак, т.е. речной сток является основным источником легко окисляемого органического вещества.

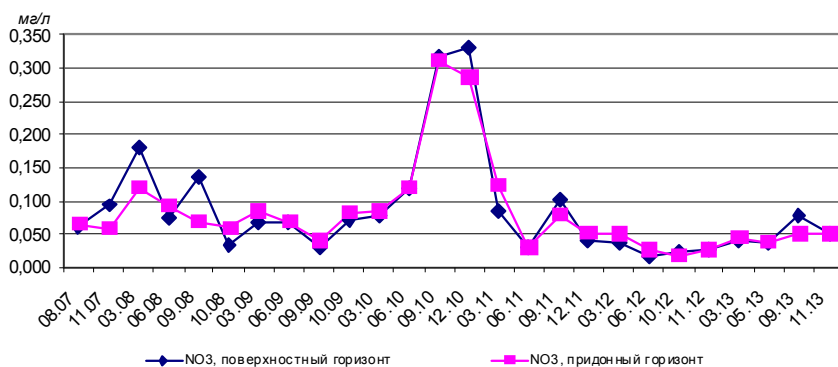
Для аммония солевого в течение практически всего периода исследования наблюдалась классическая сезонная динамика: наибольшее содержание данной формы азота, составляющее 0,023—0,166 мг/л, наблюдалось с ноября по март, в теплое время года оно снижалось в 1,3—2,0 раза. Исключение составил 2010 г., когда в июне зафиксирован абсолютный максимум (рис. 3 а). При этом пространственное распределение аммония солевого в воде исследуемой акватории было достаточно равномерным — 0,220—0,263 л и 0,222—0,270 мг/л у поверхности и дна, соответственно.



а



б



в

Рис. 3 Динамика средних величин солености (‰) и концентраций неорганических форм азота (мг/л) в воде прибрежной акватории Керченской бухты в 2007—2013 гг.: а — соленость, б — аммоний солевого, в — нитраты

В период исследований в сезонной динамике нитратов выделяются два максимума: в сентябре и декабре 2010 г. (рис. 3 б). В сентябре в воде исследуемой акватории их концентрация изменялась в относительно небольшом диапазоне, составляющем 0,13—0,55 мг/л. В декабре в воде придонного горизонта в районе Генуэзского мола определено экстремальное содержание нитратов — 5,93 мг/л, при этом на остальной части акватории оно не превышало 0,54 мг/л (в расчете средней величины экстремальный максимум не учитывался). В поверхностной воде в этой части акватории также зафиксирован максимум, но он был значительно ниже — 0,80 мг/л, а на остальной части акватории концентрация нитратов составила 0,18—0,42 мг/л.

В целом по акватории максимальные среднемесячные содержания нитратов (0,027—0,332 мг/л) фиксировались с декабря по март, в это время в большинстве случаев в поверхностной воде величина солености снижалась до 10,708—12,838 ‰. Минимальное содержание нитратов (0,019—0,120 мг/л) определено в период июнь—август, что вызвано интенсивным их потреблением в период вегетации.

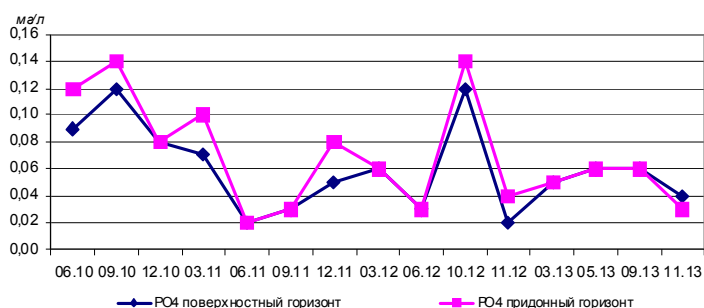


Рис. 4 Динамика средних концентраций фосфатов (мг/л) в воде прибрежной акватории Керченской бухты в 2010—2013 гг.

Содержание нитритов на протяжении всего периода исследований было достаточно низким — 0,00—0,03 мг/л, кроме того, выраженной сезонной динамики не выявлено.

Также не выявлено четко выраженной сезонной динамики и для концентраций неорганического фосфора в водной среде бухты (рис. 4). При этом в период 2010—2013 гг. содержание фосфатов изменялось в большом диапазоне — 0,02—0,12 мг/л.

Анализ многолетней динамики показал, что содержание нитратов и фосфатов в воде изменялось практически синхронно, за исключением октября 2012 г., когда для фосфатов фиксировался максимум, а количество нитратов было минимальным.

Сезонная динамика неорганических форм азота и фосфора определяется как природными, так и антропогенными факторами. Анализ зависимости содержания неорганических форм азота и фосфора от температуры, растворенного кислорода и солености показал корреляционную связь (коэффициент корреляции составляет 0,22) только для аммония солевого в придонном слое воды с соленостью: с увеличением солености воды концентрация этой формы азота снижается.

В исследуемый период отмечены значительные изменения годовых величин аммония солевого и нитратов. С 2007 по 2009 г. наблюдалось снижение содержания аммония солевого, в 2010 г. оно увеличилось в 2 раза, одновременно концентрация нитратов увеличивалась, также достигая максимума в 2010 г. Последующий период характеризовался более низким содержанием аммония солевого и нитратов, причем оно изменялось синхронно и в небольшом диапазоне.

Летний сезон в анализируемые годы характеризовался аномально высокими значениями температуры как водной, так и воздушной среды, что обеспечило благоприятные условия развития фитопланктона. Основу летнего фитопланктона, как правило, составляют перидиниевые и диатомовые водоросли. За период исследования в планктоне Керченской бухты было обнаружено 77 видов водорослей, относящихся к 6 систематическим отделам, из которых 41 вид — представители *Bacillariophyta*, 18 — *Pyrrophyta*, 9 — *Cyanophyta*, 5 — *Chlorophyta* и по два вида *Chrysophyta* и *Euglenophyta*.

Наибольшее видовое разнообразие было отмечено в 2013 г. — 43 вида, наименьшее 2009 г. — 33 вида.

Количественные характеристики фитопланктона по годам значительно различались (таблица, рис. 5).

Максимальный уровень развития фитопланктона отмечался в 2010 г., минимальный — в 2009 г.

Изменение численности и биомассы основных групп фитопланктона Керченской бухты  
в слое 0—дно м в летний период 2009—2013 гг.

Отдел водорослей	Годы	Численность, млн. кл./м <sup>3</sup>					Биомасса, мг/м <sup>3</sup>				
		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Диатомовые		5,3	104,8	30,6	54,7	28,3	36,1	666,8	240,2	487,4	416,4
Перидиниевые		59,0	7,8	4,9	32,9	29,7	91,4	34,8	39,9	56,7	79,3
Прочие		2,5	381,7	4,2	1,8	0,9	6,5	891,0	17,2	4,1	0,3

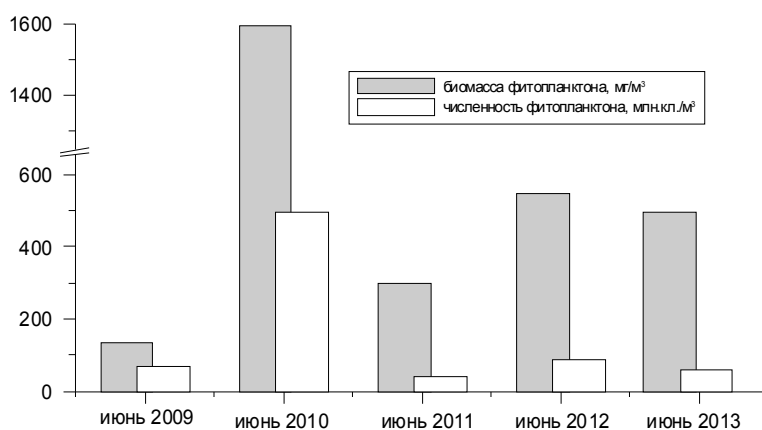


Рис. 5 Динамика количественных показателей развития фитопланктона и концентраций неорганических форм азота в воде прибрежной акватории Керченской бухты (в слое 0—дно) в 2009—2013 гг.

В 2009 г. уровень развития фитоценоза формировали перидиниевые водоросли, удельный вес которых составлял 88 и 68 % суммарной численности и биомассы фитопланктона. Доминировала мелкоразмерная гетеротрофная перидиния *Exuviaella cordata* (81 и 60 % суммарной численности биомассы фитопланктона). Диатомовые водоросли не превышали 8 % суммарной численности и 27 % биомассы. Из диатомовых водорослей существенный вклад в суммарную биомассу вносили крупноклеточные виды *Coscinodiscus granii* и *Cocconeis scutellum*, на их долю приходилось 15 %.

В 2010 г. при максимальном уровне развития фитопланктона значительно изменился его видовой состав: численность сине-зеленых водорослей составила 75 %, а диатомовых — 21 %, при этом их биомасса составляла 55 и 42 %, соответственно. В руководящий комплекс сине-зеленых водорослей входили *Lyngbya limnetica*, на долю которой приходилось 74 % численности и 52 % биомассы. Среди диатомовых доминантными были *Cyclotella caspia* (18 % суммарной численности) и виды рода *Rhizosolenia* (33 % суммарной биомассы). В отличие от предыдущего года, доля перидиниевых водорослей в общей численности и биомассе фитопланктона составляла всего 2 %. Высокие показатели уровня развития фитопланктона в 2010 г. были обусловлены, вероятно, мягкой зимой 2009—2010 гг. [1] и преобладанием азовского течения в период, предшествующий отбору проб.

В 2011 г. средняя численность фитопланктона сократилась в 12,4 раза, а биомасса — в 5,4 раза в сравнении с предыдущим годом. Основу численности и биомассы фитоценоза в этот период формировали диатомовые водоросли (77 и 81 % суммарной численности и биомассы фитопланктона). Доминантами диатомового планктона были *Rhizosolenia calcar avis* (60 % суммарной биомассы), *Thalassionema nitzschioides* (36 % численности) и *Nitzschia closterium* (17 % суммарной численности). Перидиниевые водоросли в этот период составляли 12 % численности и 13 % биомассы суммарного фитопланктона. Из перидиниевых чаще всего в планктоне встречались *Ex. cordata* и *Prorocentrum micans*.

В 2012 г. фитопланктон также формировали диатомовые водоросли, на долю которых приходилось 61 и 89 % суммарной численности и биомассы фитопланктона, субдоминантами, как и в предыдущие два года, выступали перидиниевые (2 и 10 %) водоросли. Основную долю вносила крупноклеточная диатомея *Cerataulina bergonii* (54 и 85 % суммарной численности и биомассы), из перидиниевых водорослей наиболее массовой была *Ex. cordata* (35 % суммарной численности).

В 2013 г. значительный вклад в численность и биомассу фитопланктона вносили представители диатомового (48 и 84 % суммарной численности и биомассы) и перидиниевого (50 и 16 %) комплек-

са. Руководящую роль в диатомовом комплексе играли крупноклеточные виды *Rh. calcar avis* и *Rh. fragilissima* (23 % суммарной численности и 53 % биомассы), в перидиниевом — *Ex. cordata* (38 и 9 %) и *Pr. micans* (9 и 7 %). Представители сине-зеленых, зеленых, золотистых и эвгленовых водорослей в этот период были малочисленны, составляя 2 и менее 1 % по численности и биомассе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что на протяжении 2007—2013 гг. кислородный режим был благоприятным для жизнедеятельности водных организмов. Минимальная концентрация растворенного кислорода наблюдалась в августе 2007 г., при этом степень насыщения водной среды была выше 100 %.

Превышение ПДК до полутора раз для величины БПК<sub>5</sub> наблюдалось в сентябре 2008 г. Абсолютный максимум — 2,6 ПДК — зафиксирован в придонной воде в районе морского вокзала в марте 2011 г. и водной станции в июне 2012 г. В течение всего времени исследований, помимо максимумов, наибольшие величины БПК<sub>5</sub> практически всегда фиксировались в районе стока р. Булганак, т.е. речной сток является одним из основных источников легко окисляемого органического вещества.

Последние годы (2011—2013 гг.) характеризовались более низким содержанием аммония солевого и нитратов, причем оно изменялось синхронно и в небольшом диапазоне. Концентрация нитритов на протяжении всего времени исследований была достаточно низкой — 0—0,03 мг/л, кроме того, выраженной сезонной динамики не выявлено. Наибольшие величины биогенных элементов отмечены в 2010 г.: аммония — в июле 2010 г., нитратов и фосфатов — в сентябре 2010 г.

Высокие показатели уровня развития в летний сезон 2010 г. отмечены и для фитопланктона, видовой состав формировали в основном сине-зеленые водоросли. Такие показатели и, как следствие, рост концентраций аммония солевого и впоследствии нитратов были обусловлены, вероятно, мягкой зимой 2009—2010 гг. и преобладанием азовского течения в период, предшествующий отбору проб.

Таким образом, на экологическое состояние Керченской бухты оказывают влияние как антропогенные, так и природные факторы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровская Р. В. Особенности ледовых условий Керченского пролива в последнее десятилетие / Р. В. Боровская // Системы контроля окружающей среды : сборник научных трудов. — Севастополь: МГИ, 2013. — Вып. 19. — С. 175—184.
2. ДСТУ ISO 5813:2004. Якість води. Визначення розчиненого кисню. Йодометричний метод.
3. КНД 211.1.4.024-95. Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) у природних і стічних водах.
4. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. — М.: Наука, 1982. — 288 с.
5. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. — СПб.: Гидрометеоздат, 1993. — 264 с.
6. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. — Л.: Гидрометеоздат, 1980. — С. 191.

Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

**Екологічний стан прибережної акваторії Керченської затоки. Т. М. Авдєєва, Н. Б. Заремба, С. С. Жугайло, О. Б. Загайна, С. Н. Аджиумеров.** За період 2007—2013 рр. представлена оцінка екологічного стану вод Керченської бухти, виконана на основі аналізу кисневого режиму і вмісту біогенних елементів, а також стану фітопланктону в прибережній акваторії Керченської бухти. В водному середовищі проводилося визначення солоності, розчиненого кисню, неорганічних форм азоту, фосфору, а також чисельності, біомаси і видового різноманіття фітопланктону. Показано,

що динаміку неорганічних форм азоту визначає головним чином антропогенний фактор. Надана характеристика стану фітопланктонного угруповання в існуючих умовах середовища. Проведені дослідження виявили, що на протязі 2007—2013 рр. кисневий режим був сприятливим для життєдіяльності водних організмів, а ступень насиченості водного середовища був вище 100 %. Високі показники рівню розвитку в літній сезон 2010 р. відзначені для фітопланктону, видовий склад формували головним чином синьо-зелені водорості. Дані показники і зростання концентрацій амонію сольового і згодом нітратів були зумовлені, вірогідно, м'якою зимою 2009—2010 рр. і переважанням азовської течії в період, що передував відбору проб.

*Ключові слова:* солоність, розчинений кисень, нітрити, нітрати, амоній сольовий, фітопланктон, чисельність, біомаса

**Environmental state of the Kerch Bay coastal waters. T. M. Avdeyeva, N. B. Zarembo, S. S. Zhugailo, O. B. Zagaynaya, S. N. Adzhumerov.** *For the period of 2007—2013, the assessment of ecological state of the Kerch Strait waters was presented. It was made on the basis of analysis of oxygen regimen and biogenic element content as well as of the phytoplankton state in the coastal area of the Kerch Strait. Estimation of salinity, dissolved oxygen, non-organic nitrogen forms, phosphorus, as well as quantity, biomass and species diversity of phytoplankton was carried out in the water environment. It is shown that the dynamics of non-organic nitrogen forms is determined mainly by the anthropogenic factor. The state of phytoplankton communities is characterized for the existing environmental conditions. The obtained results indicated that the oxygen regimen was favourable for the life sustainability of aquatic organisms during the period of 2007—2013; in these circumstances, the degree of saturation for the aquatic environment was higher than 100 %. High values of development were noted for phytoplankton during the summer season of 2010; species composition was determined mainly by cyanobacteria. These values, as well as the increase in concentrations of ammonium salts and, subsequently, nitrates, could be preconditioned by the mild winter of 2009—2010 and predominance of the Azov current during the period preceding the sample collection.*

*Keywords:* salinity, dissolved oxygen, nitrites, nitrates, ammonium salts, phytoplankton, abundance, biomass



**О. В. Евченко, н. с.**

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ БЕНТОСА В ЗОНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАРИУПОЛЬСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА**

*Представлена сравнительная характеристика бентоса за период 2005—2011 гг. Каждый год в октябре проводятся гидробиологические наблюдения таксономических изменений в донных сообществах и изменений в их распределении на прилегающей к Мариуполю акватории (Азовское море, Украина). Всего было собрано 105 образцов бентоса на 15 станциях на глубине 5—12 метров. Согласно полученным данным, показано, что биомасса изменяется в узких пределах, в то время как численность варьирует в десятки, тысячи раз. На акватории дампинга грунта в течение исследования сообщество *Nereis—Balanus* сменилось сообществом *Cerastoderma*, на акватории подходного канала *Nereis—Rithropanopeus* преобразовалось в сообщество *Spionidae*, на акватории гаваней *Lymnodrillus* — в сообщество *Spionidae*. Наибольшего развития достигало сообщество *Cerastoderma* в 2011г. Сообщества являются нестабильными и по структуре временными.*

*Ключевые слова:* бентос, количество видов, численность, биомасса, сообщество, порт Мариуполь

Прибрежные акватории относятся к зонам наиболее динамичным, поэтому обитающие здесь организмы испытывают неблагоприятное воздействие природных и антропогенных факторов: резкие перепады температуры и солености, удары волн, загрязнение. Особенно непосильную нагрузку несут акватории портовых зон в результате интенсивного развития судоходства, дноуглубления, дампинга грунта. Дноуглубительные работы по прокладке входного канала в порт приводят к уничтожению сообществ донных организмов, изменению гидрологического режима, нарушениям условий природной среды и существования ряда гидробионтов. Особую опасность для экосистемы могут представлять отсыпки изымаемого при дноуглублении грунта на мелководной прибрежной акватории. Возникающий при этом непоправимый и колоссальный ущерб природе и ее биоресурсам, в конце концов, может поставить под угрозу существование самого порта.

Для выяснения изменений в составе и распределении донного населения в районе зоны деятельности Мариупольского порта ЮгНИРО ежегодно (октябрь) проводит гидробиологические исследования на одних и тех же акваториях с соблюдением единой методики и обработки проб.

В настоящей работе приведена сравнительная характеристика бентоса в этом районе в период 2005—2011 гг.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В октябре 2005—2011 гг. собрано и обработано 105 проб бентоса на акватории зоны деятельности Мариупольского морского торгового порта в районах подходного канала, гаваней и дампинга грунта на глубинах 5—12 м. Сборы макробентоса проводили ручным дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup> с судна на 15 станциях (рис. 1).

На каждой станции оценивалось количество видов, их численность и биомасса. Крупных животных взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,1 г, мелких — до 0,001 г. Таксономическая обработка проб осуществлялась по определителю фауны Черного и Азовского морей [2—4]. Гидро-

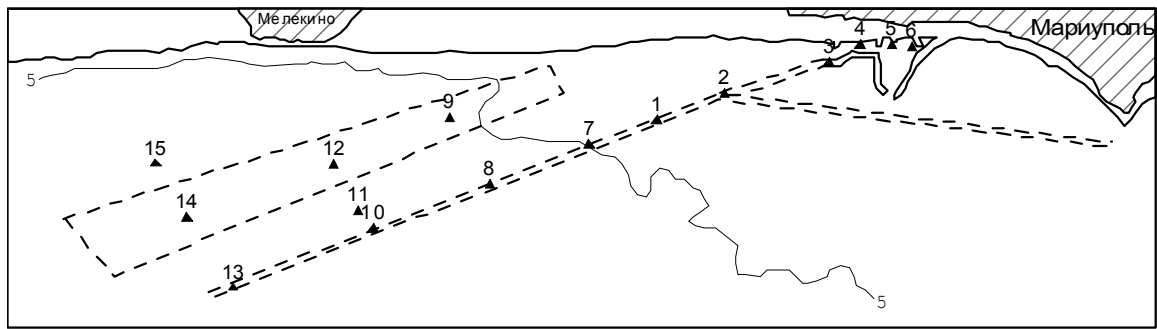


Рис. 1 Схема станций в зоне деятельности ГП «Мариупольский морской торговый порт»

иды, нематоды, ракушковые раки до вида не определялись. Численность и биомасса принимались без учета ракушковых раков. Полученные значения численности и биомассы каждого таксона пересчитаны на 1 м<sup>2</sup> площади дна.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В осенний сезон 2005—2011 гг. (октябрь) на акватории зоны деятельности Мариупольского порта в донном сообществе было обнаружено 36 видов бентоса, принадлежащих к 7 классам животного царства: 14 видов полихет, 11 — ракообразных, 4 — двустворчатых моллюсков, 3 — олигохет, 2 — брюхоногих моллюсков, по 1 виду мшанок и личинок двукрылых (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав бентоса в зоне деятельности ГП «Мариупольский морской торговый порт» в октябре 2005—2011 гг.

Таксономическая принадлежность	Дампинг	Подходной канал	Гавани
1	2	3	4
<b>Polychaeta</b>			
<i>Nereis succinea</i>	+	+	+
<i>Heteromastus filiformis</i>	+		
<i>Harmothoë reticulata</i>		+	
<i>Harmothoe imbricata</i>	+	+	
<i>Polydora ciliata</i>	+	+	
<i>Pigospio elegans</i>	+	+	+
<i>Spio filicornis</i>		+	
<i>Spio sp.</i>	+	+	+
<i>Spionidae sp.</i>	+	+	+
<i>Nephtys hombergii</i>	+	+	+
<i>Nereis diversicolor</i>		+	
<i>Nereis sp.</i>	+		
<i>Capitomastus minimus</i>		+	+
<i>Polydora ciliata</i>			
<b>Crustacea</b>			
<i>Ampelisca diadema</i>	+		
<i>Balanus improvisus</i>	+		
<i>Cardiophilus baeri</i>	+		
<i>Corophium volutator</i>			+
<i>Microdeutopus grillotalpa</i>	+	+	
<i>Pterocuma cercaroides</i>	+		
<i>Iphinoe elisae</i>	+		
<i>Iphinoe maeotica</i>			+
<i>Rithropanopeus harrisi</i>	+		
<i>Pseudocuma graciloides</i>	+		
<i>Ostracoda sp.</i>	+	+	+

1	2	3	4
	<b>Bivalvia</b>		
<i>Mytilaster lineatus</i>		+	
<i>Cerastoderma glaucum</i>	+	+	+
<i>Cerastoderma lamarki</i>	+	+	+
<i>Parvicardium exiguum</i>		+	
	<b>Gastropoda</b>		
<i>Hydrobia acuta</i>	+	+	+
<i>Parthenina sp</i>		+	
	<b>Olygochaeta</b>		
<i>Limnodrillus hoffmisteri</i>	+	+	+
<i>Limnodrillus sp.</i>	+	+	+
<i>Olygochaeta sp.</i>	+	+	+
	<b>Bryozoa</b>		
<i>Bryozoa sp.</i>	+		
	<b>Diptera</b>		
<i>Chironomus salinarius</i>			+

### Акватория дампинга грунта

Распределение видов по отдельным группам приведено в табл. 2. Как видно из табл. 2, с 2004 по 2007 г. было обнаружено 4 вида донных животных, в 2008 г. — 7, в 2009 г. — 6, в 2010 г. — 9, в 2011 г. — 22. Видовое разнообразие возросло за счет увеличения количества видов двусторчатых моллюсков, полихет и ракообразных.

Таблица 2

Видовой состав и количественное развитие бентоса на акватории дампинга

Год	Кол-во видов	Олигохеты	Полихеты	Моллюски	Ракообразные	Прочие	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
2005	4	1	1		2		846	8,6
2006	4	1	1	1		1	1254	58,0
2007	4	2		1	1		1580	50,0
2008	7	2	3	1	1		1010	6,0
2009	6		2	1	3		2093	64,8
2010	9		5	2	2		4533	15,2
2011	22	1	9	3	8	1	6852	112,4

В 2005—2009 гг. моллюсков представляли *Cerastoderma glaucum* и *Hydrobia acuta* (один из видов). В 2010 г. были обнаружены оба вида, а в 2011 г. — 3 вида: *Cerastoderma lamarki*, *Erastoderma glaucum* и *Hydrobia acuta*. В 2010—2011 гг. количество видов бентоса возросло за счет червей семейства Spionidae, которые нередко преобладают по численности. В 2011 г. — за счет ракообразных *Microdeutopus grillotalpa*, *Pterocuma cercaroides*, *Iphinoe elisae*, характерных для чистых песчаных и ракушечных грунтов.

В 2005—2010 гг. основу численности бентоса составляли многощетинковые черви *Nereis* и усоногие раки *Balanus*. Средняя численность находилась в пределах 2000 экз./м<sup>2</sup>, биомасса не превышала 65 г/м<sup>2</sup>. В 2010—2011 гг. численность резко увеличилась (в 2—3 раза) и определялась плотностью полихет семейства Spionidae, которая варьировала на станциях в пределах 600—8800 экз./м<sup>2</sup>.

На обследованной акватории в течение всего периода исследования сменилось 3 сообщества донных организмов. В 2005—2006 гг. на акватории свалки грунта существовало сообщество *Nereis* — *Balanus*. В 2007 и 2010 гг. обнаружено обедненное сообщество нереис. В 2008—2009 гг. и 2011 г. — сообщество *Cerastoderma*.

В 2011 г. сообщество кардиума отличается высоким видовым разнообразием и по своим характеристикам приближается к биоценозу кардиума Азовского моря в западной части Таганрогского залива [1, 5]. Сообщество кардиума представлено 20 видами донных животных, из них: 8 — ракообразных, 7 видов полихет, 2 — двусторчатых моллюсков и по 1 — брюхоногих, олигохет и мшанок. В группе полихет массовыми были *Spionidae sp.*, с максимальной численностью 8800 экз./м<sup>2</sup>, и *Nereis* — 1040 экз./м<sup>2</sup>; в группе гастропод — *Hydrobia*, численность которой равняется 800 экз./м<sup>2</sup>. Группа ракообразных достигает наибольшего развития, ее доля в общей численности составляет 21 %. Доминирует по численности *Balanus* с максимальной плотностью — 950 экз./м<sup>2</sup>. Отмечены декаподы, кумовые *Pseudocuma* (до 520 экз./м<sup>2</sup>) и амфиподы *Microdeutopus* (до 120 экз./м<sup>2</sup>).

Численность донных организмов варьирует от 3100 до 11240 и в среднем равняется 6852 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса — от 14,2 до 269,2, в среднем — 112,40 г/м<sup>2</sup>. Количество видов равняется 11,7 на 1 м<sup>2</sup>. Средняя биомасса *Cerastoderma glaucum* на акватории дампинга соответствует 82,7 г/м<sup>2</sup> (табл. 3). *Cerastoderma* была представлена как особями старшего поколения (средний вес особи варьировал в пределах 1,2—1,8 г), так и молодью этого года. Вероятно, условия среды в районе дампинга были благоприятными для оседания и роста молоди моллюсков (соленость, газовый режим, грунт и др.).

На всех станциях отмечаются *Spionidae sp.*, *Nereis*, *Pigospio* и *Hydrobia*. Встречаемость остальных видов не превышала 66 %.

Таблица 3

Плотность поселения (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) *Cerastoderma glaucum*, *Cerastoderma lamarki* и *Hydrobia acuta* в октябре 2011 г.

	Дампинг		Подходной канал		Гавани					
					западная		угольная		хлебная	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
<i>Cerastoderma glaucum</i>	80	82,7	50	0,3	120	3,3	520	12,3	120	3,0
<i>Cerastoderma lamarki</i>	40	0,7	80	0,2	200	0,88	0	0,0	160	4,0
<i>Hydrobia acuta</i>	613	1,2	260	0,5	360	0,7	120	0,3	0	0,0

Ч — численность, экз./м<sup>2</sup>, Б — биомасса, г/м<sup>2</sup>.

#### Подходной канал

Во время съемок бентоса, проведенных в 2005—2010 гг. в районе подходного канала, было зарегистрировано 3—6 видов донных животных, тогда как в 2011 году на этом участке отмечено 13 видов (распределение видов по отдельным группам приведено в табл. 4). В 2011 г. увеличилось видовое разнообразие и плотность червей семейства Spionidae. На некоторых станциях их плотность достигала 32000 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса бентоса была невысокой и варьировала в пределах 50 г/м<sup>2</sup> на протяжении всего периода исследования.

Таблица 4

Видовой состав и количественное развитие бентоса на акватории подходного канала

Год	Кол-во видов	Олигохеты	Полихеты	Моллюски	Ракообразные	Прочие	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
2005	5	1	1	1	2		1110	45,8
2006	6	1	1	2	1		2269	26,7
2007	4	1	2		1		860	11,4
2008	5	3	1		1		1840	0,3
2009	3	1	2				450	2,2
2010	6	1	3	1	1		360	0,8
2011	13		8	3	2		19610	4,0

В 2005 г. на акватории канала существовало сообщество *Nereis—Rithropanopeus* с высокой плотностью поселения нереиса (75 %) и значительной биомассой краба (77 %). Вероятно, сообщество *Nereis—Rithropanopeus* было образовано недавно, после дноуглубительных работ.

В 2006 г. существовало сообщество *Balanus*, которое на следующий год было преобразовано в *Nereis—Balanus*. В 2008—2010 гг. регистрировалось сообщество *Nereis*. В 2011 г. — сообщество червей семейства Spionidae.

#### Акватория гаваней

В изучаемый период акватория гаваней — самая бедная по видовому составу и количественному развитию бентоса (табл. 5). Бентос характеризуется резкими колебаниями численности в десятки и тысячи раз за счет плотности олигохет и полихет. В 2005—2009 гг. основу численности составляли олигохеты *Lymnodrillus sp.* (95—100 %), их плотность достигала 22000 экз./м<sup>2</sup> (2005). В 2009 г. олигохеты в пробах встречались единично, а в последующие годы встречались единично либо отсутствовали.

Таблица 5

Видовой состав и количественное развитие бентоса на акватории гаваней

Год	Кол-во видов	Олигохеты	Полихеты	Моллюски	Ракообразные	Прочие	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
2005	3	1	1				11791	1,3
2006	1	1					1280	1,1
2007	3	2				1	160	0,08
2008	6	3		1	2		347	0,2
2009	1	1					27	0,01
2010	1		1				110	0,4
2011	8	1	4	2	1		80400	17,7

К 2011 г. полихеты преобладают в видовом разнообразии и количественном развитии, их плотность варьирует в пределах 9000—119000 экз./м<sup>2</sup>. На станции № 5 доля биомассы спониид достигает 99 %. Моллюски *Cerastoderma glaucum* и *Cerastoderma lamarki* представлены недавно осевшей молодью высокой плотности, которая изменяется в пределах 280—520 экз./м<sup>2</sup> (табл. 3). До 2010 г. — биомасса бентоса находилась в пределах 1 г/м<sup>2</sup>.

До 2009 г. на акватории гаваней существовало сообщество олигохет, которое сменилось сообществом полихеты *Capitomastus minimus*, а в 2011 г. — сообществом червей семейства Spionidae.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нестабильность среды, вызванная дноуглублением и дампингом грунта, вызывает постоянные изменения в структуре сообщества донных организмов. При сравнении количественного развития бентоса в период 2005—2011 гг. установлено, что биомасса варьирует в узких пределах, а численность изменяется в сотни и тысячи раз. На акватории дампинга грунта в течение исследования сообщество *Nereis—Balanus* сменилось сообществом *Cerastoderma*, на акватории подходного канала *Nereis—Rithropanopeus* преобразовалось в сообщество Spionidae, на акватории гаваней *Lymnodrillus* — в сообщество Spionidae. Наибольшего развития достигало сообщество *Cerastoderma* в 2011 году на акватории дампинга. Моллюски *Cerastoderma* были представлены как молодью этого года, так и особями старшего поколения. Все сообщества являются нестабильными и по структуре временными.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев // Тр. АзЧерНИРО. — Крымиздат, 1949. — Вып. 13. — С. 193.

2. *Определитель фауны Черного и Азовского морей / Свободноживущие беспозвоночные.* — К.: Наукова думка, 1968. — Т. 1. — 437 с.
3. *Определитель фауны Черного и Азовского морей / Свободноживущие беспозвоночные.* — К.: Наукова думка, 1969. — Т. 2. — 536 с.
4. *Определитель фауны Черного и Азовского морей / Свободноживущие беспозвоночные.* — К.: Наукова думка, 1972. — Т. 3. — 340 с.
5. *Старк И. А. Состояние кормовой базы бентосоядных рыб в Азовском море / И. А. Старк // Тр. АзЧерНИРО.* — 1951. — Т. 15. — С. 32—41.

*Поступила в редакцию 04.04.2014 г.*

**Характеристики багаторічних змін бентосу в зоні діяльності Маріупольського порту.**

**О. В. Євченко.** *Представлена порівняльна характеристика бентосу за період 2005—2011 рр. Щорічно в жовтні проводяться гідробіологічні спостереження таксономічних змін у донних угрупованнях і змін в їхньому розподілі на акваторії, прилеглій до Маріуполя (Азовське море, Україна). Всього було зібрано 105 зразків бентосу на 15 станціях на глибині 5—12 м. Відповідно до отриманих даних, показано, що біомаса змінюється у вузьких межах, у той час як чисельність варіює в десятки, тисячі разів. На акваторії відвалу ґрунту протягом дослідження угруповання *Nereis—Balanus* змінилося угрупованням *Cerastoderma*, на акваторії підхідного каналу *Nereis—Rithropanopeus* перетворилося на угруповання *Spionidae*, на акваторії гаваней *Lymnodrillus* — на угруповання *Spionidae*. Найбільшого розвитку досягло угруповання *Cerastoderma* в 2011 р. Угруповання є нестабільними і за структурою тимчасовими.*

*Ключові слова:* бентос, кількість видів, чисельність, біомаса, суспільство, порт Маріуполь

**Characteristics of long-term changes of benthos in the area of the Mariupol Trading Port.**

**O. V. Evchenko.** *Comparative characteristics of benthos is presented for the period of 2005—2011. Taxonomic and distribution changes of bottom communities in the area of Mariupol (Azov Sea, Ukraine) are annually subject to hydrobiological observations each October. Altogether, 105 benthos samples were collected at 15 stations at depths of 5—12 m. Due to the data obtained, it is shown that benthos biomass changes within narrow limits, while its abundance varies significantly. During the research period, the community of *Nereis—Balanus* was replaced by a community of *Cerastoderma* in the area of ground dumping; *Nereis—Rithropanopeus* converted into a community of *Spionidae* in the area of the approach channel; *Lymnodrillus* converted into a community of *Spionidae* in the water area of harbours. A community of *Cerastoderma* was most developed in 2011. Communities tend to be non-stable and temporal by structure.*

*Keywords:* benthos, number, abundance, biomass, aquatic community, trading port

**В. В. Парамонов, ст. н. с.**

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИИРО)*

## **СВЯЗЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ И ПРОМЫСЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОМЫСЛЕ МОРСКОГО ОКУНЯ *SEBASTES MENTELLA* С ОБЩЕПЛАНЕТАРНЫМИ, КОСМИЧЕСКИМИ И АТМОСФЕРНЫМИ ИНДЕКСАМИ**

*Гидрометеорологические и промысловые параметры Северной Атлантики подвержены существенной сезонной и межгодовой изменчивости. Произведена попытка связать эти параметры с общепланетарными, космическими и атмосферными индексами ( $W$ ,  $Vz$ ,  $NAO$ ,  $SOI-1$ ,  $SOI-2$  N 3.4 и  $TNI$ ). Обнаружены достаточно достоверные связи атмосферного давления с  $NAO$ ,  $SOI-1$ ,  $SOI-2$  и  $TNI$ , температуры воды — с  $W$ ,  $NAO$ ,  $TNI$  и N 3.4. При осреднении по годам получены связи уловов на усилие с  $NAO$ ,  $Vz$ , и  $SOI-2$ . Биомасса окуня коррелируется с  $W$ ,  $NAO$ , и  $Vz$ , но не с индексами Южных колебаний. Отмечена также отрицательная корреляция (-0,81) между биомассой окуня и уловами на усилие. Можно ожидать, что годы с Эль-Ниньо будут годами с высокими уловами на усилие, и не только при промысле морского окуня в Северной Атлантике, но и в большинстве районов Мирового океана.*

*Ключевые слова:* *Sebastes mentella*, уловы на усилие, биомасса окуня, атмосферное давление, направление и скорость ветра, температура воздуха, температура поверхности океана, температура в слое траления, числа Вольфа, скорость вращения Земли, индекс Северо-Атлантического колебания, индексы Южных колебаний, индекс N 3.4, индекс Транс-Ниньо

### **ВВЕДЕНИЕ**

Гидрометеорологические параметры Северной Атлантики, так же как и промысловые показатели, подвержены существенной сезонной и межгодовой изменчивости. Одна из возможностей их успешного прогнозирования — нахождение их связи с общепланетарными, космическими и атмосферными индексами, значения которых (как фактические, так и прогностические) публикуются в различных международных базах данных. Такая попытка осуществлена в данной работе.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА**

Автор принимал участие в промысловых рейсах латвийского СТМ «Дорадо» в качестве наблюдателя НАФО и научного наблюдателя НЕАФК в Северной Атлантике с 2002 по 2013 год. Поскольку судно является промысловым, специального научного оборудования на нем не было, поэтому использовалось стандартное судовое оборудование: барометр-анероид, воздушный термометр, анемометр и другое. Поверхностная температура воды измерялась датчиком температуры, который был расположен в шахте лага. В случае необходимости показания корректировались по поверхностному термометру.

Температура в слое траления определялась по датчику температуры, расположенному на верхней подборе трала. На основании этих данных строились карты распределения температуры на гори-

зонтах (700 м в море Ирмингера и 300 м в Лабрадорском и Норвежском морях). Поскольку реальные траления обычно несколько отклонялись от этих глубин, вводились соответствующие поправки (обычно они составляли 0,1 градуса на 25 или 33 м). Отклонения, превышающие 100 м, чаще всего игнорировались.

Как показатель плотности скоплений обычно использовался улов на час траления (т/час). Использовались данные международных съемок запасов морского окуня.

Данные обобщались по трем основным районам промысла морского окуня — морю Ирмингера (Северо-Восточная Атлантика), Лабрадорскому морю (Северо-Западная Атлантика) и Норвежскому морю (Северо-Восточная Атлантика).

Общепланетарные, космические и атмосферные индексы получены из баз данных Climate Analysis Section и Earth Orientation Center [2, 3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

Гидрометеорологические условия Северной Атлантики формируются под влиянием Исландского минимума, Азорского максимума, общей циркуляции атмосферы и преобладающих морских течений. Основными рассматриваемыми элементами являлись атмосферное давление (мб), направление (румб) и сила ветра (балл), температура воздуха (градус), температура поверхности океана (ТПО) (градус), температура в слое траления (градус), улов на усилие (т/час), оценка запасов морского окуня на основании международных съемок (млн. т).

Проводилась попытка найти связь основных гидрометеорологических и промысловых параметров с такими индексами, как числа Вольфа  $W$ , отклонение скорости вращения Земли от нормы  $V_3$ , индекс Северо-Атлантического колебания NAO, индексы Южных колебаний (SOI-1 и SOI-2), индекс Эль-Ниньо для регионов 3 и 4 Южной части Тихого океана  $N_{3.4}$  и индекс Транс-Ниньо TNI.

Число Вольфа  $W$  представляет собой космический индекс, характеризующий количество пятен и количество групп пятен на солнце.

$$W = k(f + 10g),$$

где  $W$  — число Вольфа,  $k$  — нормировочный коэффициент,  $f$  — количество наблюдаемых пятен,  $g$  — количество наблюдаемых групп пятен. Значения индекса получены из базы данных CAS (Climate Analysis Section) [2].

Отклонение скорости вращения Земли от нормы  $V_3$  представляет собой отклонение фактической продолжительности дня от стандартной (86400 сек) и выражается в миллисекундах (мс). Значения этого общепланетарного индекса получены из базы данных IERS Earth Orientation Center [3].

Индекс Северо-Атлантического колебания NAO представляет собой разность нормированных аномалий приземного давления между станциями Понта Дельгада (Азорские о-ва) и Акюрейри (Исландия), характеризующих состояние Азорского максимума и Исландского минимума. Значения этого и последующих атмосферных индексов получены из базы данных CAS (Climate Analysis Section) [2].

Индексы Южных колебаний SOI-1 и SOI-2 представляют собой вычисленную среднемесячную разность атмосферных давлений между о. Таити и Дарвином (Австралия) на уровне моря. Индекс SOI-1 вычислен по методике Trenberth [6], а индекс SOI-2 — по методике Ropelewski and Jones [5].

Индекс  $N_{3.4}$  представляет собой отклонение осредненного текущего значения ТПО по подрайонам 3 и 4 южной части Тихого океана от средноклиматического значения, сглаженное за 5-месячный период и нормализованное на стандартное отклонение за климатологический период 1950—1979.

Индекс Транс-Ниньо (TNI) вычисляется аналогично предыдущему, но за основу берется разность значений осредненного ТПО по подрайонам 1 и 2 и осредненного ТПО по подрайону 4, сглаженная за 5-месячный период и нормализованная на стандартное отклонение за климатологический период 1950—1979.

Если применение трех первых индексов не вызывает сомнения, то применение последних четырех индексов, на первый взгляд, относящихся только к южной части Тихого океана, требует некоторого объяснения.

Рассмотрим межгодовое изменение уловов морского окуня на усилие во всей Северной Атлантике (рисунок).





Межгодовое изменение уловов морского окуня на усилие в Северной Атлантике

Двум из трех периодов повышения уловов на усилие — 2002—2003 и 2009—2010 годы — соответствуют периоды проявления Эль-Ниньо, причем более сильному Эль-Ниньо 2009—2010 годов соответствует и более сильное увеличение уловов на усилие. Аналогичные соответствия отмечались автором и ранее [1]. На основании ретроспективного анализа работы украинского промыслового и поискового флота (в те времена флота главка Югрыба) в различных районах Мирового океана в 1980-е годы была замечена квазисинхронность изменений уловов на усилие, где максимумы соответствовали годам с проявлением Эль-Ниньо, причем более сильному феномену соответствовали и более высокие средние уловы на усилие.

Поэтому рассматривались и индексы, характеризующие степень развития Эль-Ниньо.

Ниже приведены корреляционные связи, где коэффициент корреляции  $\geq 0,5$  (использование всей базы данных, уровень значимости  $\leq 0,05$ ):

W — температура на глубине 700 м в море Ирмингера -0,58

NAO — атмосферное давление в море Ирмингера -0,68

TNI — ТПО в Лабрадорском море -0,55

SOI-1 — атмосферное давление в Лабрадорском море 0,53

SOI-2 — атмосферное давление в Лабрадорском море 0,51

W — ТПО в Норвежском море -0,83

NAO — температура на глубине 300 м в Норвежском море 0,86

N 3.4 — температура на глубине 300 м в Норвежском море -0,96

TNI — атмосферное давление в Норвежском море 0,82

При осреднении по годам получены следующие связи (коэффициент корреляции  $\geq 0,5$ ; уровень значимости  $\leq 0,05$ ):

NAO — уловы на усилие в море Ирмингера -0,67

NAO — уловы на усилие во всей Северной Атлантике -0,79

SOI-2 — уловы на усилие в море Ирмингера 0,64

V3 — уловы на усилие в Лабрадорском море -0,74

V3 — уловы на усилие во всей Северной Атлантике -0,66

Производилась попытка связи биомассы морского окуня в Северной Атлантике, полученной в результате международных съемок с 2003 по 2013 год [4], с указанными выше параметрами. Наиболее устойчивые связи проявились между биомассой и общепланетарными факторами (с W — коэффициент корреляции -0,61; с V3 и NAO — -0,64 и 0,69, соответственно). Интересно также отметить, что коэффициент корреляции между биомассой окуня и уловом на усилие во всей Северной Атлантике составляет -0,81, то есть с определенной степенью достоверности можно утверждать, что увеличению биомассы соответствует снижение уловов на усилие.

К сожалению, из-за короткого ряда наблюдений уровень значимости для корреляции биомассы с другими параметрами превышает 0,05, за исключением связи биомассы окуня с общим уловом на усилии.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В результате проведенных работ обнаружены достаточно достоверные связи атмосферного давления с NAO, SOI-1, SOI-2 и TNI, температуры воды — с W, NAO, TNI и N 3.4. При осреднении по годам получены связи уловов на усилии с NAO, V3, и SOI-2. То есть, как и предполагалось, обнаружены корреляционные связи между не только «местным» для Северной Атлантики индексом (NAO), но и индексами Южных колебаний (SOI-1, SOI-2, N3,4 и TNI).

Отмеченное выше совпадение периодов повышения уловов на усилии в Северной Атлантике с периодами проявления Эль-Ниньо, конечно, не указывает на возможность прямой взаимосвязи или прямого взаимодействия между столь удаленными географически районами. Однако Эль-Ниньо может выступать индикатором некоторого общепланетарного процесса, который оказывает влияние на весь земной шар. Возможным механизмом, влияющим на увеличение уловов на усилии в периоды проявления феномена Эль-Ниньо, является обострение градиентных зон в районах промысла, что, как известно, ведет к концентрированию рыб и, соответственно, повышению уловов.

Биомасса окуня коррелируется с W, NAO, и V3, но не с индексами Южных колебаний. Запасы окуня, таким образом, в отличие от уловов на усилии, определяются местными (и космическими, и общепланетарными) условиями, но практически не обнаруживают связи с Эль-Ниньо. Отметим также отрицательную корреляцию (-0,81) между биомассой окуня и уловами на усилии. Следовательно, оценивать запасы окуня по вылову на усилии некорректно.

Можно ожидать, что годы с Эль-Ниньо будут годами с высокими уловами на усилии, и не только при промысле морского окуня в Северной Атлантике, но и в большинстве районов Мирового океана, где используются траловые (активные) орудия лова. Совершенствование прогноза появления Эль-Ниньо, таким образом, будет способствовать улучшению прогноза промысла, в том числе и морского окуня в Северной Атлантике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Парамонов В. В.* Особенности изменения уловов на усилии в 1980—1990 гг. в некоторых промрайонах Мирового океана и возможность их долгосрочного прогнозирования / В. В. Парамонов // Тезисы докладов V научной конференции по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты). — Мурманск: ПИНРО, 1992. — С. 88—90.
2. *Climate Analysis Section (CAS).* — <http://www2.cgd.ucar.edu/sections/cas-climate-analysis>.
3. *IERS Earth Orientation Center.* — <http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/index.php>.
4. *Report of the Working Group on Redfish Surveys (WGRS).* — ICES CM 2013 / SSGESST: 14. — 2013. — 60 p.
5. *Ropelewski, C. F.* An Extension of the Tahiti-Darwin Southern Oscillation Index / C. F. Ropelewski, P. D. Jones // *Monthly Weather Review.* — 1987. — 115. — Pp. 2161—2165.
6. *Trenberth, K. E.* Signal versus Noise in the Southern Oscillation / K. E. Trenberth // *Monthly Weather Review.* — 1984. — 112. — Pp. 326—332.

Поступила в редакцию 06.03.2014 г.

**Зв'язок гідрометеорологічних факторів Північної Атлантики і промислових показників під час промыслу морського окуня *Sebastes mentella* із загальнопланетарними, космічними і атмосферними індексами.** В. В. Парамонов. Гідрометеорологічні і промислові параметри Північної Атлантики схильні до значної сезонної і міжрічної мінливості. Зроблено спробу пов'язати ці параметри із загальнопланетарними, космічними і атмосферними індексами (W, V3, NAO, SOI-1, SOI-2 N3.4 і TNI). Виявлені достатньо вірогідні зв'язки атмосферного тиску з NAO, SOI-1, SOI-2 і TNI, температури води — з W, NAO, TNI і N3.4. Осередненням за роками отримані зв'язки уловів на зусилля з NAO, V3, і SOI-2. Біомаса окуня корелює з W, NAO, і V3, але не з індексами

*Південних коливань. Відзначена також негативна кореляція (-0,81) між біомасою окуня і уловами на зусилля. Можна очікувати, що роки з Ель-Ніньйо будуть роками з високими уловами на зусилля, і не тільки для промислу морського окуня в Північній Атлантиці, а й в більшості районів Світового океану.*

*Ключові слова: *Sebastes mentella*, улови на зусилля, біомаса окуня, атмосферний тиск, напрямок і швидкість вітру, температура повітря, температура поверхні океану, температура у верстві тралення, числа Вольфа, швидкість обертання Землі, індекс Північно-Атлантичного коливання, індекси Південних коливань, індекс N 3.4, індекс Транс-Ніньйо*

**Relation of hydrometeorologic factors of the North Atlantic and fishing parameters in deepwater redfish *Sebastes mentella* fisheries to global, cosmic and atmospheric indices. V. V. Paramonov.**

*Hydrometeorological and fishing parameters of the North Atlantic are subject to significant seasonal and interannual fluctuations. The attempt is made to connect these parameters to the global, cosmic and atmospheric indices (W, VE, NAO, SOI-1, SOI-2 N3.4 and TNI). Sufficiently valid relationships of atmospheric pressure to NAO, SOI-1, SOI-2 and TNI are identified as well as relationships of water temperature to W, NAO, TNI and N3. With the use of averaging by years, the relationships of catches per effort to NAO, VE, and SOI-2 are obtained. Deepwater redfish biomass correlates with W, NAO, and VE, but not with the indices of the Southern fluctuations. The negative correlation (-0,81) between deepwater redfish and catches per effort is traced. It can be expected that the years with El Nino will be the years of high catches per effort not only during the deepwater redfish fisheries in the North Atlantic, but also in the majority of the World Ocean areas.*

*Keywords: *Sebastes mentella*, catches per effort, redfish biomass, atmospheric pressure, wind direction and velocity, air temperature, ocean surface temperature, temperature in a trawl layer, Wolf number, the Earth rotation velocity, the North Atlantic fluctuation index, indices of the Southern fluctuations, N 3.4 index, Trans-Nino index*

**В.В. Парамонов, ст. н. с.**

## **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОМЫСЕЛ МОРСКОГО ОКУНЯ *SEBASTES MENTELLA***

*Изучена степень влияния гидрометеорологических условий в период промысла морского окуня *Sebastes mentella*. Промысловые работы осуществлялись в период с марта по сентябрь, обобщены данные за период с 2002 по 2013 г. Как показатель плотности скопления использовался улов на час траления (т/час). Результаты исследования показали, что скопления морского окуня в открытых водах Северной Атлантики привержены к перифериям теплых течений системы Гольфстрима в данном районе: Ирмингера в море Ирмингера, Северо-Атлантического в Лабрадорском море и Норвежского в Норвежском. При этом гидрометеорологические условия в морях Ирмингера и Лабрадорском в большей степени аналогичны, в отличие от условий в географически удаленном от них Норвежском море. Это одна из возможных причин разделения запасов окуня-клювача на североатлантическую (моря Ирмингера и Лабрадорское) и норвежско-баренцевоморскую популяции. Из наиболее заметных связей можно отметить снижение уловов на усилие в море Ирмингера при восточных ветрах и увеличение этого показателя при уменьшении разности температур поверхности океана и температуры воздуха в морях Ирмингера и Лабрадорском (при предполагаемой противоположной тенденции в Норвежском море). Повышение температуры воды оказывает благоприятное влияние на повышение уловов на усилие в Лабрадорском и Норвежском морях. Большее влияние оказывают перепады температур (градиентные зоны), наличие рингов и меандров этих течений.*

*Ключевые слова:* *Sebastes mentella*, море Ирмингера, Лабрадорское море, Норвежское море, атмосферное давление, направление ветра, скорость ветра, температура воздуха, температура поверхности океана, температура в слое траления, уловы на усилие

### **ВВЕДЕНИЕ**

Морской клюворылый окунь (*Sebastes mentella*, Travin) является одним из важнейших промысловых видов как в Северо-Восточной (СВА), так и в Северо-Западной Атлантике (СЗА). Пространственное распределение морского окуня существенно зависит от гидрометеорологических условий. Попытке оценить изменчивость гидрометеорологических условий и степень их влияния на промысел морского окуня посвящена эта работа.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА**

Автор принимал участие в промысловых рейсах латвийского СТМ «Дорадо» в качестве наблюдателя НАФО и научного наблюдателя НЕАФК в Северной Атлантике с 2002 по 2013 год. Поскольку судно является промысловым, специального научного оборудования на нем не было, поэтому использовалось стандартное судовое оборудование: барометр-анероид, воздушный термометр, анемометр и другое. Поверхностная температура воды измерялась датчиком температуры, который был расположен в шахте лага. В случае необходимости показания корректировались по поверхностному термометру.

Температура в слое траления определялась по датчику температуры, расположенному на верхней подборе трала. На основании этих данных строились карты распределения температуры на горизонтах (обычно 700 м в море Ирмингера и 300 м в Лабрадорском и Норвежском морях). Поскольку реальные траления обычно несколько отклонялись от этих глубин, вводились соответствующие поправки (обычно они составляли 0,1 градуса на 25 или 33 м). Отклонения, превышающие 100 м, за редким исключением, игнорировались.

Использовались также принимаемые в рейсах синоптические карты и метеопрогнозы различных метеорологических центров (Нортвуд, Великобритания; Галифакс, Канада и др.).

Как показатель плотности скоплений обычно использовался улов на час траления (т/час).

Данные обобщались по трем основным районам промысла морского окуня — морю Ирмингера (Северо-Восточная Атлантика), Лабрадорскому морю (Северо-Западная Атлантика) и Норвежскому морю (Северо-Восточная Атлантика). Промысловые работы осуществлялись в период с марта до сентября.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

Гидрометеорологические условия Северной Атлантики формируются под влиянием Исландского минимума, Азорского максимума, общей циркуляции атмосферы и преобладающих морских течений.

Исландский минимум в период работ был представлен либо единым центром пониженного давления, либо совокупностью нескольких сравнительно небольших циклонов, находящихся приблизительно в районе Исландии. Эти циклоны постепенно смещались к востоку. Они могли усиливаться, заполняться или сливаться в один. По мере наступления летнего сезона Исландский минимум обычно ослабевал или вовсе исчезал. В таком случае на его месте наблюдалось малоградиентное барическое поле. С наступлением осени увеличивалась повторяемость и интенсивность циклонов Исландского минимума.

Азорский максимум, напротив, с апреля по июнь увеличивал свою интенсивность и степень проникновения на север. От взаимного смещения этих центров действия атмосферы к северу и югу зависели погодные условия в регионе и промысловая обстановка.

В летний период области повышенного давления отмечались над Канадой, Гренландией и Скандинавским полуостровом. Отмечались случаи слияния этих трех областей повышенного давления с образованием сплошного пояса высокого давления. Этот пояс оттеснял к югу Исландский минимум, который, в свою очередь, теснил к югу Азорский максимум. При этом области высокого и низкого давления по отношению к району промысла как бы менялись местами: на севере наблюдалось более высокое давление, на юге — более низкое. Это вызывало устойчивые восточные ветры или ветры восточных румбов.

*Атмосферное давление.* Атмосферное давление оказывает косвенное влияние на поведение рыб. Однако, как известно, изменение поля давления формирует динамику воздушных масс, возникновение, перемещение, трансформацию и разрушение циклонов, антициклонов, атмосферных фронтов и т.д. Поэтому оно влияет на формирование скоплений окуня, в основном через ветер и другие элементы погоды.

Атмосферное давление за весь период наблюдений изменялось от 974 до 1036,5 мб (табл. 1). Значения среднего многолетнего давления в морях Ирмингера и Лабрадорском близки (1013 и 1013,5 мб, соответственно) и заметно отличались от значения этого параметра в Норвежском море (1008,1 мб).

Сезонная изменчивость атмосферного давления (с марта по сентябрь — период промысла) представлена на рис. 1.

Наибольшее количество данных имеется по морю Ирмингера. Если проигнорировать данные за март (в этот период имеются данные всего за 2 года), можно отметить рост атмосферного давления

Экстремальные и средние значения некоторых гидрометеорологических элементов  
в различных районах Северной Атлантики

Месяц	Атмосферное давление, мб			Температура воздуха, град			Температура поверхности океана, град		
	макс.	мин.	среднее	макс.	мин.	среднее	макс.	мин.	среднее
Море Ирмингера									
март	1036	1002	1017,1	7	-1	3,7	10,4	8	10,6
апрель	1036,5	974	1005,8	10	-1	5,7	11	7,4	9,4
май	1034	979	1014,4	13,5	2	7,2	11,5	6,7	9,3
июнь	1036,5	984	1015,1	14	5	9	13,2	6,9	10,5
июль	1036,5	989,5	1014,2	15	6	10,6	14,8	6	11,9
август	1024,5	996,5	1012,3	14	8	10,6	14,6	11,5	13,7
сентябрь	1005	991	1000,3	10	5	7,3	10,4	9,1	10,1
Всего	1036,5	974	1011,3	15	-1	7,7	14,8	6	10,6
Лабрадорское море									
июль	1025,5	991	1014,1	14	6	9,5	14	7,5	11,3
август	1026	995	1012,4	14	7	9,8	16	10,2	12,3
сентябрь	1019	993,5	1007	11,5	7,5	9,2	13,1	11,1	10,8
Всего	1026	991	1009,1	14	6	9,5	16	7,5	11,5
Норвежское море									
август	1027	993	1012,6	12	4	7,8	10	7,1	8,7
сентябрь	1031	983	1007,9	11	2	7,2	13,2	6,6	9,8
Всего	1031	983	1010,3	12	2	7,5	13,2	6,6	9,3

от апреля до июня с последующим спадом до сентября. Можно также отметить небольшие изменения и максимальные значения среднемесячного давления в период с мая по июль. Именно тогда наблюдались и максимальные уловы.

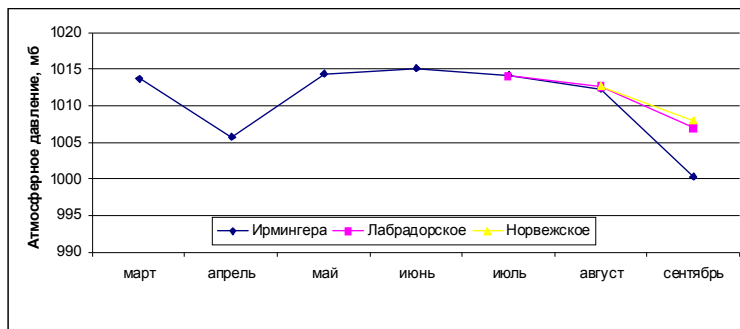


Рис. 1 Сезонная изменчивость атмосферного давления в различных районах Северной Атлантики

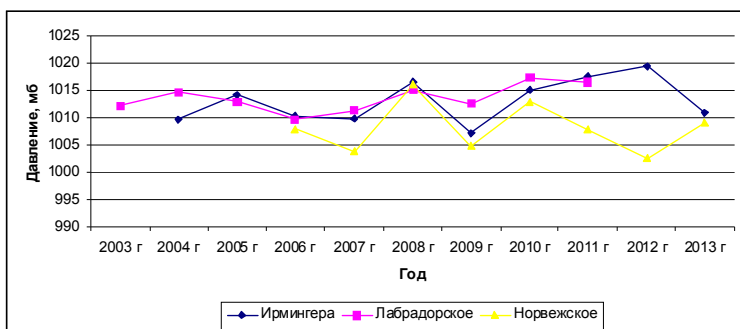


Рис. 2 Межгодовая изменчивость атмосферного давления в различных районах Северной Атлантики

По Лабрадорскому морю имеются данные за три месяца (июль—сентябрь), по Норвежскому морю — всего за два (август—сентябрь). Тенденции, однако, совпадают по всем морям (рис. 1), что позволяет сделать вывод об идентичном сезонном изменении давления в разных морях Северной Атлантики.

Наибольшие перепады давления отмечались в море Ирмингера (разница между максимумом и минимумом 62,5 мб), в морях Лабрадорском и Норвежском аналогичные показатели составляли 35 и 48 мб, соответственно.

Изменение атмосферного давления по районам и годам представлено на рис. 2. Осредненное по годам давление изменялось от 1003,8 до 1017,4 мб. Интересно отметить, что с 2005 по 2010 год тенденции к изменению давления в различных районах практически совпадали. В мо-

рях Ирмингера и Лабрадорском наблюдался слабый положительный тренд роста давления, в Норвежском море — слабый отрицательный.

Коэффициент корреляции между давлением в море Ирмингера (СВА) и Лабрадорским морем (СЗА) был наиболее высок (0,67), между давлением в море Ирмингера (СВА) и Лабрадорском (СЗА) море составлял 0,23 и между давлением в Лабрадорском (СЗА) и Норвежском морях (СВА) — 0,59.

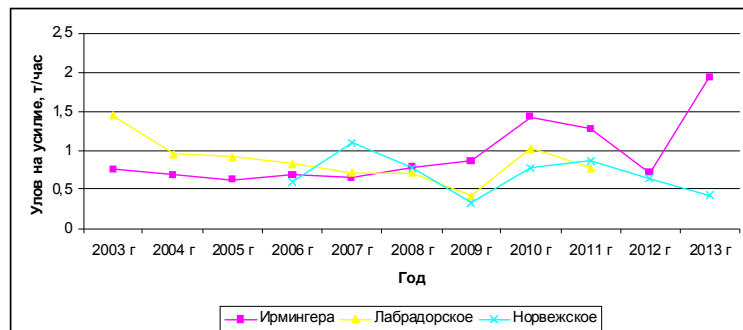


Рис. 3 Межгодовая изменчивость уловов на усилие в различных районах Северной Атлантики

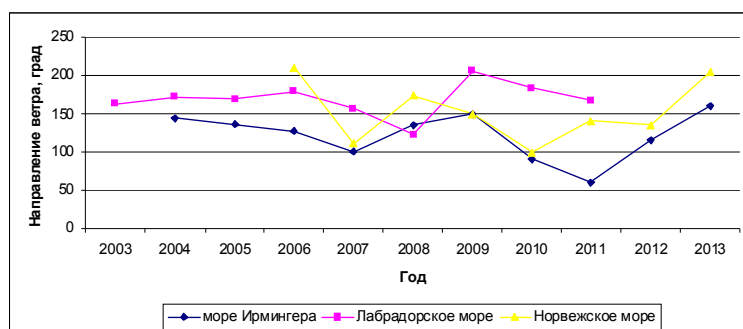


Рис. 4 Среднее направление ветра в промысловый сезон по основным районам промысла

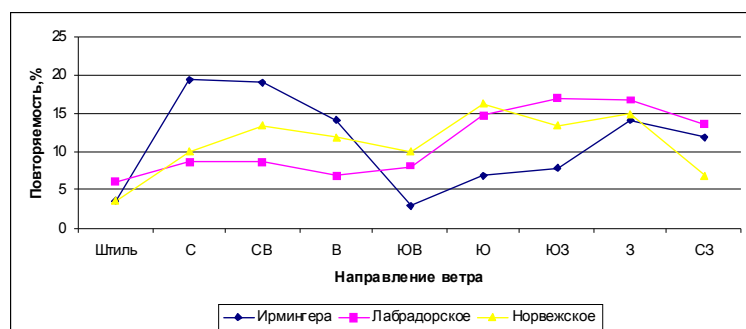


Рис. 5 Повторяемость ветров различных направлений по различным районам промысла

римость ветров южных румбов, и лишь повторяемость западных ветров была примерно одинаковая во всех районах.

Сезонную изменчивость направлений ветра лучше всего проследить на примере моря Ирмингера (рис. 6), где наблюдения проводились с марта по сентябрь. По данным многолетних наблюдений, наибольшая повторяемость северных ветров отмечалась с июля по сентябрь. Северо-восточные ветры чаще отмечались в марте и сентябре, восточные — в мае—июне, западные — в апреле и сентябре. Практически во все периоды была низкая повторяемость ветров южных румбов.

Как уже указывалось выше, слияние трех областей повышенного давления (над материками и островом Гренландия) в весенне-летний период в отдельные годы приводило к формированию сплош-

Прямая связь между уловами на усилие (рис. 3) и атмосферным давлением не прослеживается. Наблюдается очень слабая положительная тенденция между этими рядами во всех районах (коэффициент корреляции менее 0,1).

*Ветровой режим.* Ветровой режим определяется, прежде всего, полем атмосферного давления.

Ниже в табл. 2 и 3 приведены основные данные по ветровому режиму в Северной Атлантике в местах промысла. Как мы видим, преобладают северные, северо-восточные и восточные, а также западные ветры.

Как видно из рис. 4, тенденции изменения направления ветра в различных районах, на первый взгляд, совпадают. Однако относительно значительная корреляция (0,65) наблюдалась только между средними направлениями ветра в морях Ирмингера и Норвежском, коэффициенты корреляции по другим районам невелики.

Рассмотрим повторяемость направлений ветра отдельно по районам промысла (рис. 5). Из рис. 5 видно, что при общем совпадении тенденций изменения повторяемости ветра абсолютные значения различаются. Так, в море Ирмингера гораздо выше повторяемость северных, северо-восточных и восточных ветров, тогда как в морях Лабрадорском и Норвежском заметно выше повто-

Повторяемость направлений ветра (румбы) в различных районах Северной Атлантики

Год	Район	Штиль	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего	Среднее направление ветра, град.
2003	СЗА	4	5	3	3	5	7	4	5	8	44	162
2004	СВА	2	10	11	4	2	9	7	14	2	61	143
	СЗА	4	3	6	1	4	7	10	6	7	48	172
2005	СВА	2	6	12	14	2	5	4	14	2	61	136
	СЗА	3	5	5	5	3	9	12	9	5	56	168
2006	СВА	3	13	7	8	2	6	9	8	3	59	127
	СЗА	5	1	4	1	5	4	7	10	5	42	179
	Н.м.	0	2	1	0	0	1	1	3	4	12	210
2007	СВА	3	8	11	18	6	1	4	4	2	57	100
	СЗА	2	3	2	4	5	7	2	4	4	33	157
	Н.м.	1	4	4	2	2	1	3	0	2	19	111
2008	СВА	3	3	6	9	5	2	2	7	3	40	135
	СЗА	1	6	8	4	0	0	1	5	4	29	123
	Н.м.	0	1	4	1	4	2	10	1	2	25	173
2009	СВА	3	5	3	14	4	6	5	8	5	53	149
	СЗА	1	1	0	0	0	0	0	3	2	7	206
	Н.м.	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	150
2010	СВА	0	10	8	8	0	3	0	3	2	34	90
	СЗА	0	2	0	4	0	6	3	4	2	21	183
	Н.м.	2	1	7	5	0	3	1	2	0	21	99
2011	СВА	0	12	8	2	0	0	1	3	0	26	61
	СЗА	0	1	0	0	0	5	0	1	0	7	167
	Н.м.	0	5	3	5	1	4	6	3	1	28	140
2012	СВА	2	11	10	12	1	4	1	7	5	53	115
	Н.м.	2	4	1	5	3	2	0	5	2	24	135
2013	СВА	0	9	5	4	2	7	8	11	3	49	160
	Н.м.	0	0	1	0	6	12	13	7	1	40	204
	Всего	43	132	130	133	62	114	114	148	76	952	143

Примечание: СВА — море Ирмингера, СЗА — Лабрадорское море, Н.м. — Норвежское море

ного пояса высокого давления. Это вызывало устойчивые восточные ветры или ветры восточных румбов, что крайне отрицательно влияло на ход промысла. Ветры восточных румбов активизирова-

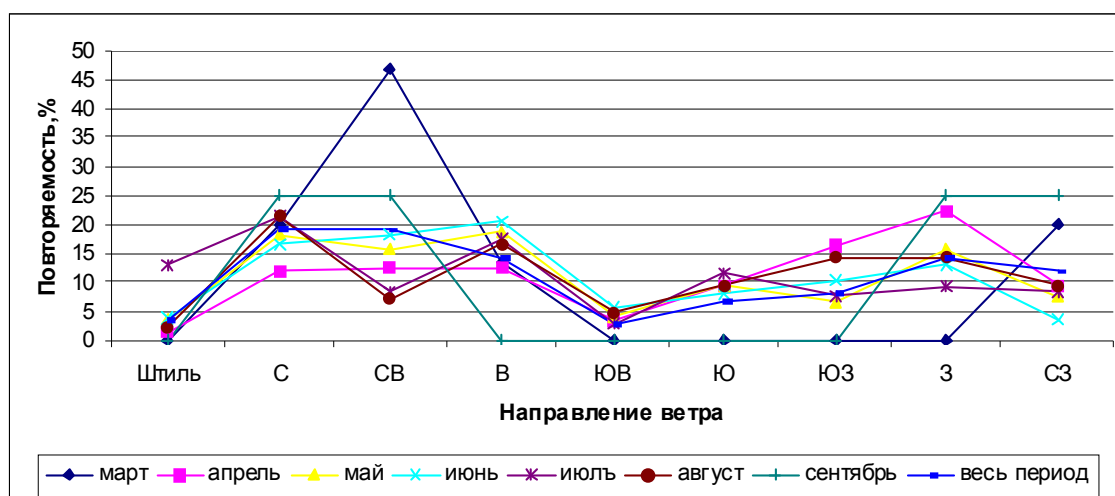


Рис. 6 Сезонная изменчивость направления ветра в море Ирмингера



Таблица 3

Повторяемость силы ветра (баллы) в различных районах Северной Атлантики

Год	Район	Штиль	1	2	3	4	5	6	7	8	Всего	Средняя сила ветра
2003	СЗА	4	0	1	8	9	11	11	0	0	44	4,16
2004	СВА	3	1	4	9	13	6	19	4	2	61	4,52
	СЗА	4	0	3	9	7	14	6	4	1	48	4,23
2005	СВА	2	0	2	12	10	19	11	4	1	61	4,54
	СЗА	3	0	2	8	11	20	5	7	0	56	4,95
2006	СВА	3	0	2	7	16	17	10	3	1	59	4,46
	СЗА	5	2	2	3	12	13	4	1	0	42	3,78
	Н.м.	0	0	2	0	7	2	1	0	0	12	4
2007	СВА	3	0	6	10	11	15	9	2	1	57	4,16
	СЗА	2	0	0	11	7	9	4	0	0	33	3,94
	Н.м.	1	0	1	2	5	4	5	0	1	19	4,53
2008	СВА	3	0	4	3	10	12	6	3	0	40	4,35
	СЗА	1	0	1	3	10	8	4	1	0	29	4,21
	Н.м.	0	0	3	3	5	8	3	3	0	25	4,56
2009	СВА	3	1	8	8	9	11	9	4	0	53	4,04
	СЗА	1	0	0	3	0	2	0	0	1	7	3,86
	Н.м.	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3	4,33
2010	СВА	0	0	2	7	8	9	5	3	0	34	4,5
	СЗА	0	0	6	1	2	7	5	0	0	21	4,5
	Н.м.	2	1	1	2	6	3	4	2	0	21	4,1
2011	СВА	0	2	0	2	8	5	7	2	0	26	4,65
	СЗА	0	0	1	1	3	1	1	0	0	7	4
	Н.м.	0	0	2	3	7	8	3	4	1	28	4,82
2012	СВА	2	1	8	11	12	9	5	5	0	53	3,92
	Н.м.	2	0	2	0	9	6	4	1	0	24	4,21
2013	СВА	0	1	2	8	10	18	5	5	0	49	4,57
	Н.м.	0	0	4	7	11	11	4	3	0	40	4,33
	Всего	44	9	69	142	219	248	151	61	9	952	4,3

Примечание: СВА — море Ирмингера, СЗА — Лабрадорское море, Н.м. — Норвежское море

ли и ускорили миграцию окуня к западу, что приводило к нестабильности скоплений с последующим их распадом или быстрым уходом в неизвестном направлении. Такие процессы неоднократно отмечались в море Ирмингера, но не были характерны для других районов.

В Лабрадорском море (рис. 7), в отличие от моря Ирмингера, наиболее часто отмечались южные, юго-западные и западные, а также северо-западные ветры. Наибольшая повторяемость южных ветров наблюдалась в июле, западных — в июле и сентябре, северо-западных — в сентябре; повторяемость юго-западных ветров существенно не менялась по месяцам.

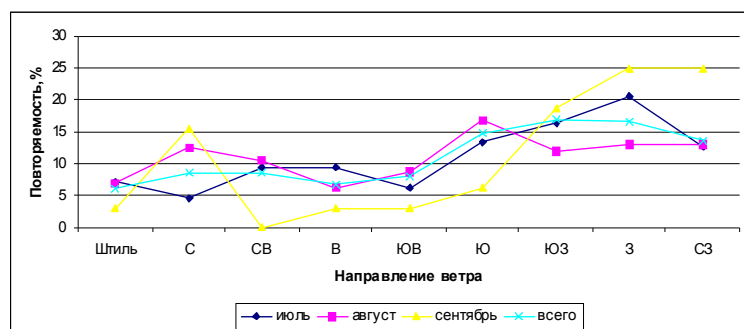


Рис. 7 Сезонная изменчивость направления ветра в Лабрадорском море

В Норвежском море в августе преобладали ветры западных румбов, наименьшая повторяемость наблюдалась у восточных и юго-восточных ветров. В сентябре трудно было выделить явное преобладание каких-либо направлений ветра (рис. 8).

Теперь обратим внимание на силу ветра (табл. 3). В районах промысла она достигала 8 баллов, однако чаще составляла 4—5 баллов. Современные океанические рыболовные суда

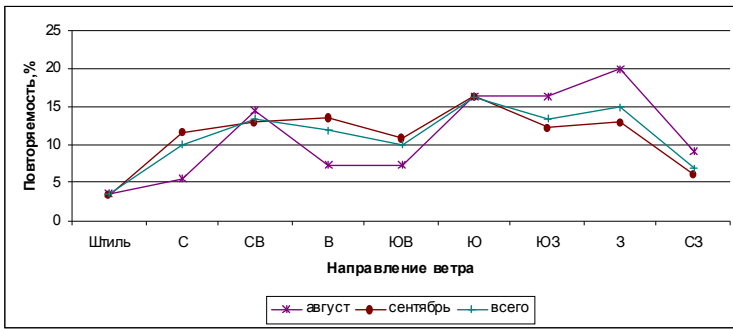


Рис. 8 Сезонная изменчивость направления ветра в Норвежском море

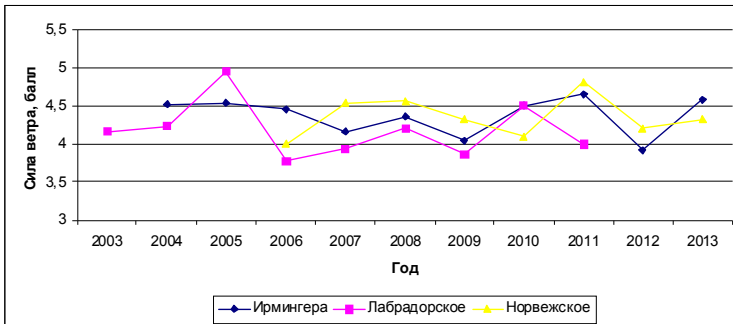


Рис. 9 Средняя сила ветра в промысловый сезон по основным районам промысла

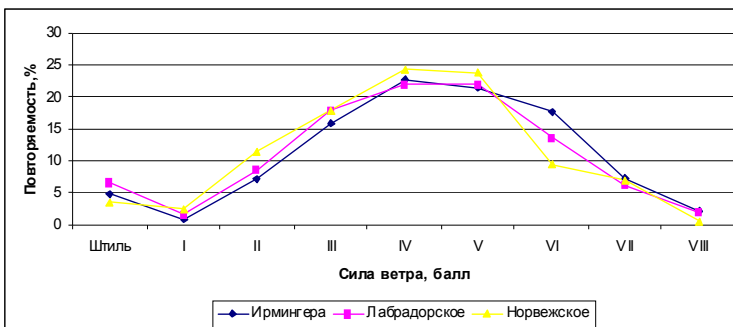


Рис. 10 Повторяемость силы ветров в баллах по различным районам промысла

ветра с июля по сентябрь, как и в море Ирмингера. Таким образом, в целом наблюдается ослабление ветра с марта по июль с последующим усилением до сентября.

Попытки связать направление ветра и уловы на усилие выдают слабую, но всегда отрицательную корреляцию, лишь в Норвежском море коэффициент корреляции достигает  $-0,53$ . Следовательно, наибольшее влияние на промысел изменение направления ветра имеет в Норвежском море.

Связь уловов на усилие с силой ветра, напротив, дает слабую положительную корреляцию, не сильно различающуюся в различных районах ( $k=0,36-0,46$ ).

*Температура воздуха.* Температура воздуха в районах работ за весь период изменялась от  $-1$  до  $+15$  °С. Наиболее теплый воздух был в Лабрадорском море (среднее многолетнее значение  $9,6^{\circ}$ , в морях Ирмингера и Норвежском —  $7,7$  и  $7,2^{\circ}$ , соответственно).

Как видно из рис. 14, в море Ирмингера наблюдался правильный сезонный ход этого параметра с повышением температуры с марта по июль, стабильностью ее в июле—августе и последующим понижением. Те же тенденции, но менее ясно выраженные, наблюдаются и в Лабрадорском и Норвежском морях.

могут вести промысел при 6-балльном ветре, таким образом, потери промышленного времени в среднем оцениваются в  $7,4\%$ , при этом более штормовыми оказались Норвежское ( $8,7\%$ ) и Ирмингера ( $8,1\%$ ) моря, а наиболее спокойным — Лабрадорское ( $5,2\%$ ).

Наибольшая корреляция между силой ветра ( $0,44$ ) наблюдалась между морем Ирмингера и Лабрадорским морем; для других пар районов коэффициенты корреляции невелики.

Межгодовая изменчивость средней силы ветра в баллах приведена на рис. 9. Почти все средние значения укладываются в диапазон  $4-4,5$  балла. Как наиболее высокий, так и самый низкий средние баллы силы ветра были отмечены в Лабрадорском море.

Распределение силы ветра по районам промысла представлено на рис. 10. Во всех районах наиболее часто наблюдалась сила ветра  $4-5$  баллов.

Рассмотрим сезонную изменчивость силы ветра по отдельным районам (рис. 11—13).

В море Ирмингера наиболее штормовыми являлись сентябрь и март — первый и последний месяцы массового промысла. Минимальная сила ветра была отмечена в июне—августе, самый спокойный месяц — июль.

И в Норвежском, и в Лабрадорском морях наблюдалось усиление

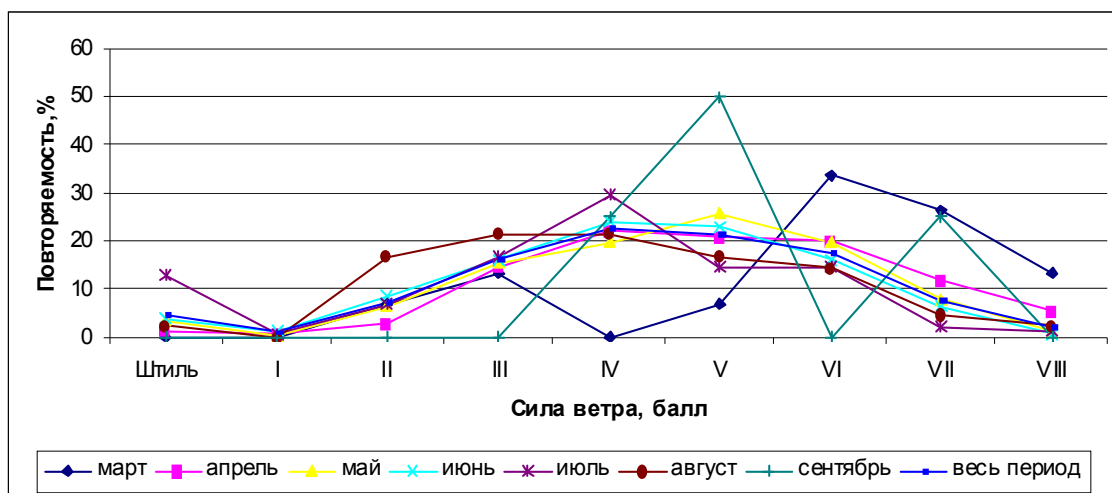


Рис. 11 Сезонная изменчивость силы ветра в море Ирмингера

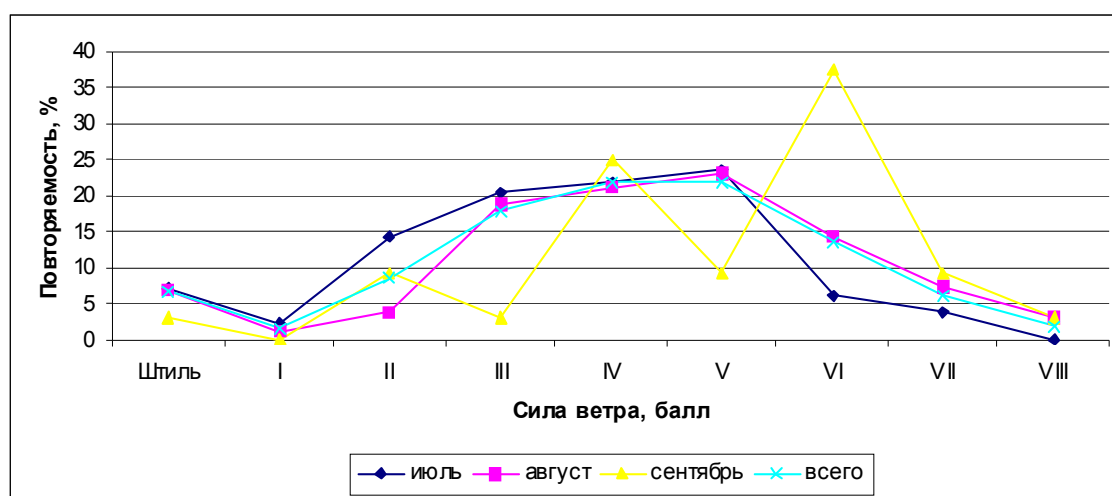


Рис. 12 Сезонная изменчивость силы ветра в Лабрадорском море

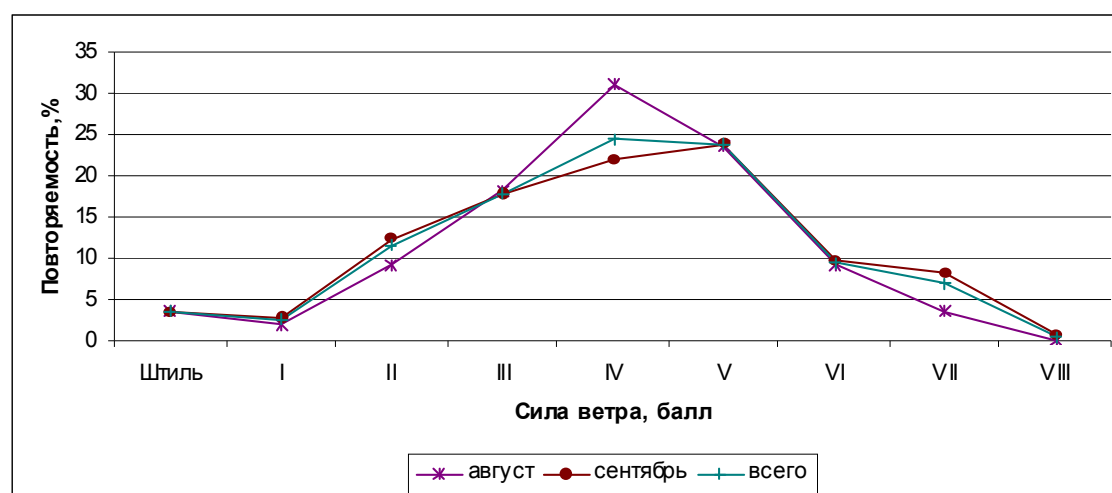


Рис. 13 Сезонная изменчивость силы ветра в Норвежском море

В межгодовой изменчивости температуры воздуха в морях Ирмингера и Лабрадорском прослеживался отрицательный тренд, то есть происходило небольшое снижение температуры воздуха (рис. 15). Напротив, в Норвежском море тренд был слегка положительным.

Прослеживается взаимная корреляция температуры воздуха в морях Ирмингера и Лабрадорском (0,58), Ирмингера и Норвежском (0,48), корреляция между температурами воздуха в Лабрадорском

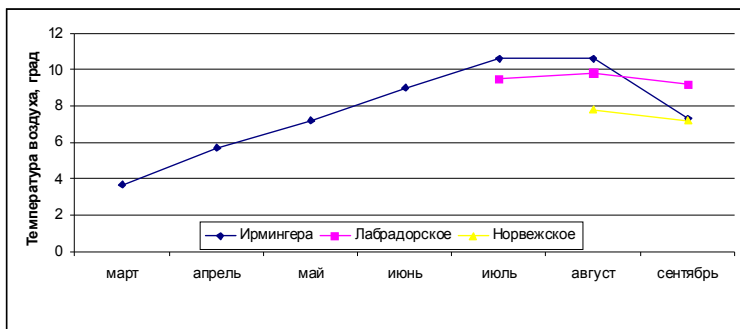


Рис. 14 Сезонная изменчивость температуры воздуха в различных районах промысла

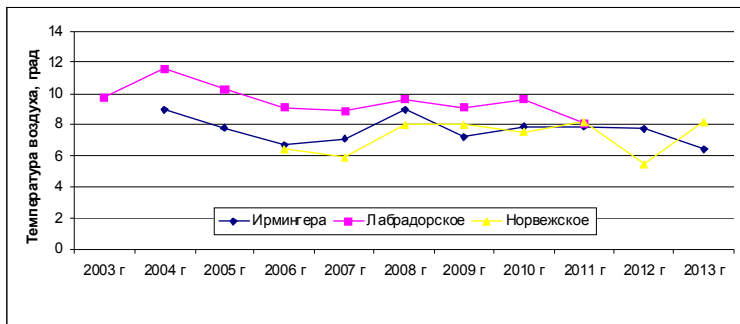


Рис. 15 Межгодовая изменчивость температуры воздуха в различных районах промысла

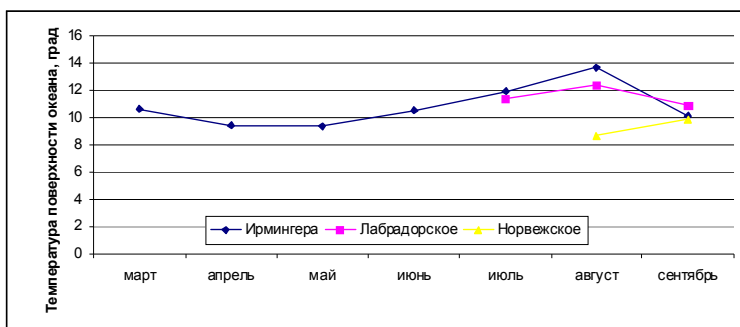


Рис. 16 Сезонная изменчивость ТПО в различных районах промысла

тивной, по сравнению с воздухом, водной среде.

Аналогично изменяется температура воды на поверхности в Лабрадорском море. В Норвежском море, напротив, наблюдается повышение ТПО с августа по сентябрь. Возможно, это объясняется интенсификацией в сентябре Норвежского течения, которое в значительной степени определяет термический режим моря, по крайней мере, на участках промысла окуня. Отметим, что сентябрь — лучший месяц для промысла морского окуня в Норвежском море.

Как видно из рис. 17, межгодовая изменчивость ТПО во всех трех районах имеет отрицательный тренд. Тенденции к изменению ТПО почти полностью совпадают в Лабрадорском и Норвежском морях (коэффициент корреляции 0,86), однако довольно значительная попарная корреляция среднегодовых значений ТПО наблюдается и между другими морями (0,58—0,69).

Связь же между ТПО и уловами на усилие слаба, максимальная корреляция наблюдается в море Ирмингера (-0,31).

Из табл. 1 следует, что в течение всего периода работ вода была теплее воздуха. Таким образом, теплоотдача была в основном направлена из океана в атмосферу. Отмечено, что чем меньше раз-

и Норвежском морях практически нулевая (вероятно, в силу географической удаленности этих районов).

Связь между температурой воздуха и уловами на усилие изначально не предполагалась, что, в общем, и подтвердилось. Лишь в Лабрадорском море корреляция между этими параметрами составила 0,37.

*Температура поверхности океана (ТПО).* ТПО в период промысла изменялась от 6 до 16 °С. Наиболее теплыми являлись воды морей Ирмингера (средняя температура 10,6°) и Лабрадорского (11,5°); Норвежское море холоднее (9,3°).

Сезонная изменчивость ТПО представлена на рис.16. В наиболее репрезентативном районе — море Ирмингера — наблюдалось плавное понижение температуры с марта по май с последующим ростом до августа и более резким падением в сентябре. Понижение температуры воды с марта по май не согласуется с естественным сезонным ходом, например, температуры воздуха. Возможно, здесь оказывают влияние океанские течения, скорее всего, теплое течение Ирмингера, которое в данный период отступает к югу, а с севера подходят более холодные воды. Другой вариант — снижение интенсивности течения; в этом случае возможен подход холодных вод с запада. Возможно также проявление инерционности процессов в более консерва-

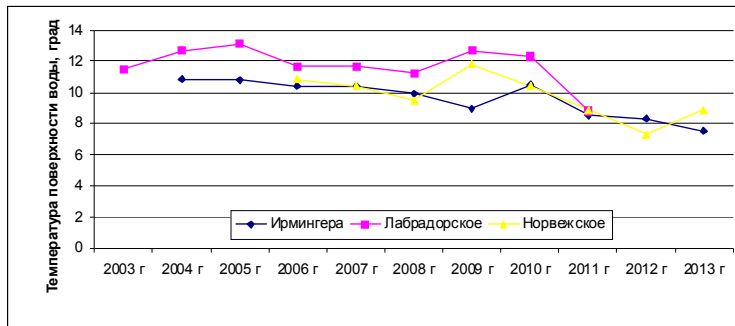


Рис. 17 Межгодовая изменчивость ТПО в различных районах промысла

300 м в Лабрадорском и Норвежском морях. Данные обобщены в табл. 4. Таким образом, температура в слое траления составляла 2,73—6,90° в море Ирмингера, 3,69—5,21° в Лабрадорском море и 3,51—5,29° в Норвежском море. Несмотря на разницу в глубинах траления, значения довольно близки. Наиболее высокая средняя температура траления отмечалась в море Ирмингера (4,98°), наиболее низкая (4,52°) — в Лабрадорском море. Таким образом, наблюдалось несовпадение с поверхностной температурой: Лабрадорское море, наиболее теплое на поверхности, в то же время наиболее холодное в слое траления.

Сезонная изменчивость температуры в слое траления (рис. 18) в целом характеризовалась понижением температуры с апреля по июнь с последующим повышением до сентября. В целом это напоминает ход поверхностной температуры с запозданием на месяц. Повышение температуры с марта по апрель, возможно, связано с ограниченным количеством мартовских данных.

ность температур воды и воздуха, тем выше уловы на усилие (коэффициент корреляции в море Ирмингера -0,76; в Лабрадорском море — -0,51). В Норвежском море, похоже, наблюдалась противоположная закономерность, но ограниченное количество данных не позволило её надежно подтвердить.

*Температура в слое траления.* Как указывалось выше, температура в слое траления определялась для глубины 700 м в море Ирмингера и

Таблица 4

Средняя температура воды в слое траления в различных районах Северной Атлантики

Месяц	Год												сред.	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Море Ирмингера														
Март		4,57			4,86									4,72
Апрель		4,82	6,3	6,41	4,45	6,51								5,7
Май		4,8	5,73	5,27	4,09	6,26			5,55		4,85	4,58		5,14
Июнь			5,04	4,18	4,01	6,6				5	3,9	2,73		4,49
Июль			5,91			6,9				4,99	3			5,2
Средняя		4,73	5,75	5,29	4,35	6,56			5,55	5	3,92	3,66		4,98
Лабрадорское море														
Июль	3,83		4,93	3,96							3,69			4,1
Август			4,85	3,92							3,95			4,24
Сентябрь			5,21											5,21
Средняя	3,83		5	3,94							3,82			4,52
Норвежское море														
Август										5,18	3,51	4,94		4,54
Сентябрь										5,29	4,05	5,01		4,78
Средняя										5,24	3,78	4,98		4,67

Межгодовая изменчивость температуры в слое траления, к сожалению, оценивалась по ограниченному данным (полное отсутствие данных за 2008—2009 годы по всем районам). Можно отметить максимумы в 2005 и между 2007—2010 годами и минимумы в 2003 и 2013 годах (для моря Ирмингера). В двух других морях наблюдалась аналогичная тенденция, за исключением 2013 года, когда температура в море Ирмингера снизилась, а в Норвежском море, наоборот, повысилась (рис. 19). Отметим, что, в отличие от предыдущих лет, когда уловы на усилие в различных морях изменялись

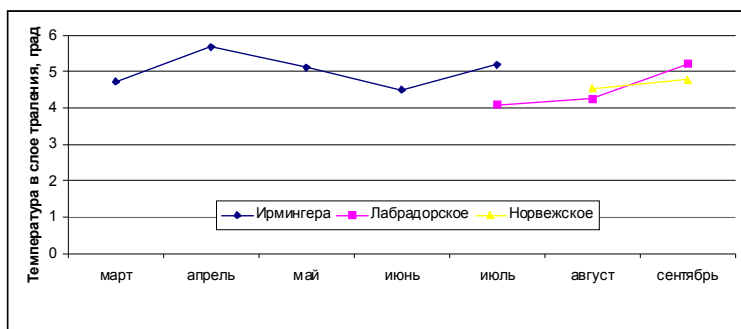


Рис. 18 Сезонная изменчивость температуры в слое траления в различных районах Северной Атлантики

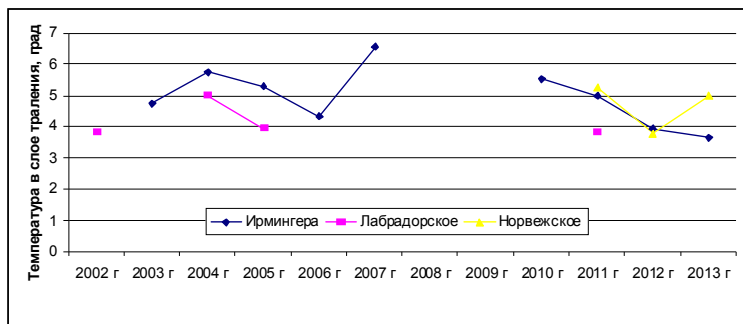


Рис. 19 Межгодовая изменчивость температуры в слое траления в различных районах Северной Атлантики

Следует, однако, отметить, что связи между температурой в слое траления и уловом на усилие все же существуют, но действуют они обычно на ограниченных участках и в ограниченные периоды времени.

Взрослый окунь в Северной Атлантике облавливался при температуре 2—8°, оптимальная температура составляла 3,2—7,6°, не сильно изменяясь по районам (в море Ирмингера — 3,8—7,6°, в Лабрадорском море — 3,4—5,2° и в Норвежском море — 3,2—5,6°) [3]. Аналогичные значения описаны в литературе. Так, Павлов [1] определил, что весенние скопления морского окуня в море Ирмингера образуются при температуре 5,3—5,8°, летние — при 5,5—7,0°; осенние в сентябре — при 4,5—6,0°. Melnikov et al [2] отмечают образование скоплений при весеннем нересте (вымете личинок) при температуре 3,7—6,2°; по данным Pedchenko [4], нагульные скопления чаще встречаются при температуре 2,9—6,0°. По результатам съемки 2009 года [5], оптимальная температура для окуня составляет 3,6—4,5°.

В первом приближении можно считать справедливым мнение рыбаков о приверженности скоплений окуня к изотерме 4°.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Промысел морского окуня осуществляется в конце весеннего, всего летнего и начале осеннего гидрологического сезона в Северной Атлантике. В это время наблюдаются и лучшие погодные условия для ведения промысла. В период с июня по август сила ветра минимальна.

До июня возрастает атмосферное давление с последующим снижением. Аналогично, но с запозданием во времени наблюдается сезонный ход других гидрометеорологических элементов: температуры воздуха — с максимумом в июле—августе, ТПО — в августе, температуры в слое траления — в сентябре. Это может объясняться инерционностью гидрометеорологических процессов, а также возможным сезонным изменением интенсивности основных течений: Ирмингера в море Ирмингера, Северо-Атлантического в Лабрадорском море и Норвежского в Норвежском. Рассматривая межгодовую изменчивость гидрометеорологических элементов, можно отметить, что за период

квазисинхронно (то есть снижению уловов на усилие в море Ирмингера соответствовало и снижение этого показателя в Норвежском море), в 2013 году впервые значительно увеличились уловы на усилие в море Ирмингера, а в Норвежском море резко упали.

Влияние температуры воды в слое траления на уловы на усилие априори предполагалось значительным. На практике, однако, оказалось, что эта связь проявляется по-разному. Так, в море Ирмингера коэффициент корреляции между температурой в слое траления и уловами на усилие при осреднении по годам составляет -0,39, а по сезонам — 0,11. Осреднение по годам дает коэффициент корреляции 0,69 в Лабрадорском море и 0,19 в Норвежском. При посезонном осреднении в двух последних морях для определения коэффициента корреляции недостаточно данных.

Следует, однако, отметить, что свя-

2002—2013 годов в основном отмечались отрицательные тренды, в частности для силы ветра, ТПО и температуры воды во всех районах, температуры воздуха в морях Ирмингера и Лабрадорском и атмосферного давления в Норвежском море. Положительные тренды отмечены для температуры воздуха в Норвежском море и атмосферного давления в морях Ирмингера и Лабрадорском.

Попутно отметим, что, при всем различии гидрометеорологических условий в трех районах, показатели морей Ирмингера и Лабрадорского все же ближе друг к другу, чем к показателям Норвежского моря. Это различие, очевидно, в значительной степени и определяет разделение запасов окуня-клювача на североатлантическую (моря Ирмингера и Лабрадорское) и норвежско-баренцевоморскую популяции.

Все гидрометеорологические элементы оказывают определенное влияние на промысел морского окуня, но в разной степени. Из наиболее заметных можно отметить снижение уловов на усилии в море Ирмингера при восточных ветрах и увеличение этого показателя при уменьшении разности температур (ТПО минус температура воздуха) в морях Ирмингера и Лабрадорском (при предполагаемой противоположной тенденции в Норвежском море). Повышение температуры воды оказывает благоприятное влияние на повышение уловов на усилии в Лабрадорском и Норвежском морях. Большее влияние оказывают перепады температур (градиентные зоны), наличие рингов и меандров этих течений.

Можно сделать вывод, что скопления морского окуня в открытых водах Северной Атлантики привержены к перифериям теплых течений системы Гольфстрима в данном районе: Ирмингера в море Ирмингера, Северо-Атлантического в Лабрадорском море и Норвежского в Норвежском.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов А. И. Биология, состояние запасов и промысел окуня-клювача (*Sebastes mentella*, Travin) в море Ирмингера : автореферат диссертации на соискание степени кандидата биологических наук / А. И. Павлов. — М: ПИНРО, 1992. — 23 с.
2. Melnikov S. P. Results from Russian Investigations on Pelagic Redfish (*Sebastes mentella*, Travin) in the Irminger Sea and in NAFO Division 1F / S. P. Melnikov, A. P. Pedchenko and V. N. Shibano. — NAFO.SCR Doc 01/20. — Canada: NAFO, 2001. — 16 p.
3. Paramonov V. V. Interannual changeability of hydrometeorological conditions in the beginning of 21<sup>st</sup> century and their connections with CPUE in North Atlantic / V. V. Paramonov. — NAFO SCR Doc 13/02. — Canada: NAFO, 2013. — 6 p.
4. Pedchenko A. P. The Effect of Oceanographic Conditions on the Spatial Distribution of Redfish in the Irminger Sea / A. P. Pedchenko. — NAFO. SCR Doc 01/154. — Canada: NAFO, 2001. — 8 p.
5. Report of the Planning Grope of Redfish Survey (PGRS). — ICES CM 2009/RMC. — 2009. — 05. — 56 p.

Поступила в редакцию 06.03.2014 г.

**Гідрометеорологічні умови Північної Атлантики та їх вплив на промисел морського окуня *Sebastes mentella*. В. В. Парамонов.** Вивчено ступінь гідрометеорологічних умов в період промислу морського окуня *Sebastes mentella*. Промислові роботи здійснювалися в період із березня по вересень, узагальнені дані за період з 2002 по 2013 рр. Як показник щільності скупчень використовувався улов на годину тралення (т/год). Результати дослідження виявили, що скупчення морського окуня у відкритих водах Північної Атлантики прив'язані до периферій теплих течій системи Гольфстріму в даному районі: Ірмінгера в морі Ірмінгера, Північно-Атлантичного в Лабрадорському морі і Норвезького в Норвезькому. При цьому гідрометеорологічні умови в морях Ірмінгера і Лабрадорському здебільшого аналогічні, на відміну від умов у географічно віддаленому від них Норвезькому морі. Це є однією з можливих причин розділення запасів окуня-клювача на північноатлантичну (моря Ірмінгера і Лабрадорське) і норвезько-баренцевоморську популяції. З найбільш помітних зв'язків можна відмітити зниження уловів на зусилля в морі Ірмінгера за умов східних вітрів і збільшення цього показника за умови зменшення різниці температур поверхні океану і температури повітря в морях Ірмінгера і Лабрадорськом (за умови передбачуваної протилежної тенденції в Норвезькому морі). Зростання температури води чинить сприятливий вплив на підвищення уловів на зусилля в Лабрадорському і Норвезькому морях. Більший вплив чинять перепади температур (градієнтні зони), існування рингів і меандрів цих течій.

*Ключові слова:* *Sebastes mentella*, море Ірмінгера, Лабрадорське море, Норвезьке море, атмосферний тиск, напрямок вітру, швидкість вітру, температура повітря, температура поверхні океану, температура у верстві тралення, улови на зусилля

**Hydrometeorological conditions of the North Atlantic and their impact on the deepwater redfish (*Sebastes mentella*) fishery. V. V. Paramonov.** *The degree of hydrometeorological conditions impact during the deepwater redfish *Sebastes mentella* fisheries is investigated. Fishing works were being conducted during the period from March to September; the data for the period from 2002 to 2013 were generalized. Catch per trawling hour (t/hour) was used as the index for aggregation density. The reserach results indicated that deepwater redfish in the North Atlantic waters tend to aggregate in the periphery of the warm currents of the Gulf Stream system in the area: the Irminger Current in the Irminger Sea, the North Atlantic Current in the Labrador Sea and the Norwegian Current in the Norwegian Sea. In addition, hydrometeorological conditions in the Irminger and Labrador Seas are similar to a great extent, in contrast to the conditions in the geographically remote Norwegian Sea. It is one of possible reasons of the deepwater redfish stock division into the North Atlantic population (the Irminger and Labrador Seas) and the Norwegian-Barents Sea population. Among the most apparent correlations, the decrease in catches per effort in the Irminger Sea under western winds can be noted as well as the increase of this parameter under lessening of temperature difference between the ocean surface temperature and air temperature in the Irminger and Labrador Seas (with the presumed opposite trend in the Norwegian Sea). The increase of water temperature influences favourably the increase of catches per effort in the Labrador and Norwegian Seas. Temperature gradients (gradient zones) and the existence of rings and meanders of these currents have a significant impact as well.*

*Keywords:* *Sebastes mentella*, the Irminger Sea, the Labrador Sea, the Norwegian Sea, atmospheric pressure, wind direction, wind velocity, air temperature, ocean surface temperature, temperature in trawl layer, catches per effort



**Н. Н. Кухарев**, ст.н.с., **Ю. В. Корзун**, ст.н.с., **С. Т. Ребик**, зав. лаб., **Н. Н. Жук**, н.с.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИРО)*

## СОВРЕМЕННЫЙ ПРОМЫСЕЛ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ

*Антарктический криль является одним из немногих промысловых ресурсов в Мировом океане, запасы которого значительно недоиспользуются. В обзоре рассмотрены история промысла криля, состояние его запасов, биологические особенности образования и распределения скоплений, океанографические условия формирования промысловых концентраций и факторы, определяющие расстановку добывающего флота, возможности прогнозирования уловов, современные тенденции в организации промысла и совершенствовании методов и орудий лова. Определены основные направления изучения промысла с целью наиболее эффективного использования ресурсов криля и обеспечения их долгосрочной эксплуатации.*

*Ключевые слова:* исторические свидетельства, промысел криля, глубоководный промысел, скопления организмов, океанографические съёмки, методы лова, орудия лова, прогнозирование, биологические ресурсы

### ВВЕДЕНИЕ

Антарктический криль — группа ракообразных, относящихся к отряду Эуфаузиевых. Один из наиболее многочисленных видов в этой группе — *Euphausia superba* (далее — криль). По оценке специалистов-биологов, общая биомасса антарктического криля составляет 500 млн. тонн, однако его численность может значительно варьировать от года к году.

Несмотря на свой небольшой размер, антарктический криль играет исключительно важную роль в функционировании пелагической экосистемы высокоширотной части Антарктики. Для многих животных фаунистического комплекса этого региона криль — основной объект питания. Он служит источником энергии для китов, тюленей, птиц, рыб и многих головоногих моллюсков, а также является объектом интернационального промысла.

Первые практически значимые результаты по добыче и переработке криля на кормовую муку были получены в 1962 году советским судном РТМ «Муксун» в Атлантической части Антарктики (АЧА). С тех пор антарктический криль является одним из важнейших объектов мирового рыболовства. Он успешно облавливается разноглубинными тралами традиционным способом, а также судами с непрерывным процессом лова. Криль обладает уникальными пищевыми свойствами и имеет широкий спектр промышленного использования [12].

Международный промысел антарктического криля начал развиваться с 1974 г. и продолжается по настоящее время. С каждым годом увеличивается количество стран, добывающих криль, совершенствуются орудия и способы его лова. В разные годы в промысле участвовали суда под флагами 21 государства, которые добывали криля в разных районах Антарктики (районы ФАО 48, 58, 88) (рис. 1).

Украинские рыбаки еще с советских времен почти непрерывно вели промысел криля в Южном океане, в том числе в АЧА, и вырабатывали из него разнообразную продукцию. С 2008 г. добыча антарктического криля Украиной не проводилась в связи с отсутствием судов, приспособленных для лова и переработки рачков. Промысел криля был возобновлен в 2013 году. За прошлый промысловый сезон украинский траулер РКТС «Море Содружества» выловил 5,2 тыс. т рачков, из которых

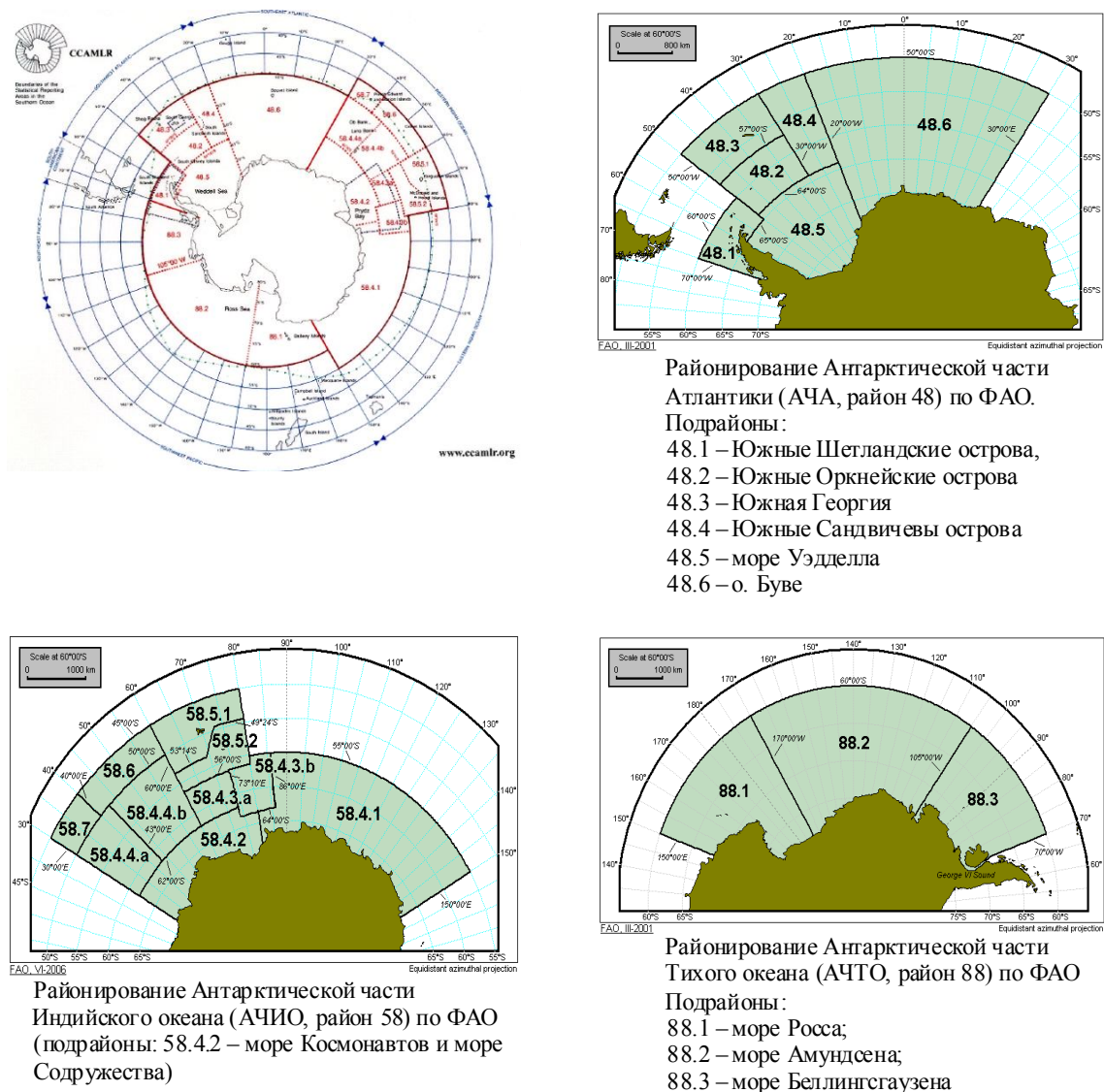


Рис. 1 Антарктика (зона АНТКОМ) и ее районирование по ФАО [41]

было выработано 390,6 т бланшированного мяса криля и 134,1 т крилевой муки. В предстоящий промысловый сезон украинские рыбаки планируют выловить около 45 тыс. т криля. Из этого улова криля-сырца планируется направить на производство мороженого крилевого мяса 65 % улова, на крилевую муку — 30 % и на мороженный криль — 5 %.

В связи с возобновлением украинского промысла антарктического криля целесообразно провести обзор состояния добычи криля в Южном океане и обозначить перспективы его развития для рыболовства нашей страны. Этой теме и посвящена данная статья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В данной работе использованы материалы из базы ретроспективных данных по исследованиям и промыслу криля в Южном океане, полученные Южным научно-исследовательским институтом морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) и в рейсах на судах Управления поискового и научно-исследовательского флота Южного бассейна «Югрыбпромразведка» (с 1993 г. — ППП «Югрыбпоиск»), а также данные, собранные научными наблюдателями на борту промысловых судов. Кроме того, использована информация из литературных источников.

## ОСОБЕННОСТИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ КАК ОБЪЕКТА РЫБОЛОВСТВА

*Распределение и поведение.* Ареал криля охватывает около 35 млн. кв. км акватории Антарктики. Основным элементом жизненного цикла криля, который обеспечивает возможность ведения успешного его промысла, является пассивная миграция (вынос) криля в весенне-летний период Южного полушария из покрытой льдом шельфовой зоны Антарктиды или островной зоны в более мористые районы, где криль активно питается и размножается, формируя промысловые скопления. В этот период происходит интенсивное развитие фитопланктона — основной пищи криля. Вынос молоди криля второго года жизни (1+) и взрослых особей (возраст 2+, 3+) происходит одновременно с сезонным выносом льда и айсбергов, с которыми ассоциирован криль, к северу.

Все эуфаузииды, в том числе и криль, являются преимущественно стайными организмами, которые образуют пассивные скопления под воздействием концентрирующих факторов — ветровых поверхностных течений и вихрей. В соответствии с многочисленными наблюдениями, наиболее благоприятные условия для образования скоплений криля складываются, как правило, в системе локальных круговоротов и меандров различного знака, в «теневых» зонах островов, где также концентрируется фитопланктон. Но в процессе активного питания криль удерживается рассеяно [3, 15, 24, 25, 42].

Криль способен и на активные миграции, в ходе которых его поведение существенно меняется. Вертикальные миграции наблюдаются днем (от поверхности до 150—200 м, иногда до 400—600 м) и ночью, когда криль поднимается к поверхности и рассеивается в 20—60 м слое. Скорость активного вертикального перемещения рачков составляет не более 2 см/сек. [35].

Сложная динамическая картина течений Южного океана в целом и западной части его Атлантического сектора в частности, наличие большого количества островов, круговорота моря Уэдделла, круговоротов и меандров в Индоокеанском секторе создают предпосылки для образования в этих зонах скоплений криля. Образование его основных промысловых скоплений связано с циклоническими и антициклоническими круговоротами [7, 14, 15, 27, 31].

Исследованиями ЮгНИРО установлено, что в Южном океане существуют два кольца повышенной плотности антарктического криля: южное кольцо, расположенное к югу от 65—70° ю. ш., с максимальными концентрациями над свалом глубин, и северное кольцо — на 59—61° ю. ш. [31].

Как считают специалисты ЮгНИРО, северное кольцо повышенной плотности криля, которое изучалось в АЧИО в 1980-е годы, возможно, является продолжением Уэдделловского дрейфа и служит, скорее всего, своеобразным резервом гиперпопуляции криля на случай резких катаклизмов в экосистемах окраинных морей. Показано, что на состояние запаса криля, на численность и агрегацию его промысловых скоплений наибольшее влияние оказывают величина пополнения в предшествующие годы и уровень его выживания, в меньшей степени — концентрирующие факторы среды: завихренность полей течений, зоны опускания вод и т.п. [2, 26, 27, 31].

Анализ ретроспективных данных ледовитости Южного океана и изобилия криля в Антарктике показал, что морской лед играет большую роль не только в экологии Южного океана, но и в жизненном цикле криля. Количество и плотность скоплений криля летом положительно коррелирует с ледовитостью в предыдущую зиму (долей площади распространения морского льда от площади всей акватории), но только до определенного уровня ледовитости. Показано также, что уровень ледовитости может повлиять на сроки и масштабы весеннего цветения фитопланктона. При слабой ледовитости ветровая деятельность развивается на обширной акватории и ведет к увеличению толщины перемешанного слоя, что препятствует цветению фитопланктона. Слишком большая ледовитость снижает количество света, доступного для фитопланктона, что также препятствует его развитию [65].

Вместе с тем, прямые зависимости между этими факторами не всегда справедливы. Существуют проблемы надежности спутниковой оценки уровня развития фитопланктона. Например, диатомовые водоросли — важный компонент питания криля — часто образуют мощные комплексы ниже глубины слежения спутника [42, 61—63, 65].

Установлено, что наиболее высокие концентрации антарктического криля образуются весной, летом и частично осенью Южного полушария (ноябрь—май), что связано с размножением и акти-

визацией питания рачков. Поскольку биологические сезоны в Южном океане к югу от Антарктической конвергенции (исключая высокоширотную зону) наступают практически одновременно, вследствие однородности Антарктического циркумполярного течения, криль образует высокие концентрации в Атлантическом, Индоокеанском и Тихоокеанском секторах Антарктики также в близкие сроки. Вместе с тем, в этот период в скоплениях велика доля «зеленого» криля, насыщенного хлорофиллом фитопланктона. Такой криль непригоден для выпуска мяса криля и консервов, однако успешно может перерабатываться на крилевую муку.

К концу осени в связи со снижением уровня вегетации фитопланктона интенсивность образования скоплений криля падает. Часть рачков, прошедшая второй нерест, при этом отмирает, за счет чего общая биомасса криля снижается. Однако снижение численности рачков незначительно влияет на успешность промысла, а качество сырья в оставшихся агрегациях при этом повышается [3, 7, 14, 15, 26, 27, 36, 54].

Скопления криля хорошо фиксируются эхолотом на стандартных частотах 38 кГц, 120 кГц и 136 кГц. Скопления обнаруживаются как в поверхностном слое до глубины 25—50 м, так и в толще воды от 100 до 300 м и глубже.

Скопления криля на поверхности океана в виде небольших пятен периодически наблюдаются в обширной зоне южной части Южного полушария, в АЧИО иногда вплоть до 40—45° ю. ш. Летом южного полушария в АЧА пятна криля к югу от 55° ю. ш. наблюдаются повсеместно, в АЧТО они постоянно наблюдаются в северной части моря Росса, в районе 65° ю. ш. Форма и размеры пятен сильно варьируют, достигая линейных размеров в сотни метров [2, 11, 16, 52].

*Состояние запаса.* Сведения о величине запаса криля довольно противоречивы. По результатам съемок, выполненных в разные годы, запас криля оценивается величиной от 80—90 млн. т до 6 млрд. т (табл. 1), что позволяет говорить о его запасе как о крупнейшем промысловом биоресурсе Антарктики. В табл. 1 приведена лишь часть оценок, выполненных в период с 1958 по 2009 г.

Оценка величины запаса криля путем прямого учета осложнена тем, что удельная плотность скоплений криля (в пересчете на м<sup>2</sup>) варьирует от нескольких граммов до десятков килограммов. Кроме того, часть криля может скрываться под ледяным покровом в течение значительной части года, а плотность криля под морским льдом неизвестна. До настоящего времени слабо изучено вертикальное распределение криля, и только недавно начались исследования вертикальных миграций взрослых рачков до глубин 300—500 м и икры до 2000—3000 м. Поэтому величины запаса криля, определенные на основе тралово-акустических съемок либо методами пересчета по уровню его потребления китами, другими животными и птицами, оценены весьма приблизительно [33, 34, 41, 46, 55, 58, 60].

Предполагается, что в прошлом была допущена недооценка запаса криля из-за повсеместно принятой неверной калибровки эхоинтеграторов, а также вследствие невозможности учета криля подо льдом в прибрежной зоне [34, 64].

Общепринятой величины запаса криля в Антарктике не существует. В качестве ориентира, очевидно, следует использовать результаты последних по времени оценок. А. Аткинсон и др. [34] определил величину запаса криля в Антарктике на уровне 133—398 млн. т. Примерно 70—75 % запаса криля приходится на Антарктическую часть Атлантики между 0° и 90° з. д. [34]. В целом промысловый запас криля оценивают как крупнейший на планете недоиспользуемый продовольственный ресурс [43].

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫСЕЛ КРИЛЯ

Промысел криля ведется в водах Антарктики, в зоне действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики, которая вступила в силу в 1982 г. как часть Системы Договора об Антарктике. В настоящее время практически весь мировой промысел криля сосредоточен в АЧА. Атлантическая часть запаса криля изучается наиболее интенсивно и считается, что ее изменения отражают изменения во всей гиперпопуляции криля в Антарктике.

Началом промысловых экспериментов по освоению ресурса антарктического криля следует считать 1962 год, когда в ходе научно-поисковой экспедиции Минрыбхоза СССР на РТ-202 «Муксун»,

Таблица 1

Оценки величины общего запаса антарктического криля, полученные разными методами с 1958 по 2009 г.

Год	Район	Запас, млн. т	Метод учета	Автор работ по учету
1958	Антарктика	1350	Косвенный, на основе рациона усатых китов	Pequegnat W.E. Whales, plankton and man // Sci. Amer. 1958. P. 84-90; цит по Самышев Э. З. 1991. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале//М.: Наука. 168 с.
1962	Антарктика	800	Косвенный	McQuillan H. The antarctic krill // West. Fish. 1962. Vol. 63, N 4; цит по Самышев Э. З. 1991. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале//М.: Наука. 168 с.
1968	Антарктика	6000	Косвенный, на основе рациона усатых китов	Nemoto T. Feeding of baleen whales and krill and the value of krill as a marine resource in the Antarctic // Symp. Oceanogr. Antarct. Santiago, 1968. Цит по: Konishi1, Kenji, Tsutomu Tamura, Tatsuya Isoda, Ryosuke Okamoto, Takashi Hakamada, Hiroshi Kiwada, and Koji Matsuoka 2009. Feeding Strategies and Prey Consumption of Three Baleen Whale Species within the Kuroshio-Current Extension// Atl. Fish. Sci., Vol. 42: 27–40 //www.journal.nafo.in
1978	Антарктика	90-100	Траловая съемка	Богданов А.С., Любимова Т.Г. Советские исследования криля в Южном океане // Рыб. хоз-во. 1978. №10. С. 6-9.
1978	Море Содружества	580	Тралово-акустическая съемка	Асеев Ю. П. 1978. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля ( <i>Euphausia superba</i> Dana) в Индоокеанском секторе Антарктики. Автореф.// Севастополь, ИнБЮМ, 25 с.
1978	Антарктика	1500	Тралово-акустическая съемка, пересчет	Асеев Ю. П. 1978. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля ( <i>Euphausia superba</i> Dana) в Индоокеанском секторе Антарктики. Автореф.// Севастополь, ИнБЮМ, 25 с.
1981	Западная Антарктика / вся Антарктика	210/440	Гидроакустическая съемка	Kalinowski J. The biomass of krill in the eastern part of Bransfield Strait, March 1981 // Pol. Polar Res. 1984. Vol. 5, N 1/2. P. 99-105.
1983	Антарктика	200-600	Международная гидроакустическая съемка	Hampton J. Preliminary reports on the FIBEX acoustic work to estimate the abundance of <i>Euphausia superba</i> // Mem. Nat. Inst. Polar Res. Spec. 1983. N 27. P. 165-175.
1990	Антарктика	80-100	Гидроакустическая съемка	EVERSON I, J.L. WATKINS, D.G. BONE, and K.G. FOOTE. «Implications of a new acoustic target strength for abundance estimates of Antarctic krill». Nature 345 (1990): 338-340
1991	Море Содружества	20-100	Тралово-акустическая съемка	Самышев Э. З. 1991. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале // М.: Наука. 168 с.
2000	Антарктика	61-155	Тралово-акустическая съемка	Nicol, S., A. Constable, and T. Pauly. 2000a. Estimates of circumpolar Antarctic krill abundance based on recent acoustic density measurements. CCAMLR Science 7:87–99.// http://www.ccamlr.org
2009	Антарктика	133-398	Гидроакустическая съемка, анализ исторических данных KRILLBASE	Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E.A., Jessopp, M.J. and Loeb, V. (2009) A reappraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill. Deep-Sea Research I 56, 727–740.

принадлежавшего АтлантНИРО (в тот период — БалтНИРХ), в АЧА были выловлены первые три тонны криля [12]. Значительно позже (в 1973 году) Япония получила первый экспериментальный улов криля в АЧИО — 59 т [41].

Промышленный лов криля начался в 1974 г., когда суда Минрыбхоза СССР выловили в АЧА 19 тыс. т криля. В 1976 г. первые промысловые уловы в АЧА получили суда Польши и Чили. В АЧИО промысел криля первой начала Япония в 1975 г., а в АЧТО — СССР в 1977 г. [41].

Следует отметить, что в АЧА вплоть до 1991 г. промысел вели в основном советские суда, масштабный международный промысел в этом районе и прилегающих водах начал развиваться лишь с 1992 г., в первую очередь, за счет постсоветских государств — Украины и России, которые фактически продолжали советский промысел. В начале 1990-х годов в АЧА возобновили промысел криля суда Южной Кореи, Польши и других государств.

В 1970—1980-е годы в Антарктике работало большое количество научно-поисковых и научно-исследовательских советских и зарубежных экспедиций, которые обеспечили возможность развития крупномасштабного крилевого промысла. В период с 1979 по 1991 г. основной район промысла рачков сформировался в АЧА.

В 1982 г. мировой вылов этого объекта достиг максимума на сегодняшний день — 528 тыс. т, из них 374 тыс. т, или 71 % вылова приходилось на атлантический сектор Антарктики, 148 тыс. т, или 28 % — на Индоокеанский сектор и 7 тыс. т (1 %) — на Тихоокеанский (рис. 2).



Рис. 2 Мировой вылов антарктического криля в Антарктике по районам в период с 1973 по 2011 г. [41]

Следует особо отметить, что в 1970—1980-е годы большую часть вылова криля получал советский флот, на его долю приходилось от 80 до 93 % мирового вылова. После прекращения советского промысла криля в 1991 г. практически весь его промысел сосредоточился в АЧА. В других районах Антарктики — АЧИО и АЧТО — промысел был прекращен в начале 1990-х годов. Последней из этих районов ушла Япония: из АЧТО в 1992 г., из АЧИО в 1995 г. [41]. Ежегодный мировой вылов криля резко снизился и в течение последующих 16 лет, до 2007 г. стабилизировался на уровне 120—130 тыс. т. Рост вылова сдерживался не снижением запасов, а экономическими факторами, в первую очередь, ростом мировых цен на топливо [56].

Начиная с 1980-х годов, после сокращения вылова нототений и до настоящего времени, вылов антарктических рачков является наибольшим по объему среди промысловых объектов в антарктических водах (рис. 3).

Доля различных государств в современном промысле криля в АЧА показана на рис. 4. Наибольшая часть вылова (57 %) приходится на Норвегию, значительно меньше криля вылавливают Южная Корея (17 %) и Япония (14 %). В промысловый сезон 2013/14 гг. Япония не планирует вести добычу антарктического криля.

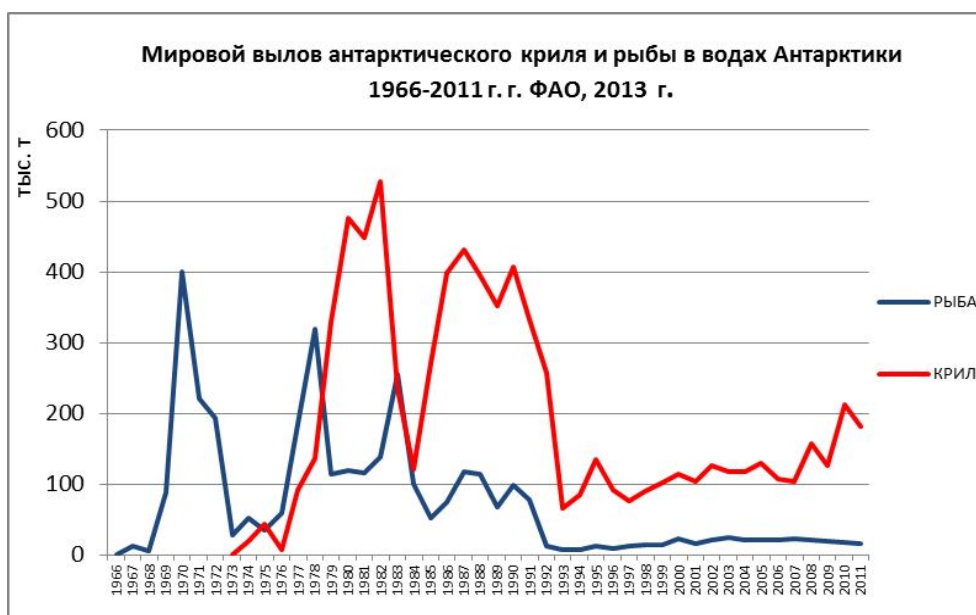


Рис. 3 Мировой вылов антарктического криля и рыб в водах Антарктики, 1966—2011 гг. [41]

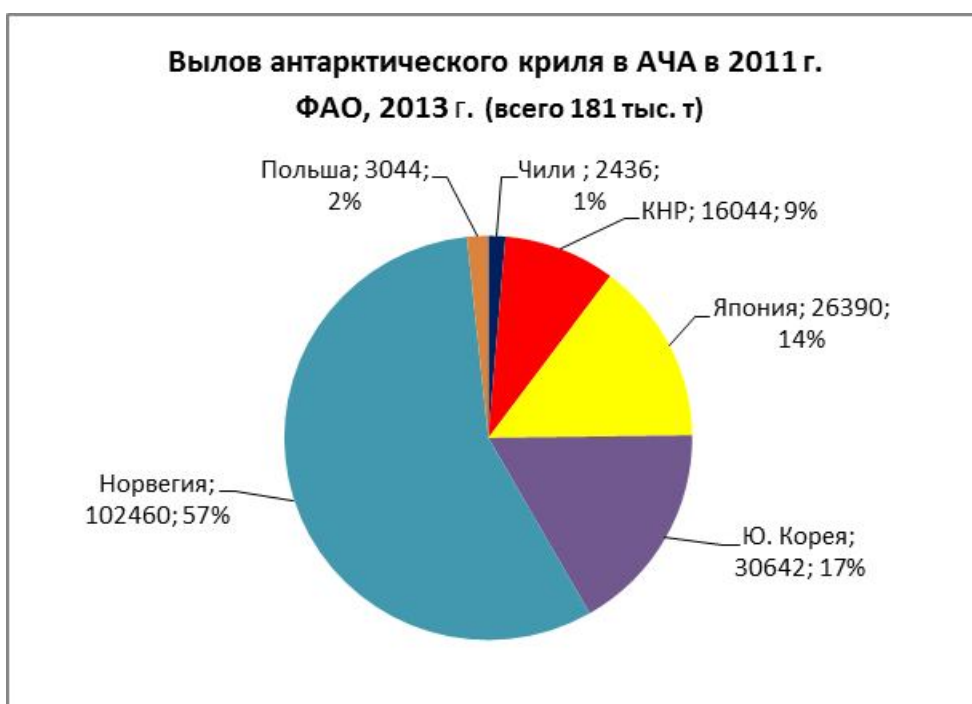


Рис. 4 Вылов антарктического криля в АЧА в 2011 г. разными странами [41]

## ПРОМЫСЕЛ КРИЛЯ В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ

В последние 20 лет в АЧА, в условиях значительного колебания ледовитости в районе Антарктического полуострова в результате внутриклиматических процессов, международный промысел криля ведется практически круглый год: с середины—конца лета Южного полушария (январь—февраль) до конца зимы—начала весны (август—сентябрь). Промысел прерывается в основном для межрейсового ремонта судов [26, 50].

С 1970-х годов по 1991 г. промысел криля в АЧА вели суда Южного бассейна Минрыбхоза СССР, приписанные к портам, которые в настоящее время находятся на территории современной Украины. Этот промысел (с перерывами) продолжается до настоящего времени.

С 1992 г. в АЧА лов криля вели 1—5 судов под флагом Украины. Максимальный вылов Украины — 59 тыс. т за сезон — был получен в 1995 г. С 2000 г. на промысле работало от 1 до 3 украинских судов, их вылов колебался от 12 до 32 тыс. т, что составляло 13—15 % от мирового вылова криля. Суммарный вылов Украины с 1992 по 2013 г. составил 271 тыс. т криля.

Антарктическая часть Атлантики, особенно район моря Скотия (подрайоны ФАО 48.1, 48.2 и 48.3) и прилегающие к нему с юга воды моря Уэдделла, к настоящему времени наиболее хорошо изучены, и практически все установленные здесь закономерности образования и распада промысловых скоплений криля справедливы и для других секторов Антарктики. Море Скотия — это межкостровое море, расположенное между островами Южная Георгия, Южными Сандвичевыми, Южными Шетландскими и Южными Оркнейскими островами (рис. 5). В настоящее время море Скотия — основной район промысла криля.

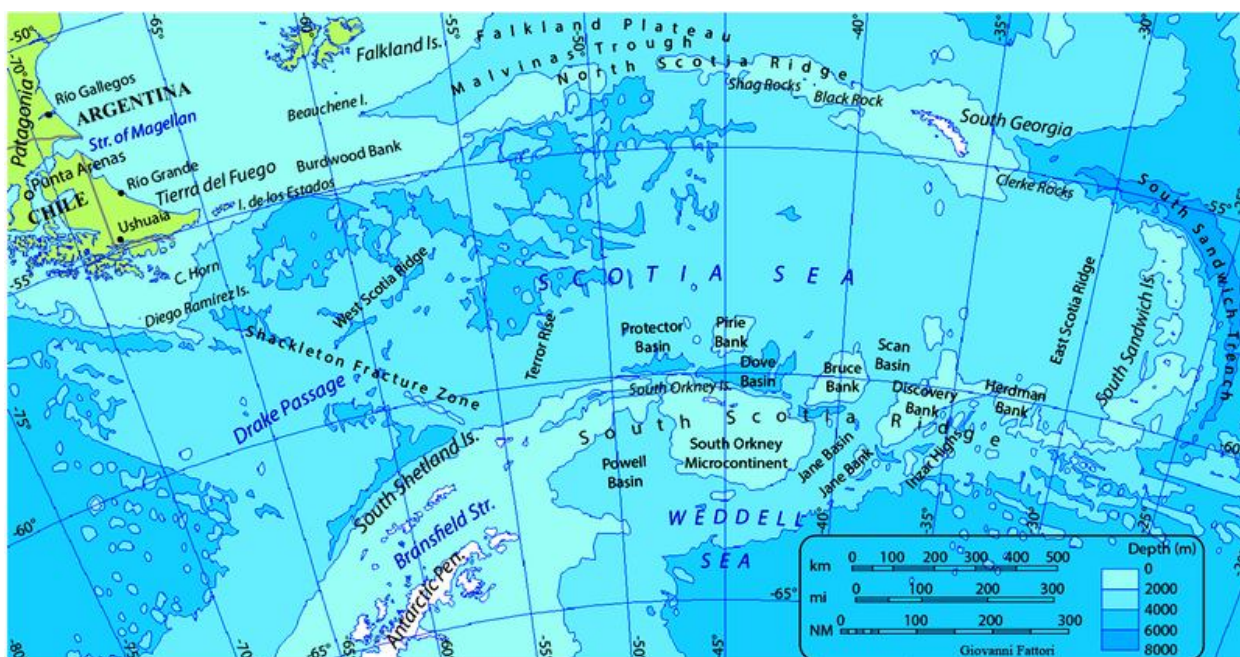


Рис. 5 Море Скотия [45]

*Ледовая обстановка.* Ледовая обстановка является основным фактором, определяющим распределение судов по подрайонам промысла в АЧА. Атлантический ледяной массив — самый мощный в Антарктике, зимой он ежегодно пополняется благодаря циклонической циркуляции плавучих льдов из морей Беллинсгаузена и Уэдделла. При этом общая циркуляция атмосферы в подрайоне создает условия для разрежения льдов и их выноса в умеренные широты. Поэтому плавучие льды в подрайоне в основном одно- и двухлетние.

По среднесулетним данным, с середины декабря и по март южная часть моря Скотия, западное побережье Антарктического полуострова к северу от параллели 65° ю. ш. и участки моря у Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов практически свободны от плавучих льдов. К концу весны—началу лета (в ноябре—декабре) кромка льда опускается на юг до параллелей 58—60° ю. ш., а к февралю—марту занимает наиболее южное положение, около параллели 63° ю. ш. В кромке преобладают мелкобитые и крупнобитые однолетние льды толщиной 60—90 см. Устойчивое льдообразование начинается в конце апреля—первой половине мая (иногда в конце мая), достигает максимума в августе. В 1970—1980-е годы зимой ЖЗного полушария (июнь—август) плавучие льды Атлантического ледяного массива распространялись на север до параллели 55° ю. ш. и далее. В октябре—ноябре ледовитость начинает снижаться [16, 23].



Ледовые условия района существенным образом зависят от ветра. Юго-западные ветры приносят к Южным Шетландским островам мелкобитый лед. Южные и юго-восточные ветры выносят плавучий лед из моря Уэдделла на север, к Южным Оркнейским островам.

У ледовой кромки условия плавания также зависят от ветрового режима. При прижимных ветрах здесь преобладает мелкобитый и тертый лед сплоченностью 8—10 баллов. При отжимных ветрах кромка разрежена и плавучие льды (мелкобитый и тертый) полосами (иногда до 5—10 миль) растягиваются по ветру. Сплоченность плавучих льдов в этих полосах колеблется в пределах 2—4 баллов.

Характерной особенностью района является наличие большого количества айсбергов. Чаще всего длина айсбергов колеблется от 300—500 до 1000—1500 м, их высота над уровнем моря может достигать 30—50 м, иногда 100 м. Средняя продолжительность существования айсбергов 13 лет. Дрейф айсбергов определяется действующими в подрайоне течениями. Наибольшее количество айсбергов сосредоточено в 75—100-мильной полосе у шельфовых ледников. Обычно наблюдается значительное количество айсбергов, сидящих на мели у Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов [23].

Современные исследования показали, что в первом десятилетии XXI века максимальное северное положение кромки льда в этом районе в разные годы существенно меняется. Показано, что Антарктида в 2000-е годы теряет больше льда, чем в предыдущие годы, при этом площадь зимнего распространения льда с каждым годом увеличивается и зимняя граница кромки льда все больше удаляется на север [44, 47].

Базюра Е. А и др. [4] показали, что за период с 1950 по 2001 г. средний по всему сектору Антарктической части Атлантики тренд смещения кромки льда положителен и составляет  $0,009^\circ$  широты за год, что свидетельствует о сдвиге границы кромки льда к экватору. Полученный тренд значим на уровне 90 % [4].

Причиной увеличения зимней площади морского льда считают внутриклиматические изменения, которые в XX и XXI веках именуется как «Глобальное потепление». Современный более теплый воздух содержит больше влаги, которая, в свою очередь, создает больше осадков, в том числе и в Антарктике. Это приводит к распреснению верхних слоев океана. Кроме того, глобальное потепление усилило таяние и распад шельфовых ледников. В результате их таяния на поверхностный слой океана дополнительно поступает пресная вода, распространяясь далеко на север. Будучи более легкой и холодной, чем глубинные воды, она замедляет вертикально перемешивание. В зимний период верхний слой океана охлаждается, замерзает, и в условиях снижения вертикального перемешивания это приводит к расширению площади льда в некоторых районах Антарктики, в первую очередь, в Антарктическом секторе Атлантики [4, 32, 37, 39, 44, 47, 59].

*Особенности формирования промысловых скоплений.* Многолетние наблюдения, проводившиеся в экспедициях АтлантНИРО и ЮгНИРО в 1970—1990-е годы, а также материалы, собранные научными наблюдателями ЮгНИРО в 1990—2000-е годы, позволили выявить сезонную динамику распределения промысловых концентраций антарктического криля в приостровных зонах. Исследования в море Скотия показали, что механизм образования плотных массовых агрегаций криля определяется особенностями динамики вод, в первую очередь, взаимодействием Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и Циркуляции Уэдделла (ЦУ), интенсивностью и направлением локальных ветвей течения Западных ветров, прибрежными течениями.

Скопления криля обычно формируются в южной части моря, у Вторичной фронтальной зоны (зона смешения вод моря Уэдделла и АЦТ) (рис. 6).

Анализ вертикальной циркуляции вод в районах массовых концентраций криля в АЧА свидетельствует о приуроченности скоплений к участкам опускания вод, смежных с зонами подъема. Причем области опускания вод, где обнаруживаются концентрации криля, могут относиться и к центральной части антициклонической, и к периферии циклонической циркуляции, и к прямолинейному движению вод вдоль берега или подводной возвышенности. Отмечено, что при отсутствии ярко выраженной области опускания вод концентрации криля не создаются даже в обычных для него районах [11, 13, 26, 27, 33].

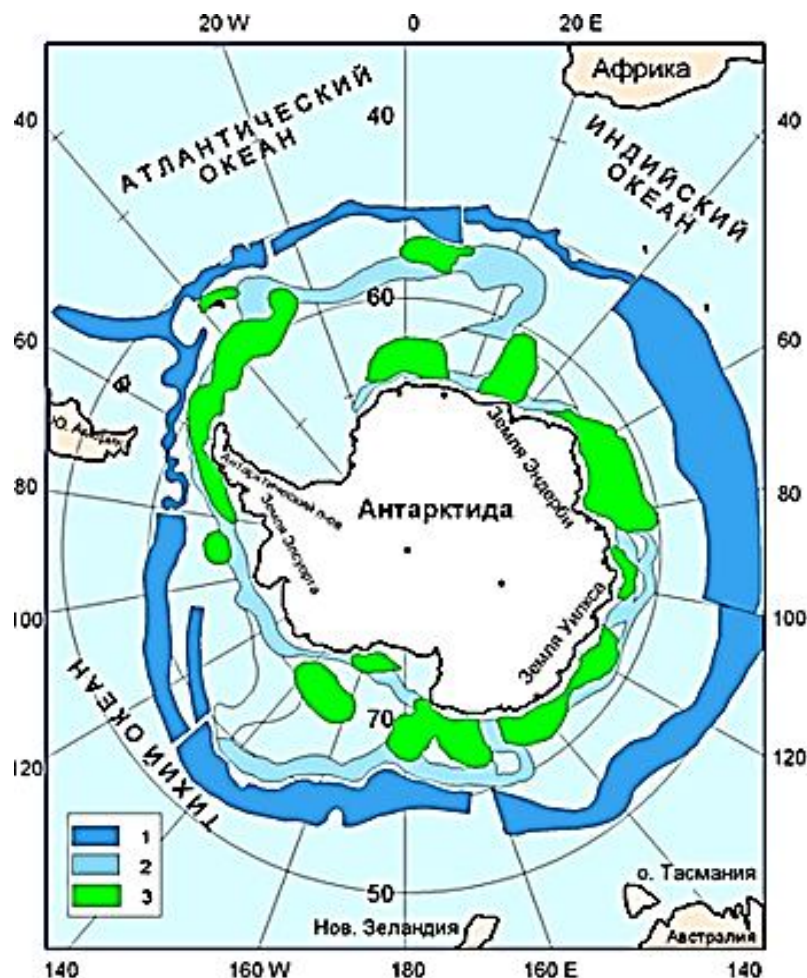


Рис. 6 Пространственная структура антарктических вод и распределение антарктического криля [10, 24].  
 1 — Южная Полярная фронтальная зона, 2 — Вторичная фронтальная зона Антарктики,  
 3 — Положение наиболее плотных скоплений криля

Молодь криля возрастного класса 1+ в основном сосредоточена в прибрежных водах вдоль всего Антарктического полуострова, от залива Маргерит (о-в Аделаиды) на юге до пролива Брансфилда (включительно) на севере. Как предполагают В. И. Латогурский и Р. Р. Макаров [51], молодь криля этого класса удерживается преимущественно внутри прибрежных круговоротов Антарктического полуострова. По ряду предположений, молодь криля заносится в северо-восточную части моря Скоттия, в том числе в зону о. Южная Георгия, в результате адвекции вод из моря Уэдделла. Взрослые особи криля заносятся к о. Южная Георгия Антарктическим циркумполярным течением с северной стороны Антарктического полуострова вместе с фитопланктоном [1, 63]. При этом на основе моделирования течений предполагается, что длительность переноса из моря Уэдделла составляет 20 месяцев, а из района Антарктического полуострова — 10 месяцев [40].

Как указывают Р. Р. Макаров и С. М. Касаткина [11, 16], в качестве общих закономерностей распределения криля в АЧА выявлены три пространственно-временных уровня: мелкомасштабный, который определяется способностью рачков к агрегированию; мезомасштабный, который касается взаимного распределения агрегаций в пределах отдельных промысловых участков и районов; макромасштабный, определяющий распределение традиционных или потенциальных участков промысла, самих районов. В пределах этих уровней выделены дисперсные (рассеянные) и сцепленные (когезионные) виды агрегаций, а также неагрегированная форма распределения. Под скоплением понимается временно обособленная группа агрегаций.

Выявлена присущая крилю тенденция формировать в большей степени мелкие стаи, чем крупные. Биомассу менее 1 т имеют более 93 % всех стай в подрайонах 48.1—48.3 и более 96 % в подрай-

оне 48.4 (Южные Сандвичевы острова). Наиболее распространенными для криля являются стаи (когезионная форма агрегаций) с горизонтальной протяженностью менее 30—40 м и вертикальным развитием менее 10 м. Крупные стаи криля редки, горизонтальная протяженность более 50 м присуща только 8 % всех зарегистрированных агрегаций. Типовыми примерами дисперсных агрегаций являются рассредоточенные скопления, например, в виде протяженного звукорассеивающего слоя, и разреженные агрегации [11, 16].

Плотность стай колеблется в широких диапазонах, достигая в максимуме 300—400 г/м<sup>3</sup>. Среднестатистические оценки плотности, полученные в различные сезоны в различных подрайонах, оказались очень близкими и составляли 50—80 г/м<sup>3</sup>. Установлено, что физические параметры стай не зависят от глубины их нахождения. Выявлено, что в районах гидродинамической неоднородности водных масс (меандры, круговороты) формируются более крупные стаи, в ламинарных потоках — более мелкие. Промысловые скопления характеризуются горизонтальной протяженностью 3—6 миль и расстоянием между стаями — 50—100 м. Плотность скоплений — 800—1000 т/миля<sup>2</sup> [11, 16].

Форма стай определяется степенью активности и характером движения рачков. Неподвижные, медленно парящие стаи имеют вид неправильной формы «облаков» или шаров. Змеевидную форму приобретают стаи, перемещающиеся в пространстве, иногда скорость таких перемещений оказывается значительной и перемещение стай хорошо заметно с борта судна. Стаи мелкого криля переносятся течениями, крупный криль способен активно перемещаться в полном соответствии с принципами стайного поведения — синхронная реакция, согласованное направление движения.

Плотность агрегаций и вертикальное распределение в них рачков подвержены суточным изменениям. Отдельные агрегации имеют вполне определенную форму (характер записи) и с наступлением сумерек, не теряя основных элементов этой формы, достаточно быстро поднимаются к поверхности. Одновременно рачки рассеиваются в поверхностном слое и оказываются рассредоточенными в приповерхностном слое, где невидимы для гидроакустических приборов, излучатели которых установлены в днище судна (в отличие, например, от буксируемых излучателей). Чем ближе рачки к поверхности, тем хуже улавливаются тралом.

В некоторых случаях рачки рассредоточиваются в более протяженном столбе воды, что также приводит к снижению уловов. К утру уловы возрастают [11, 16].

Описанные суточные перемещения криля могут быть связаны с ритмом питания. Для добычи пищи рачки рассредоточиваются, их плотность на единицу объема резко снижается. Конкретные проявления этого ритма зависят от сезона, места, состава скоплений, наличия пищи и т.п.

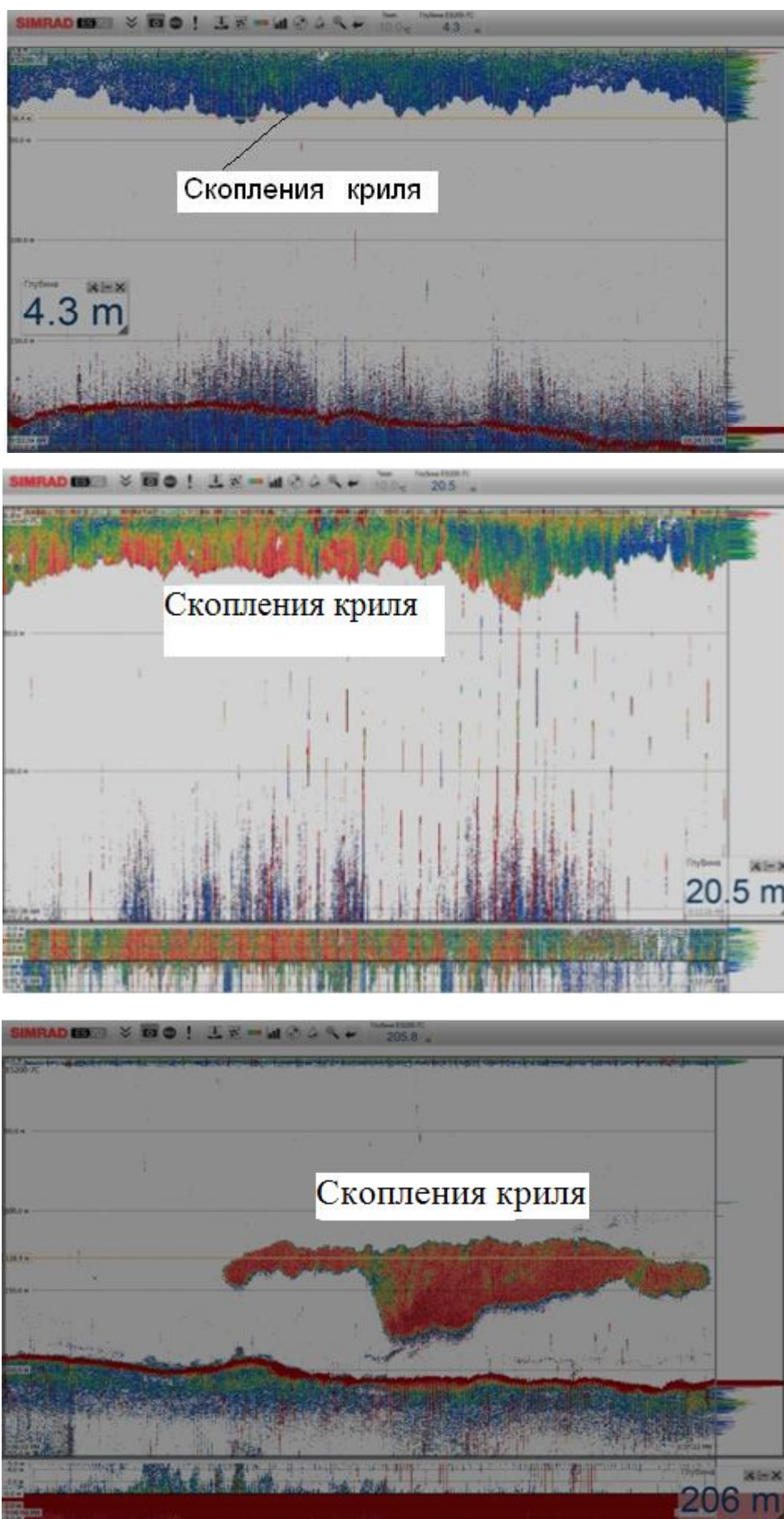
Вертикальные миграции рачков с длительными задержками на глубине более характерны для осенне-зимних агрегаций.

Часто на сравнительно небольшой акватории встречается несколько агрегаций рачков. В связи с этим, при необратимом распадении одной агрегации (а подобные явления достаточно часты) суда переходят на другой промысловый участок. Необратимые распадения агрегаций, в отличие от временного суточного рассредоточения рачков, происходят в силу многих причин, одной из которых может быть и слишком интенсивный облов при работе на одном скоплении чрезмерно большого числа промысловых судов.

Отмечено, что распадение одних агрегаций обычно не затрагивает соседних образований, отстоящих одно от другого на 15 миль и более. В связи с этим добывающие суда должны иметь информацию о запасных участках, где также могут иметь место скопления криля. Стабильно низкие уловы в одном из подрайонов обычно сопровождаются стабильно высокими уловами в другом [11, 16].

## ПОИСК СКОПЛЕНИЙ

Многолетняя практика промысла показала, что площадь доступных агрегаций криля в АЧА занимает около 1 % от общей площади района АЧА. В подрайоне 48.2 суда получают 90 % вылова на акватории двух—трех участков общей площадью около 5 тыс. кв. км, расположенных в промысловых подрайонах Южные Шетландские острова и пролив Брансфилд, Южные Оркнейские острова.



А

Б

В

Рис. 7 Характер записи скоплений антарктического криля в дневное время в подрайонах АЧА 48.1 (А), 48.2 (Б) и 48.3 (В)

Поиск скоплений криля осуществляют, в первую очередь, в этих подрайонах. При поиске ориентируются, прежде всего, на показания эхолота, работающего в диапазоне 0—200 или 0—300 м. Поисковые галсы должны быть достаточно частыми во избежание пропуска агрегаций. Отдельные стайки рачков регистрируются обычно в виде небольших пятен или вертикальных полос. При выходе на скопление записи учащаются, быстро сливаются, образуя характерную сплошную ленту. В ходе поиска можно наблюдать все переходы от отдельных скоплений до протяженных агрегаций криля [14, 16].

Для скоплений криля характерно весьма значительное вертикальное развитие, они располагаются обычно в 5—10 (20) м от поверхности, распределяясь в глубину до 75—100 м и более (рис. 7). Протяженность эхозаписей по вертикали обычно не соответствует истинному развитию агрегации по глубине. Установлено, что нижний край эхозаписи, постепенно уменьшающийся по интенсивности (так называемая «борода»), — это только эффект отражения, определяющийся плотностью рачков в агрегации, но не отвечающий их вертикальному распространению на такую же глубину. Наилучших результатов при облове достигают в том случае, если в ходе траления ориентируются на верхние две трети регистрируемого диапазона простираения эхозаписи.

Еще одним видом распределения рачков являются «пятна» криля на поверхности моря, которые наблюдаются преимущественно в летний период Южного полушария. Образование пятен — это одно из проявлений суточных изменений дисперсности криля в результате вертикальных его перемещений. Стаи в этом случае поднимаются к самой поверхности, и рачки располагаются здесь особенно тонким плотным слоем (плотность 15—30 кг/м<sup>3</sup>). Часто у поверхности встречаются и отдельные, изолированные скопления, тогда их пятна имеют небольшие размеры, но могут встречаться весьма часто.

Таким образом, когда криль поднимается к поверхности и находится выше осцилляторов эхолота (т.е. становится невидим для эхолота), он визуальным образом хорошо заметен с борта судна. Криль держится у поверхности при довольно разнообразных условиях погоды и состояния моря, но, как правило, не встречается при ярком солнце. Чаще всего скопления криля у поверхности наблюдаются утром, до 10—11 часов, и во второй половине дня, перед заходом солнца. Приповерхностные скопления наиболее часто наблюдаются в период весенне-летней вегетации, когда рачки интенсивно питаются фитопланктоном. После нереста, в конце марта—апреле, концентрация криля обычно снижается и поверхностные скопления исчезают. Динамика и причины появления «пятен» пока до конца не выяснены, что делает ориентировку судов на их облов не очень надежной.

Облов поверхностных скоплений криля проводят на короткорadiusной циркуляции, что возможно только при применении сетных тралов, которыми оснащена большая часть судов, ведущих промысел криля.

Украинские суда на промысле криля используют канатные тралы, с которыми такая циркуляция невозможна. Поэтому в современной практике работы украинских судов визуальный поиск пятен криля обычно не ведется, поверхность моря не осматривается. Поиск и облов агрегаций криля осуществляется на основе показаний гидроакустических приборов, и штурманский состав следит только за показаниями эхолота. В связи с этим, некоторые современные суждения об отсутствии в последние годы пятен криля на поверхности моря, воспринимаемые в качестве признака снижения его запаса, не имеют под собой реальной основы [16, 18, 20, 38].

Прогноз промысла криля с месячной и сезонной заблаговременностью может быть основан на метеорологических показателях в море Скотия. При повышенной повторяемости сильного юго-восточного ветра, при котором температура воздуха падает ниже -13 °С, концентрация криля в скоплениях повышается, причем в районе острова Южная Георгия — через 3 месяца после усиления южного атмосферного переноса, у Южных Оркнейских островов — через месяц, у острова Мордвинова — синхронно [8].

### **ПРОМЫСЕЛ В ПОДРАЙОНАХ ЮЖНЫЕ ШЕТЛАНДСКИЕ ОСТРОВА (48.1), ЮЖНЫЕ ОРКНЕЙСКИЕ ОСТРОВА (42.2) (ЮЖНАЯ ЧАСТЬ МОРЯ СКОТИЯ) И ЮЖНАЯ ГЕОРГИЯ (48.3)**

Общим для подрайонов Южных Шетландских о-вов (48.1), Южных Оркнейских (48.2) и о. Южная Георгия (48.3) является появление весной Южного полушария небольших по площади концент-

раций криля в мористой части шельфовых зон, на участках смешения вод, постепенная их стабилизация на значительной площади летом и переход в шельфовую зону островов осенью.

*Подрайоны Южные Шетландские острова (48.1), Южные Оркнейские острова (42.2) (южная часть моря Скотия).* Зона смешения вод в относительно теплые годы располагается вблизи Южных Оркнейских о-вов, в относительно холодные — сдвигается на 160—200 миль к северу. Эта зона легко обнаруживается. Здесь на обширной акватории между 65° и 40° з.д. и 58—61° ю.ш. в период с ноября по март образуются скопления крупных половозрелых рачков длиной 45—60 мм, концентрирующихся для питания и размножения [7, 23].

На юге моря Скотия промысловая ситуация обычно надежна в течение года. На этой обширной акватории, как правило, постоянно формируются промысловые агрегации криля.

В начале промыслового сезона (декабрь—январь) скопления криля встречаются вокруг всего архипелага, в том числе у края островного склона. С течением времени агрегации оказываются сосредоточенными преимущественно у западной, северо-западной оконечности о. Коронейшн и о. Мордвинова (восточная часть архипелага Южные Шетландские острова).

На этих двух участках (у о-вов Коронейшн и Мордвинова) промысел обычно наиболее производительен с ноября—декабря по март—апрель. Участок у о. Мордвинова характеризуется сложной промысловой обстановкой. Скопления криля обычно встречаются у западного (северо-западного) края островного шельфа, но часто оказываются на юге, севере или северо-востоке. Расстояния между этими участками не велики, и, ведя поиск вдоль островного склона, можно быстро выявить скопление. При этом скопления криля у о. Мордвинова отличаются особенной мощностью, что компенсирует затраты на их поиск [23].

Периодически в середине февраля у о. Мордвинова складывается неблагоприятная промысловая обстановка и суда переходят в соседний подрайон. Это связано со сложностью гидрологических условий. Здесь распространяются воды по меньшей мере трех—четырёх модификаций, положение которых и степень взаимодействия в разные годы (сезоны) может быстро меняться, что приводит к радикальным изменениям в степени агрегированности криля.

Более устойчивы скопления криля у о. Коронейшн.

Межгодовая динамика вылова криля в подрайонах, приведенная на рис. 8, свидетельствует, что периодичность концентрации криля в них колеблется в противофазе.

Появление и исчезновение скоплений криля объясняется периодическим изменением путей дрейфа рачков с течениями, которые в ходе смещений минуют один из этих районов. Возможно, ослабление течений, в результате которого создаются неустойчивые, слабо выраженные вихревые структуры, способствует снижению концентрации в них криля.

Для акватории вокруг Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов характерно также постепенное (по мере приближения осени и зимы) ограничение зоны распространения плотных агрегаций криля прибрежными участками и рассеиванием скоплений криля в удалении от берегов. Отмечено, что у берега скопления криля сохраняются дольше, чем в открытом океане, так как у берега развитие фитопланктона обычно более продолжительно [16, 23].

Уловы украинского судна РКТС «Конструктор Кошкин» в этих подрайонах в марте—июне 2004 г. составляли 12—32 т за час лова. Уловы украинского РКТС «Море Содружества» в этих подрайонах в сезон 2012/2013 гг. были ниже, от 5 до 16 т за час лова, что объясняется только ненадлежащим техническим состоянием судна.

*Подрайон Южная Георгия (48.3).* Здесь скопления криля встречаются практически круглогодично. В водах, прилегающих к о-ву Южная Георгия с северо-запада, севера и востока, с декабря по май плотные агрегации образует молодь криля, принесенная течением моря Уэдделла, и в меньшей степени — взрослые особи, заносимые водами Циркумполярного течения. Рачки образуют здесь скопления в слое 0—25 м, иногда до глубины 200 м. Концентрации криля в плотные скопления на акватории шельфовой зоны острова способствует образование системы циклонических и антициклонических круговоротов и завихрений динамико-топографического характера [14—16].

Наиболее благоприятное время для промысла — лето и осень Южного полушария (январь—май). Стабильные скопления встречаются на значительной акватории к востоку и к северу—северо-западу от острова. В зимний сезон Южного полушария (июнь—сентябрь) в уловах отмечается наи-

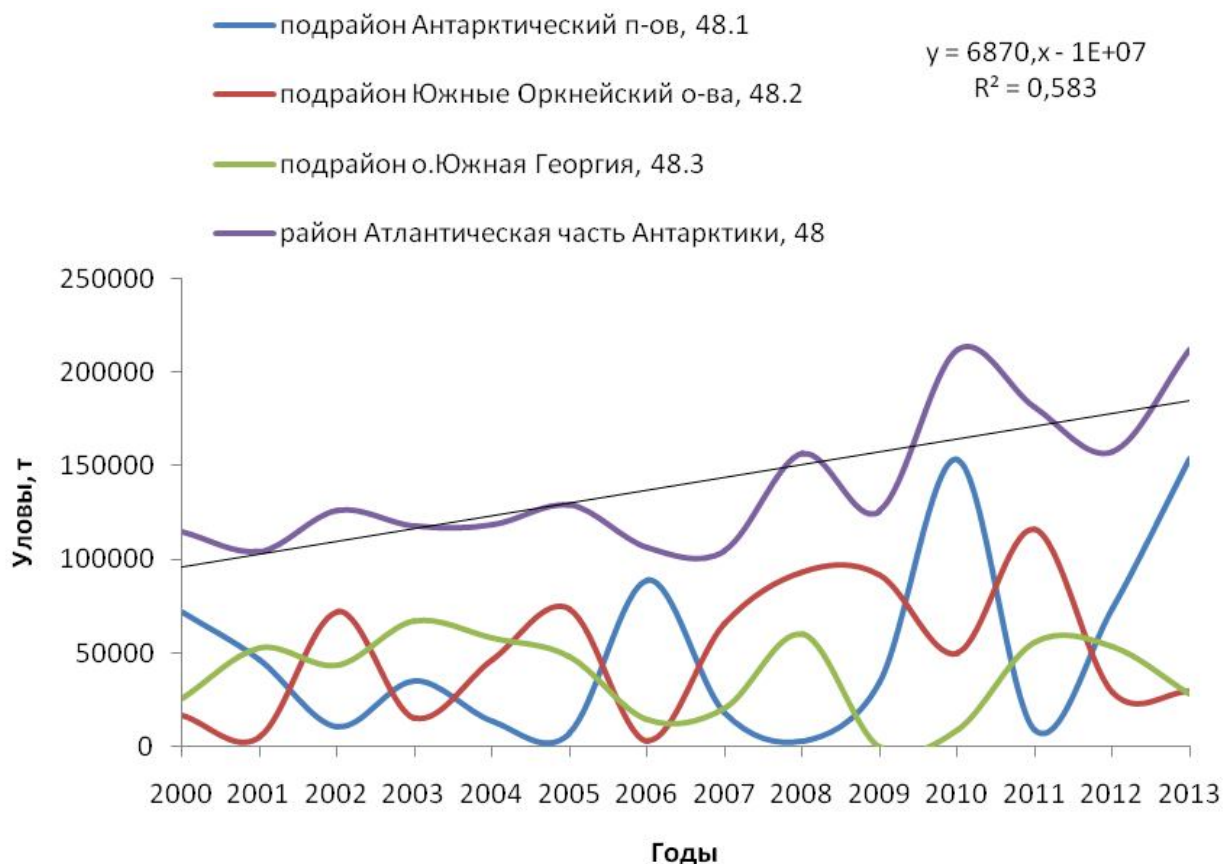


Рис. 8 Динамика мирового вылова криля в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3 в период с 2000 по 2013 г. [41]

более крупный криль. С середины сезона происходит перемещение плотных скоплений на северо-запад с постепенным их рассредоточением к весне. Отмечено, что в подрайоне Южная Георгия максимальные величины вылова на усилии наблюдаются при стабильно отрицательной аномалии температуры поверхности океана (усиление выноса вод моря Уэдделла) на восточном полигоне [15, 16].

С 2013 г. правительство Южной Георгии начало ограничивать сроки пребывания судов в островных водах, был введен запрет на промысел в ноябре—декабре. В сезон 2012/2013 гг. средний улов украинского РКТС «Море Содружества» в этом подрайоне составил 8 т за час лова.

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОМЫСЛА КРИЛЯ В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА (АЧИО) (ПОДРАЙОН ФАО 58.4.2)**

Вторым районом по обилию криля в водах Антарктики является Антарктическая часть Индийского океана (58.4.2, моря Содружества и Космонавтов). По рекомендациям ЮгНИРО, здесь в период 1978—1984 г. успешно вели лов криля промысловые суда ВРПО «Югрыбы» и «Дальрыбы», добывая за летний сезон до 100 тыс. т [16].

*Море Содружества.* Море Содружества (58.4.2) расположено между 65—67° ю. ш. В 1970—1980-е годы промысел криля велся на двух участках — в заливе Прюдс и в океанической зоне моря Содружества (рис. 9).

В 1974 году в АЧИО промысел криля начала Япония. В 1978 г. к японским судам присоединились суда СССР, а в 1979 г. — Южной Кореи. Суда Южного бассейна Минрыбхоза СССР, приписанные к портам, которые находятся на территории современной Украины, вели промысел криля в АЧИО с 1978 по 1990 г. Вылов судов советского флота составлял от 45—50 до 85 % общего вылова в АЧИО. В последующие годы промысел криля в АЧИО не возобновлялся. Максимальный вылов криля в АЧИО был получен в 1981 г. и составил 155 тыс. т, при этом 132 тыс. т (85 %) выловил советский флот (рис. 10).

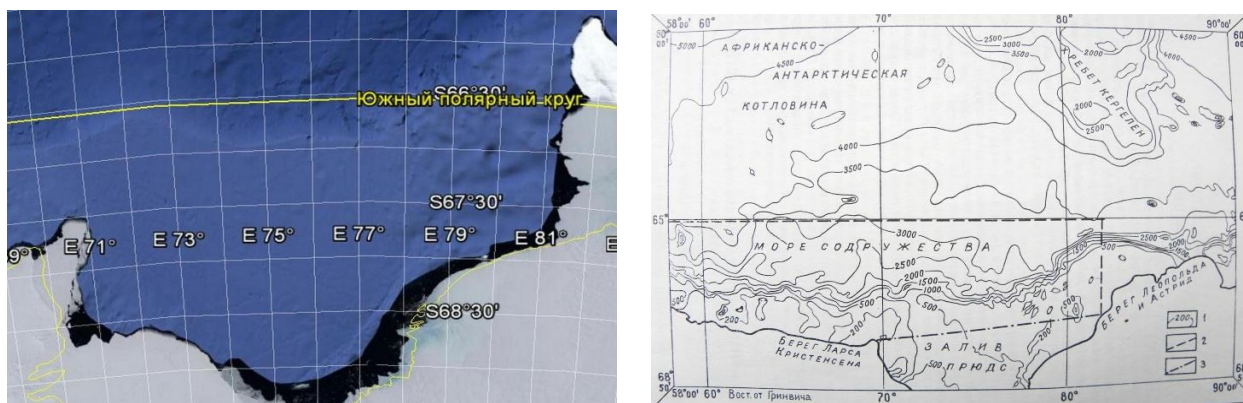


Рис. 9 Море Содружества и залив Прюдс (Район ФАО 58.4.2), слева — с ледниками [22]

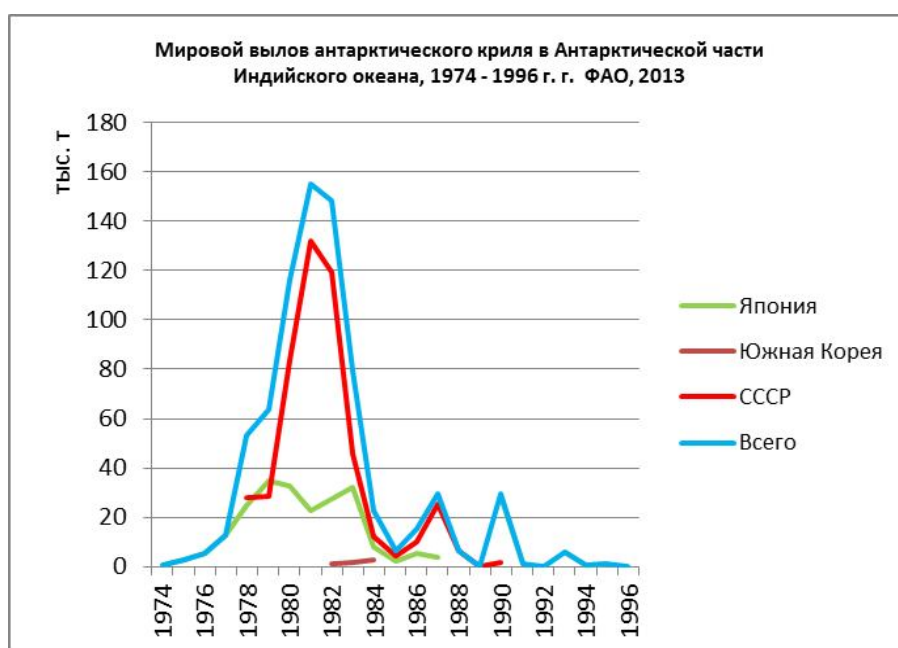


Рис. 10 Мировой вылов антарктического криля в Антарктической части Индийского океана (АЧИО), 1974—1996 гг. [41]

Сроки промысла криля в море Содружества определяются сложной и изменчивой ледовой обстановкой. В соответствии с многолетним рядом наблюдений, выполненных в 1970—1980-е годы, акватория моря Содружества, кроме залива Прюдс, освобождается ото льда в первой—второй декаде января и остается открытой до третьей декады марта. Северная половина залива Прюдс обычно освобождается ото льда в третьей декаде января—первой или второй декаде февраля. Лов криля в заливе Прюдс и мористой части моря Содружества возможен по март—апрель [23, 30].

Основным препятствием для промысла является наличие однолетнего льда и айсбергов. Однолетний лед в начале лета выносится из прибрежной зоны на север, образуя полыню в заливе Прюдс и распределяясь в море Содружества. Движение льда к югу от антарктической дивергенции (60° ю. ш.) направлено преимущественно в восточном направлении, к северу от нее — в западном направлении. Наибольшую площадь лед занимает в сентябре, наименьшую — в марте.

В феврале—марте начинается формирование припая. Ширина припая обычно составляет 16—18 миль. Сроки его установления колеблются в широких пределах, обычно в апреле формирование припая заканчивается. Его толщина составляет 120—200 см, кромка припая под действием ветра и волн постоянно обламывается. Весенне-летнее ослабление и разрушение припая начинается с середины ноября. Значительную роль в этом играют айсберги, вмержшие в припай в осенне-зимний



период (апрель—август). В весенне-летний сезон (ноябрь—февраль) не севшие на грунт айсберги, высота которых достигает 60—70 м, под действием ветра и течений начинают дрейфовать, взламывая припай. Лед постепенно выносится в северные мористые участки подрайона, формируя в заливе Прюдс полыню, в которой возможна работа промысловых судов [22].

Воды моря Содружества отличаются повышенной агрегированностью рачков: поверхностная плотность скоплений криля здесь в 5—10 раз выше, чем в зоне между 60—65° ю. ш. Частота встречаемости промысловых скоплений, прежде всего, в пределах материкового склона, и их устойчивость значительно выше по сравнению с аналогичными характеристиками в океанической зоне. По оценкам ЮгНИРО, добыча криля в море Содружества рентабельна только к югу от 65—66° ю. ш., оптимально — в заливе Прюдс. В океанической зоне между 60—65° ю. ш. она возможна лишь в декабре—начале января.

Исследование биологии криля, закономерностей его поведения и распределения в связи с факторами среды в регионе моря Содружества проводились в десятках экспедиций ЮгНИРО и ВНИРО в 1970—1990-е годы.

Комплексом полевых и экспериментальных исследований установлено, что определяющую роль во флюктуации обилия криля в регионе играют два динамических фактора — течения, приводящие к выносу (экспатриации) рачков из зоны размножения и из прибрежной части ареала, и летняя агрегированность в распределении фитопланктона [17, 28].

Исследованиями ЮгНИРО было установлено, что в годы отсутствия аномалий атмосферных процессов над регионом моря Содружества и Антарктикой в целом основным фактором, определяющим межгодовую изменчивость запаса криля, является не экспатриация его из прибрежной зоны, а вклад поколений разной урожайности. Показано, что запас (биомасса) криля в море Содружества формируется в основном за счет местного воспроизводства. Адвекция взрослых рачков из сопредельных районов заметного вклада в пополнение запаса не оказывает. Эффективность воспроизводства криля тесно связана с основными элементами крупномасштабной циркуляции вод. Пополнение запаса является наибольшим при интенсивном нересте в зоне возвратного течения и наименьшим (при равной активности нереста) в зоне выноса. Это позволяет увеличить заблаговременность прогностических рекомендаций до трех лет. В периоды нарушения нормального зонального переноса в атмосфере, прежде всего, когда в зоне 60—65° ю. ш. на длительное время (сезон или несколько сезонов) устанавливается восточный перенос, межгодовые изменения запаса определяются процессами экспатриации [9, 22, 25, 27, 29, 31].

Исследования показали, что в море Содружества и в заливе Прюдс криль нерестится в ноябре—апреле (весна—осень Южного полушария). Икра и личинки встречаются до глубин 1000 м и более. Молодь и взрослые особи обитают преимущественно в слое 0—200 м. Более 90 % массы антарктического криля располагается над слоем скачка плотности. Криль перемещается течениями от берегов Антарктиды на север. При этом из-за неоднородности поля течений происходит изоляция отдельных скоплений криля в круговоротах [22, 27, 29].

Скопления криля в АЧИО достаточно четко можно разделить на 3 типа:

- косяки, средняя протяженность которых составляет около 30 м, высота 10 м;
- плотные скопления, представляющие, очевидно, результат слияния большого числа косяков (последние на ленте эхолота обнаруживаются по более плотной записи). Протяженность этих скоплений колеблется от нескольких сот метров до нескольких десятков миль. Средняя высота около 20 м;
- разреженные скопления, хорошо фиксируемые гидролокатором и эхолотом, часто большой (до нескольких миль) протяженности. Их средняя высота около 10 м. Наиболее плотные скопления криля отмечаются в полях вихрей антициклонического характера. Протяженность скопления антарктического криля в таких полях может достигать 40—60 миль [22].

Плотные скопления антарктического криля в океанической зоне моря Содружества, как правило, неустойчивы и легко распадаются на отдельные косяки, особенно при штормах.

Скопления криля в море Содружества с минимальными и максимальными протяженностью и объемом практически могут встречаться в любой части промыслового района, что свидетельствует о

сравнительно равномерном чередовании в пространстве благоприятных и неблагоприятных для аккумуляции криля гидрологических условий. Из этого следует, что в равной степени высокий или низкий улов судно может иметь в любой его части, в связи с чем при знании границ промыслового района ему нет необходимости при поиске криля перемещаться на большие расстояния. Это обстоятельство особенно важно учитывать в случае работы нескольких судов в районе [22].

Запас антарктического криля как в районе моря Содружества в целом, так и в районе залива Прюдс весьма значителен. Так, по данным эхолотной съемки ЮгНИРО (в то время — АзЧерНИРО), в декабре 1972—феврале 1973 г. суммарная масса антарктического криля на акватории, ограниченной меридианами  $60^\circ$  и  $90^\circ$  в. д., параллелью  $60^\circ$  ю. ш. и кромкой льда на юге, составила около 300 млн. т. По данным эхолотного обследования, выполненного в 1977 г., суммарная масса антарктического криля в море Содружества, площадь которого составляет около 25 % указанной выше акватории, составила около 80 млн. т, а в его основном промысловом районе, заливе Прюдс, — 3 млн. т. В 1994 г. ЮгНИРО приближенно оценил запас криля в промысловой части моря Содружества величиной в  $5 \pm 2$  млн. т [22, 27, 29].

Наиболее надежным способом обнаружения скоплений криля в море Содружества является гидроакустический. Скопления криля в мористой зоне моря Содружества зачастую сопутствуют стаи рыб, медуз, сальп, записи которых на лентах эхолотов при отсутствии известного опыта трудно отличить от записей антарктического криля. Поэтому при поиске следует проводить короткие контрольные траления. Днем в летний период Южного полушария (декабрь—февраль) поверхностные скопления антарктического криля можно обнаружить визуально по их буро-красной или рыжеватокоричневой окраске. В зависимости от размера скопления, освещенности и состояния моря агрегации криля можно увидеть невооруженным глазом за 200—500 м. Кроме того, их можно обнаружить по присутствию усатых китов, а также стай птиц, низко летающих, ныряющих или садящихся на воду. При поиске криля следует двигаться галсами длиной 1,5—2,0 мили полным ходом, перемещаясь на ветер. Гидроакустический и визуальный поиск может вестись как попутно, при следовании в предполагаемый основной район промысла, так и непосредственно в этом районе [9, 22].

В заливе Прюдс плотные и разреженные скопления антарктического криля довольно устойчивы, постоянно наблюдаются с весны (ноябрь) до начала льдообразования (февраль—март) и обеспечивают стабильность промысла. Наблюдениями установлено, что в течение одного сезона и в разные годы положение основных промысловых участков меняется.

Для промысла необходимы крупнотоннажные суда с ледовым классом. Установлено, что при использовании канатных тралов наиболее высокой эффективности промысла можно добиться при скоростях траления не более 2,5—2,7 узлов [22].

Наилучшей промысловая обстановка бывает во время юго-восточного ветра со скоростью 10—15 м/с. В это время отмечаются плотные скопления криля, удобные для облова тралом. При юго-западных ветрах и штилевой погоде плотность скоплений уменьшается и промысловая обстановка ухудшается.

В темное время суток антарктический криль поднимается к поверхности и рассеивается, что также ухудшает промысловую обстановку. Траление в это время по возможности следует проводить в поверхностном слое на пологой циркуляции без применения траловых досок, но с использованием носовой оттяжки [22].

В заливе Прюдс в летний период Южного полушария промысел криля ведется в полынье, свободной ото льда. Этот подрайон является единым промысловым участком. Однако, в связи с межгодовыми колебаниями гидрологических и ледовых условий, местоположение и характер скоплений рачков в пределах этого подрайона подвержены значительным изменениям. Анализ работы судов и карт распределения криля показал, что наилучшая промысловая обстановка наблюдается при наличии в промысловом районе антициклонической циркуляции вод, которая обуславливает концентрацию криля на относительно небольших площадях. Следует отметить, что антициклоническая циркуляция вод (зона опускания) также служит местом концентрации плавучего льда. Скопления криля обычно находятся в центре антициклонического круговорота и располагаются над материковой отмелью (глубины 500—600 м) и над материковым склоном (глубины 600—2000 м). Криль чаще всего

встречается в виде плотных скоплений, протяженность которых может достигать 4 миль при средней высоте скопления 15—20 м.

В АЧИО, как и в других районах, криль совершает суточные вертикальные миграции. Днем основная масса криля погружается на глубины от 30—40 м до 80—200 м, до слоя скачка температуры. В темное время суток криль поднимается к поверхности и рассеивался в слое воды от поверхности до глубин 30—40 м, иногда до 80—100 м [3, 17, 22].

При работе в районе залива Прюдс наибольшую опасность представляют льды, которые в период образования и ветрового дрейфа с востока на запад могут перекрыть выход из полыньи. Во избежание перекрытия выхода судов из залива необходима постоянная информация о перемещениях льда. Эта информация может быть получена при анализе ледовых карт.

Промысловые показатели советских судов на промысле криля в море Содружества были невысокими. Суда типа БМРТ, работавшие в конце 1970-х—начале 1980-х годов в этом районе, в январе—феврале получали средние уловы от 3 до 6 т/час траления, 25—60 т/сутки лова, в середине—конце марта — 56—61 т/сутки лова. Вместе с тем следует учесть, что перерабатывающие возможности судов типа БМРТ в тот период ограничивались 60 т/сутки [22].

*Море Космонавтов.* Краткая промысловая характеристика моря Космонавтов (рис. 11) представлена на основе результатов исследований ЮгНИРО и ППП «Югрыбпоиск», выполненных в период с 1983 по 1987 г. [3, 21, 25, 28, 29].

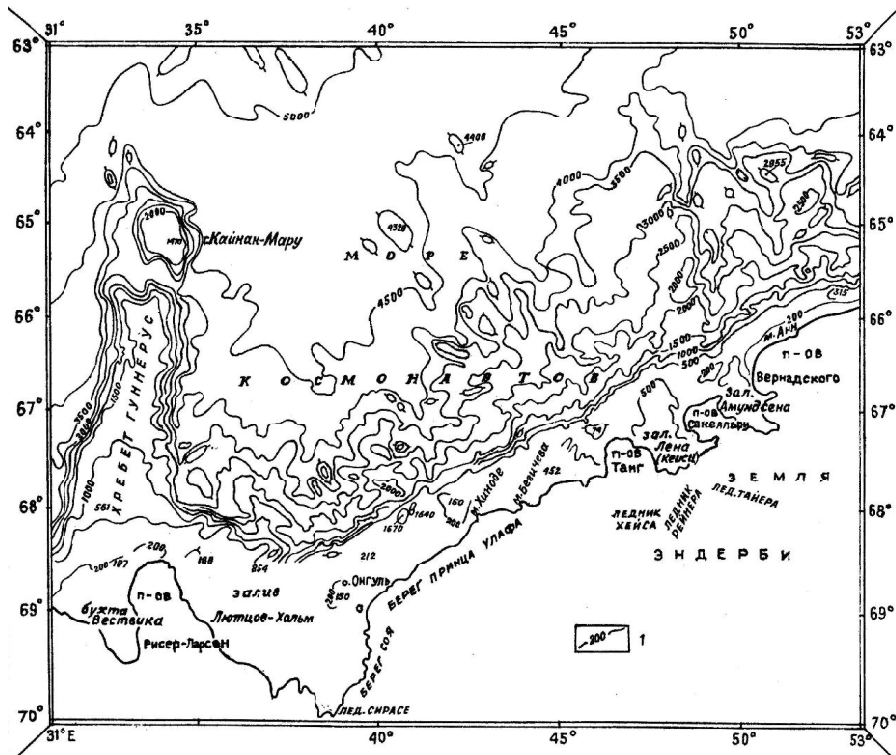


Рис. 11 Море Космонавтов (подрайон ФАО 58.4.2) [21]

Район моря Космонавтов характеризуется весьма сложной ледовой обстановкой, которая значительно варьирует по годам. Так, например, в 1983 и 1985 гг. промысловые суда могли работать на шельфе в феврале и марте. В 1987 г. шельф был свободен ото льда уже в первой декаде января, а льдообразование началось в конце первой декады апреля.

Промысел криля в море Космонавтов не проводился. Облов криля в промысловых скоплениях осуществляли лишь научно-поисковые и научно-исследовательские суда в процессе обследования региона в 1983—1987 гг. и при работе в промысловом режиме (табл. 2) [21].

Промысловая характеристика участков лова моря Космонавтов в период 1983—1987 гг.

Участки лова	Период	Площадь, км <sup>2</sup>	Запас, тыс. т	Улов за 1 час трал., т
65°45' ю. ш., 49°00' в. д. (центр координаты)	январь 1983 г.	200	30	1,5
66°10'—66°30' ю. ш.; 48°30'—49°45' в. д.	февраль—март 1983 г.	1200	100	1,5
66°00' ю. ш., 47°00' в. д. (центр координаты)	январь—февраль 1985 г.	600	30	4,5
67°10' ю. ш., 45°00' в. д. (центр координаты)	март 1985 г.	1000	70	—
65°26'—65°28' ю. ш., 52°28'—52°40' в. д.	январь—март 1987 г.	100	80	—
65°26'—65°30' ю. ш., 54°25' и 54°45' в. д.	январь—март 1987 г.	100		—

### СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЛОВА КРИЛЯ

Особые качества криля как сырья, а также способы его переработки диктуют режим поступления сырья на переработку. Криль, поднятый на палубу, сохраняет минимально необходимые для выпуска продукции свойства не более 3-х часов, что не позволяет накапливать улов. В уловах свыше 10 т криль существенно повреждается. А способы его переработки на судовой фабрике (выпуск крилевой муки, мяса криля и пр.) таковы, что для равномерной загрузки мощностей сырьем требуется непрерывное поступление свежего криля относительно небольшими порциями.

В настоящее время у судов, работающих на промысле криля, доставка сырья на судовую фабрику осуществляется либо традиционно, путем регулярного подъема трала с уловом на палубу, либо при помощи периодической откачки улова из кутка работающего за бортом трала (способ непрерывного траления). По традиционной схеме, с регулярным подъемом трала с уловом на палубу, работает большинство добывающих судов, норвежские суда применяют способ непрерывного траления.

Украинские суда на промысле криля работают по традиционной схеме. Для облова скоплений криля они применяли и в настоящее время применяют разноглубинные канатные тралы. Во многом это обусловлено тем, что после окончания промысла криля (февраль—июль) суда направлялись в ЦВА на промысел мелких стайных пелагических рыб (ставрид, сардинелл и сардины), облов которых наиболее эффективен канатными тралами, и суда не нуждались в переоснащении. Суда других государств, по имеющейся информации, применяют на промысле криля разноглубинные сетные тралы [5, 6, 49, 54, 57].

*Канатные тралы.* Канатные тралы имеют ряд преимуществ перед тралами других конструкций, в частности, перед сетными тралами. Основное из них то, что канатные тралы создают меньшее гидродинамическое сопротивление при буксировке, так как имеют малую затененную площадь. Это позволяет значительно увеличить площадь устья трала и, как следствие, протраленный объем воды, а также скорость траления. По свидетельству научных наблюдателей, применение канатных тралов на промысле криля предотвращает гибель котиков, так как они имеют возможность выйти из трала через канатную часть, а уловы на усилие канатного трала не отличаются от уловов сетных тралов.

Особенностью использования канатного трала является значительно большая длительность выборки по сравнению с сетным тралом, что на промысле криля становится существенным недостатком. Для выборки трала применяют траловые лебедки, предусматривающие длительные операции по выборке ваеров и канатной части, затем подъем улова на палубу при помощи гиневой лебедки. Долговременная выборка снижает количество тралений в течение суток. Кроме того, судну с канатным тралом весьма сложно осуществлять маневр или циркуляцию для облова небольшого скопления криля. Применение канатного трала происходит более успешно при наличии у судна подруливающих устройств.

Производительность канатных тралов вполне обеспечивала работу украинских судов типа «Антарктида». Эти суда, работавшие на промысле криля в 1990-е—начале 2000-х годов, выпускали такую продукцию, как консервы из криля, мясо криля, крилевую муку и пр. Суда выполняли до 20 тралений в сутки со средним уловом 10 т и суточным выловом 200 т. Величина суточного вылова сдерживалась только перерабатывающими возможностями судна.

Оснащение украинских судов более производительными перерабатывающими мощностями требует увеличения суточного вылова. Реальной возможностью его увеличения для судов, оборудованных канатными тралами, является применение промысловой схемы, при которой улов откачивается из трала, без его подъема на палубу.

*Сетные тралы.* Оборудование судов современными высокопроизводительными перерабатывающими мощностями, которое наблюдается в настоящее время, потребовало значительно увеличить суточный вылов. Этого удастся достичь, применяя выборку при помощи сетного барабана, что значительно сокращает время выборки и позволяет выполнить большее количество тралений за сутки.

Кроме того, увеличение промысловой производительности происходит и другим путем, за счет использования двух тралов поочередно.

Перечисленные прогрессивные инновации в работе сетных тралов позволяют теперь ловить и перерабатывать до 450 т криля в сутки. Судно с сетным тралом более маневренно и способно развернуться для нового захода на небольшое скопление, а также выполнять траление на циркуляции.

Проблемой применения сетных тралов с мелкочаистой вставкой является наличие у них большого гидродинамического подпора, который способствует значительному отсеву и выбросу мало-размерных объектов лова из тралового мешка (так называемый «эффект ведра») [19]. Кроме того, повреждения рачков в больших уловах приводят к утечке ценных химических веществ и ускоренной порче улова, что рассматривается как существенная проблема в условиях современных высоких технологий переработки сырья. Недостатком сетных тралов является также попадание в них котиков, даже при наличии специальных «окон» в сетном полотне для их выхода из трала.

*Система непрерывного траления.* С 2007 г. многие норвежские суда применяют на промысле криля систему непрерывного траления, которую именуют методом «экологичного траления» из-за его предполагаемой селективности (заявка на патент США 2006 США 0048436). Трал с уловом не выбирается на борт судна и не подтягивается к нему. В куток трала с уловом нагнетается воздух, и воздушный пузырь поднимает его на поверхность, после чего улов через шланг откачивается на судовую фабрику. В результате на переработку поступает криль фактически непрерывно.

Преимущества этой системы состоят в том, что трал может оставаться в воде в течение нескольких недель и при этом на переработку постоянно поступает свежий, живой и неповрежденный криль, пригодный для выпуска любой продукции высокого качества. Кроме этого, лов криля таким способом можно вести среди мелкого плавучего льда, тогда как при традиционном способе лова это невозможно, так как трал при подъеме забивается льдом.

У судов, оборудованных системой непрерывного траления, вылов криля за сутки иногда превышает 900 т при среднем показателе около 300 т/сутки [4, 50, 55]. В сезон 2010 года норвежская компания, используя на своем судне самые современные технологии добычи, переработки и выпуска новой продукции, сумела обеспечить вылов и обработку на одном судне 100 тыс. т криля-сырца с выпуском продукции за год (частично переработанной на небольшом береговом предприятии) общей стоимостью 50,5 млн. долларов США. В сезон 2011 г., несмотря на небольшое снижение общего вылова, стоимость реализованной продукции выросла и составила 55,6 млн. долларов США.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запас криля в Антарктике является одним из наибольших, но малоиспользуемых человеком запасов гидробионтов на планете [43]. По оценке А. Аткинсона и др. [34], биомасса криля во всей Антарктике находится на уровне 133—398 млн. т, его валовая годовая продукция — 342—536 млн. т, годовое выедание хищниками — 128—470 млн. т [34, 35].

Воздействие современного промысла на изъятие запаса криля крайне мало. Ежегодный мировой вылов криля (около 200 тыс. т) не достигает и 0,05 % от его валовой годовой продукции во всей

Антарктике, 0,1 % валовой годовой продукции в АЧА и менее 0,1 % от годовых пищевых потребности хищников. Даже если будет достигнут установленный АНТКОМ пороговый уровень вылова (8,695 млн. т), это составит лишь 3—5 % от годовой продукции и 2—7 % от годовых пищевых потребностей хищников.

Таким образом, примерно треть годовой продукции криля не используется для обеспечения высших трофических уровней, не добывается человеком и определяется как избыточная, что является типичным примером несбалансированности высокоширотных экосистем. Это позволяет значительно расширить промысел криля, увеличив на первом этапе вылов до порогового уровня 8,7 млн. т, установленного АНТКОМ. Рост потребности в криле как сырья для пищевой, кормовой, фармацевтической промышленности в дальнейшем предопределил постановку вопроса в АНТКОМ о пересмотре порогового уровня вылова по районам.

Ряд государств намеревается увеличить вылов криля уже в ближайшие годы. Перспективы развития промысла криля Норвегией рассматриваются следующим образом:

В настоящее время на норвежских судах достигнута очень высокая эффективность, сравнимая с работой самых современных крупнотоннажных траулера-заводов мирового флота на промысле удельно дорогих ресурсов мирового рыболовства. Считается, что уже достигнутые показатели эффективности — еще не предел. В Норвегии заложено новое судно для добычи криля, которое должно выйти на промысел в сезон 2014 г. Стоимость выпускаемой им продукции, предназначенной для пищевого использования, «будет более чем в десять раз превышать стоимость крилевой муки, за счет чего будет обеспечиваться еще более высокая экономическая эффективность промысла»<sup>1</sup>.

Рост вылова может быть обеспечен за счет совершенствования технологий лова и расширения районов промысла, в АЧА — при переходе добывающих судов из прибрежных в мористые участки, в АЧИО и АЧТО — при возобновлении промысла.

Для формирования обоснования пересмотра порогового уровня вылова криля необходимы соответствующие и надежные научные данные, мониторинговые исследования разных сторон биологии и экологии криля, динамики его распределения и воспроизводства, изменений плотности его скоплений, судьбе и роли криля, вынесенного из прибрежной в океаническую зону, в воспроизводстве его запасов, в обеспечении пищей хищников.

Следует наладить систематический сбор данных по биологии и запасам криля в долгосрочной перспективе, чтобы определить происходящие изменения изобилия криля в связи с климатическими вариациями, повысить надежность прогнозирования промысла, выяснить механизм формирования его запаса в приостровных и мористых зонах, сезонной и межгодовой динамики запаса, определить последствия промысла для антарктической экосистемы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абиотические факторы*, определяющие современное состояние экосистем промысловых районов Антарктической части Атлантики (АЧА), 2000 : отчет о НИР / Рук. Троценко Б. Г. — Керчь: ЮгНИРО, 2000. — 27 с.
2. *Акишин В. В.* К вопросу о взаимодействии криля с орудиями лова / В. В. Акишин // Вопросы теории и практики промышленного рыболовства. Поведение гидробионтов в зоне действия орудий лова — М.: ВНИРО, 1998. — С. 11—41.
3. *Асеев Ю. П.* Размерный состав, распределение группировок и особенности биологии размножения *Euphausia superba* Dana в морях Космонавтов и Содружества / Ю. П. Асеев, А. В. Вагин, В. С. Ефимов, Р. Р. Макаров // Комплексные исследования экосистемы пелагиали в морях Содружества и Космонавтов : сб. науч. трудов. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 125—143.
4. *Базюра Е. А.* Межгодовая изменчивость положения границы кромки льда в Южном Океане [Электронный ресурс] / Е. А. Базюра, А. Б. Полонский, А. В. Юровский. — Режим доступа: <http://archive.nbu.gov.ua/>
5. *Бибик В. А.* Состояние сырьевой базы криля (*Euphausia superba*) в промысловых районах Атлантического сектора Антарктики в 1999—2006 гг. / В. А. Бибик // Повышение эффективности использования водных

<sup>1</sup>Антарктический криль 2011 // [http://ruspelagic.ru/antarkticheskiy\\_krill](http://ruspelagic.ru/antarkticheskiy_krill)

- биологических ресурсов: тез. докладов Первой международной научно-практ. конференции. — М., 2006. — С. 26—28.
6. Бибик В. А. Норвегия открывает новую страницу в истории промысла антарктического криля / В. А. Бибик, А. С. Виннов, Д. Склабоз // Рыбное хозяйство Украины. — 2007. — Вып. № 1/2. — С. 11—14.
  7. Биология, промысел и способы переработки антарктического криля. — М.: ВНИРО, 1978. — 76 с.
  8. Брянцев В. А. Ориентировочный прогноз успешности промысла криля в Атлантической части Антарктики / В. А. Брянцев // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 1998. — № 44. — С. 210—215.
  9. Зигальман Н. И. Ледовые условия промысла криля в море Содружества (Восточная Антарктика) : автореф. дисс. ... канд. географ. наук. — Владивосток, 1995. — 23 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: // <http://earthpapers.net/>
  10. Исследования природных систем и климатических областей Антарктики // Пространственная структура антарктических вод и распределение антарктического криля. — 2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vniro.ru/>
  11. Касаткина С. М. Гидроакустические исследования характеристик распределения криля (*Euphausia superba*) и совершенствования методов контроля за состоянием его ресурсов) : автореф. дисс. ... канд. географ. наук. — 2004. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.dissercat.com/>
  12. Литвинов Ф. Ф. Криль — продукт перспективный / Ф. Ф. Литвинов, А. З. Сундаков // Морская индустрия. — 2003 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mi32.narod.ru/01-04/kril.html>.
  13. Макаров Р. Р. Жизненный цикл и особенности распределения *Euphausia superba* Dana / Р. Р. Макаров // Труды ВНИРО. — 1972. — № 77. — С. 85—92.
  14. Макаров Р. Р. Особенности количественного распределения и условия образования скоплений *Euphausia superba* Dana на примере некоторых районов Атлантического и Тихоокеанского секторов Антарктики / Р. Р. Макаров, В. В. Масленников, Е. В. Солянкин, В. В. Шевцов // Биологические ресурсы антарктического криля. — М.: ВНИРО, 1980. — С. 114—145.
  15. Масленников В. В. О влиянии динамики вод на распределение *Euphausia superba* Dana в районе острова Южная Георгия / В. В. Масленников // Труды ВНИРО. — 1972. — № 75. — С. 107—117.
  16. Методические рекомендации по ведению поиска и промысла антарктического криля / Составители: Р. Р. Макаров, Е. В. Солянкин, В. В. Шевцов. — М.: ВНИРО, 1986. — 68 с.
  17. Некоторые закономерности формирования запаса криля в море Содружества; уточненный прогноз вылова криля в морях Содружества и Космонавтов на 1993 г., прогноз на 1994 г. : отчет о НИР / Рук. Троценко Б. Г. — Керчь: ЮгНИРО, 2002.
  18. Норинев Е. Г. Обеспечение рациональной эксплуатации биоресурсов путем совершенствования структуры сетных оболочек орудий рыболовства : автореф. дисс. ... канд. тех. наук [Электронный ресурс]. — 2006. — Режим доступа: <http://www.dissercat.com/>
  19. Норинев Е. Г. Рациональное рыболовство : Монография [Электронный ресурс]. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. — 184 с. — Режим доступа: <http://www.twirpx.com>.
  20. Полищук И. А. Влияние океанологических условий на промысловые биоресурсы в Юго-Западной и Антарктической частях Атлантического океана : автореф. дисс. ... канд. географ. наук [Электронный ресурс]. — Калининград, 2006. — Режим доступа: <http://earthpapers.net>.
  21. Промысловое описание моря Космонавтов / Ред. Дубинец Г. А. — М.: ГУНИО МО для МРХ СССР. — 1990. — 80 с.
  22. Промысловое описание моря Содружества и прилегающих вод / Ред. Дубинец Г. А. — М.: ГУНИО МО для МРХ СССР. — 1983. — 41 с.
  23. Промысловое описание подрайона Южные Оркнейские острова (Атлантический сектор Антарктики) / Ред. Захаров Г. П., Боронин В. А. — М.: ГУНИО МО для МРХ СССР. — 1986. — 108 с.
  24. Пространственная структура антарктических вод и распределение антарктического криля [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <http://www.vniro.ru/>
  25. Рябчикова Н. А. Динамические предпосылки образования промысловых скоплений криля в Индоокеанском секторе Антарктики / Н. А. Рябчикова, В. А. Брянцев, А. Б. Мензин, Н. А. Сыроватко // Вопр. промысл. океанологии Мирового океана : тез. докл. V Всесоюз. кон. 23—25 окт. 1979 г. — Калининград, 1979. — С. 182—183.
  26. Савич М. С. Биологическая структура популяции криля (*Euphausia superba* Dana, 1852) в водах острова Южная Георгия в июле—октябре 2001 г. / М. С. Савич, Н. Н. Жук // Український антарктичний журнал. — 2004. — № 2. — С. 138—144.

27. *Самышев Э. З.* Распределение и продукция антарктического криля / Э. З. Самышев // Биологические предпосылки промыслового освоения открытых районов океана. — М.: Наука, 1985. — С. 40—49.
28. *Самышев Э. З.* К вопросу о факторах, лимитирующих обилие антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) / Э. З. Самышев [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://antarctica.org.ua/abstracts.html>.
29. *Самышев Э. З.* К методике прогноза запасов антарктического криля / Э. З. Самышев, В. А. Брянцев, Н. Г. Петрова // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования : II Всесоюз. совещ. — Керчь, 1987. — С. 105—107.
30. *Состояние биоресурсов* и научное обоснование их рационального использования в Индийском и Южном океанах на 1994 г. : отчет о НИР / Рук. Яковлев В. Н., отв. исп. Бибик В. А. — Керчь: ЮгНИРО, 1992. — 265 с.
31. *Состояние запасов криля* и условий его обитания в море Содружества и сопредельных с ним регионах : отчет о НИР / Рук и отв. исп. Самышев Э. З. — Керчь: ЮгНИРО, 1988. — С. 36—49.
32. *All About Sea Ice* [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа: <http://nsidc.org/cryosphere/seaice/>
33. *Atkinson, A.* Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean / A. Atkinson, V. Siegel, E. Pakhomov, P. Rothery // Nature [Электронный ресурс]. — 2004. — 432. — Pp. 100—103. — Режим доступа: <http://www.plosone.org/article/>
34. *Atkinson, A.* A re-appraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill / A. Atkinson, V. Siegel, E. A. Pakhomov, M. J. Jessopp, V. Loeb // Deep-Sea Res. I. [Электронный ресурс]. — 2009. — 56. — Pp. 727—740. — Режим доступа: <http://www.iced.ac.uk>.
35. *Atkinson, A.* The role of krill in Southern Ocean nutrient cycles / A. Atkinson, Sophie Fielding Hugh Venables, Peter Enderlein, Christian Schlosser, Matthew Patey // Fieldwork Report (Season 2010/2011) [Электронный ресурс]. — 2011. — Режим доступа: <http://www.antarctica.ac.uk>.
36. *Atkinson, A.* Oceanic circumpolar habitats for Antarctic krill / A. Atkinson, V. Siegel, E. A. Pakhomov, P. Rothery, V. Loeb, R. M. Ross, L. B. Quetin, K. Schmidt, P. Fretwell, E. J. Murphy, G. A. Tarling, A. H. Fleming // Marine Ecology Progress [Электронный ресурс]. — 2008. — 362. — Pp. 1—23. — Режим доступа: <http://www.int-res.com/>
37. *Buis Alan.* Antarctic Ice Loss Speeds Up, Nearly Matches Greenland Loss / Alan Buis [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа: <http://www.nasa.gov>.
38. *Carlos, M. Duarte* (ed.). Impacts of Global Warming on Polar Ecosystems / Carlos M. Duarte (ed.). — 2008. — Режим доступа: <http://www.fbbva.es>.
39. *Dell'Amore, K.* Why Antarctic Sea Ice Is Growing in a Warmer World / K. Dell'Amore [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://news.nationalgeographic>.
40. *Fach Bettina, A.* Transport of Antarctic krill (*Euphausia superba*) across the Scotia Sea. Part I: Circulation and particle tracking simulations / Fach Bettina A., John M. Klinck // Deep-Sea Research I. [Электронный ресурс]. — 2006. — 53. — Pp. 987—1010. — Режим доступа: [http://www.ims.metu.edu.tr/cv/Fach/PDF/Fach\\_klinck.pdf](http://www.ims.metu.edu.tr/cv/Fach/PDF/Fach_klinck.pdf).
41. *Fish Stat Plus* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.fao.org](http://www.fao.org).
42. *Flores, H.* The association of Antarctic krill *Euphausia superba* with the under-ice habitat / H. Flores, J. A. Franeker, V. Siegel, M. Haraldsson, V. Strass, E. H. Meesters, U. Bathmann, W. J. Wolff [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа: <http://epic.awi.de>.
43. *Garcia, S. M.* Food security and marine capture fisheries: characteristics, trends, drivers and future perspectives / S. M. Garcia, A. A. Rosenberg // Philosophical Transactions of the Royal Society [Электронный ресурс]. — 2010. — В 365. — Pp. 2869—2880. — Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
44. *Homewood, Paul.* Growing Antarctic Sea Ice Extent Breaking All Records / Paul Homewood [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <http://www.climatedepot.com/>
45. *Hydrolytic enzymes* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Krill\\_fishery](http://en.wikipedia.org/wiki/Krill_fishery).
46. *Huang Tao.* Relative Changes in Krill Abundance Inferred from Antarctic Fur Seal / Tao Huang, L. Sun, J. Stark, Y. Wang, Z. Cheng, et al. // PLoS ONE [Электронный ресурс]. — 2011. — 6 (11): e27331. — Режим доступа: doi:10.1371/journal.pone.0027331// <http://www.plosone.org>.
47. *July 1, 2013* : The Sea Ice Index team has replaced the 22-year base period with a new 30-year version [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://nsidc.org/data/seaice\\_index/index.htm](http://nsidc.org/data/seaice_index/index.htm).
48. *Kawaguchi, S.* Quantifying movement behavior of vessels in the Antarctic krill fishery / S. Kawaguchi, S. G. Candy [Электронный ресурс]. — Режим доступа: CCAMLR Science. — 2009. — 16. — Pp. 131—148.



49. *Kawaguchi, S.* Direct effects of climate change on the Antarctic krill fishery / S. Kawaguchi, S. Nicol, A. J. Press // Fisheries Management and Ecology [Электронный ресурс]. — 2009. — 16. — Pp. 424—427. — Режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com>.
50. *Krafft Bjorn, A.* Studies of Antarctic krill, krill predators and trawl gear at South Orkney Islands / Krafft Bjorn A., Georg Skaret, Ludvig A. Krag, Phil Trathan, Yiping Ying [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: [http://www.imr.no/filarkiv/2013/04/hi\\_imr-report\\_no\\_8-2013\\_antarctic\\_krill.pdf/nb-no](http://www.imr.no/filarkiv/2013/04/hi_imr-report_no_8-2013_antarctic_krill.pdf/nb-no).
51. *Latogursky, V. I.* Peculiarities of *Euphausia superba* size composition in Statistical Subarea 48.2 (South Orkney Islands) / V. I. Latogursky, R. R. Makarov // WG-KRILL-91/11 [Электронный ресурс]. — 1991. — Режим доступа: <http://www.ccamlr.org/en/wg-krill-91/11>.
52. *Miller, D. G. M.* Biology and ecology of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana): a review / D. G. M. Miller, I. Hampton // BIOMASS scient ser. — 1989. — 9. — Pp. 1—166.
53. *Nicol, S.* Estimates of circumpolar abundance of Antarctic krill based on recent acoustic density measurements / S. Nicol, A. J. Constable, T. Pauly // CCAMLR Science [Электронный ресурс]. — 2000. — 7. — Pp. 87—99. — Режим доступа: <http://www.ccamlr.org>.
54. *Nicol, S.* Krill fisheries: development, management and ecosystem implications / S. Nicol, Y. Endo [Электронный ресурс]. — 1999. — Режим доступа: [books.google.com](http://books.google.com).
55. *Nicol, Stephen.* The fishery for Antarctic krill — recent developments / Stephen Nicol, Foster Jacqueline [Электронный ресурс]. — 2011. — Режим доступа: <http://www.krillfacts.org>.
56. *Nicol, S.* Perspective — Recent trends in the fishery for Antarctic krill / S. Nicol, J. Foster // Aquatic Living Resources / S. Nicol, J. Foster [Электронный ресурс]. — 2003. — 16. — Pp. 42—45. — Режим доступа: <http://www.krillfacts.org>.
57. *Payne, A.* Analysis of krill catch data from continuous and conventional trawls by the Saga Sea and Atlantic Navigator / A. Payne, J. Roe, J. Hooper, D. Agnew [Электронный ресурс]. — 2006. — Режим доступа: <http://www.ccamlr.org/en/wg-fsa-06/57>.
58. *Quirin Schiermeier.* Ecologists fear Antarctic krill crisis // Nature [Электронный ресурс]. — 2010. — 467. — P. 15. — Режим доступа: <http://www.nature.com/news/2010/>
59. *Sea Ice Index* [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: [http://nsidc.org/data/seaice\\_index/index.htm](http://nsidc.org/data/seaice_index/index.htm).
60. *Smetacek, Victor.* Are declining Antarctic Krill stocks a result of global warming or of the decimation of the whales? / Victor Smetacek [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа: <http://www.fbbva.es>.
61. *Smith Raymond, C.* Bio-optical modeling of primary production from SeaWiFS Ocean color data for the Western Antarctic Peninsula region / Smith Raymond C., Karen S., Baker Heidi M., Dierssen Sharon E., Stammerjohn Maria Vernet [Электронный ресурс]. — 2000. — Режим доступа: <http://pal.lternet.edu>.
62. *Stretch James, J.* Foraging behavior of Antarctic krill *Euphausia superba* on Sea Ice microalgae / Stretch James J., Peggy P., Hamner William M., Hamner William C., Michell Jared Cook, Cornelius W. Sullivan [Электронный ресурс]. — 1988. — Режим доступа: <http://www.int-res.com>.
63. *Vernet, M.* Impacts on phytoplankton dynamics by free-drifting icebergs in the NW Weddell Sea / M. Vernet, K. Sines, D. Chakos, A. O. Cefarelli, L. Ekern // Deep-Sea Research II [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://polarphytoplankton.ucsd.edu>.
64. *Warren.* Abundance and distribution of Antarctic krill (*Euphausia superba*) nearshore of Cape Shirreff, Livingston Island, Antarctica, during six austral summers between 2000 and 2007 / Warren et al. // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. — 2010. — 67, iss. 7. — Pp. 1159. — DOI:10.1139/F10-042 // <http://www.sciencedaily.com>.
65. *Wiedenmann, John.* Connecting recruitment of Antarctic krill and sea ice / Wiedenmann John, Katherine A. Cresswell, Marc Mangel // Limnol. Oceanogr [Электронный ресурс]. — 2009. — 54, iss. 3. — Pp. 799—811. — Режим доступа: <http://users.soe.ucsc.edu>.

Поступила в редакцию 28.02.2014 г.

**Сучасний промисел антарктичного крилю. М. М. Кухарев, Ю. В. Корзун, С. Т. Ребик, М. М. Жук.** Розглянуті історія промислу крилю, стан його запасів, біологічні особливості утворення і розподілу скупчень, океанографічні умови формування промислових концентрацій і фактори, що визначають розміщення добувального флоту, можливості прогнозування уловів, сучасні тенденції в організації промислу і вдосконаленні методів і знарядь лову. Визначені основні напрямки дослідження промислу з метою найбільш ефективного використання ресурсів крилю і забезпечення їх довгострокової експлуатації.

*Ключові слова:* історичні свідчення, промисел крилю, глибоководний промисел, скупчення організмів, океанографічні зйомки, методи лову, знаряддя лову, прогнозування, біологічні ресурси

**Current Antarctic krill fishery.** N. N. Kukharev, Yu. V. Korzun, S. T. Rebik, N. N. Zhuk. *The history of krill fisheries, state of krill stocks, biological features of aggregation formation and distribution, oceanographic conditions for fishing concentrations, factors determining fishing fleet location, catch forecast possibilities, modern trends in fishing organisation and improvement of fishing methods and fishing gear are reviewed. Main branches of fisheries research are identified with the aim of most effective and long-term krill exploitation.*

*Keywords:* historical accounts, krill fisheries, deep-sea fisheries, organism aggregations, oceanographic surveys, fishing methods, fishing gear, forecasting, biological resources

**Ю. В. Корзун**, ст. н. с., **С. Т. Ребик**, зав. лаб., **С. Л. Козлова**, ст. н. с., к. т. н.,  
**В. В. Богомолова**, м. н. с., к. т. н., **Н. Н. Жук**, н. с.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИРО)*

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ**

*Обобщены сведения о способах переработки криля-сырца, получения традиционных и новых видов пищевой, кормовой, технической, медицинской, фармацевтической и другой продукции, а также направлениях ее использования. Большинство результатов исследований по технологии переработки криля, выполненные в 1970—1990-х годах, пока ждут своего применения. Показано, что в настоящее время большая часть выловленных эвфаузиид направляется на производство крилевой муки и замороженного криля, которые используются в основном для производства аквафермерских кормов. Высокотехнологичные продукты, такие как гидролизаты, пищевая крилевая мука и жир, вырабатываются в море только на норвежских судах. Строительство новых судов в Украине для промысла криля в Южном океане будет перспективно только при условии прямых дотаций из госбюджета. При этом судно изначально должно проектироваться для производства определенного вида продукции в количестве, обеспечивающем безубыточную работу.*

*Ключевые слова:* способы переработки рыбной продукции, биотехнологии, пищевая продукция, фармацевтика, непищевая продукция, рыбная мука, замороженная продукция, корма, гидролизаты, промысел криля

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время антарктический криль *Euphausia superba* (далее криль) рассматривается как богатейший природный сырьевой источник. Проблемам рационального использования больших ресурсов антарктического криля с целью производства из него различных видов продукции посвящены многочисленные исследования, проведенные в основном в 70—90-х годах прошлого столетия [2]. На продукцию из криля зарегистрировано около 400 патентов [16, 21].

Криль является ценным и нередко незаменимым сырьем для производства кормовой, пищевой и технической продукции. Традиционно продукция из криля используется по семи направлениям: в аквакультуре, в пищевой промышленности, в спортивном рыболовстве, в аквариумистике, в производстве кормов для домашних животных, в медицинской промышленности и в фармакологической промышленности [13]. Вылов криля в Южном океане, несмотря на его значительные колебания, имеет стабильный тренд к увеличению, при этом признаков перелома криля не отмечается [12, 18].

В 2013 году, после перерыва, Украина возобновила промысел криля в Атлантическом секторе Антарктики (АЧА). В марте—июне, за 50 суток лова, украинский траулер РКТС «Море Содружества» выловил 5,2 тыс. т рачков, из которых было выработано 390,6 т бланшированного мяса криля и 134,1 т крилевой муки.

В промысловый сезон 2013/14 годов странами, подавшими свои заявки в АНТКОМ на добычу антарктического криля, планируется выловить 545 тыс. т рачков [26—31]. Рентабельность и экономическая целесообразность вылова антарктического криля и его переработки в значительной мере будет определяться полнотой использования практически всех содержащихся в криле ценных веществ.

Целью данной статьи является обзор способов переработки криля, получения традиционных и новых видов продукции из него, направлений и перспектив ее применения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы ретроспективные материалы из базы данных ЮгНИРО по антарктическому крилю, новые материалы, полученные в последние годы научными наблюдателями на промысловых судах, и литературные данные.

## ОСОБЕННОСТИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ-СЫРЦА

Антарктический криль выглядит как маленькая креветка [5]. Химический состав и органолептические свойства криля близки к показателям креветок. Рачки, из которых производится пищевая продукция, должны иметь оттенки от бледно-розового до кирпично-красного (рис. 1). Активно питающийся водорослями криль (зеленый) больше подходит для получения кормовой продукции [11].



Рис. 1 Окраска тела питающихся (зеленый криль, пищевой) и непитающихся половозрелых (красный криль, пищевой) рачков *Euphausia superba* (а — самец, б — самка) [3]

Химический состав криля-сырца может значительно изменяться в зависимости от размеров рачков, их возраста, пола, накормленности и других факторов, что создает трудности при получении из него продуктов со стабильными химическими и органолептическими показателями. Это должно учитываться при разработке технологий получения новой продукции и усовершенствовании существующих.

С точки зрения технологии переработки криль по размеру тела разделяют на три группы [11]:

- 1) мелкий — молодь с длиной тела менее 35 мм, массой менее 0,3 г, содержание жира 1,5—2,5 %;
- 2) средний — половозрелые рачки длиной 35—45 мм, массой 0,3—0,8 г, содержание жира 3—5 %;
- 3) крупный — половозрелый криль длиной более 50 мм, массой 0,8—2 г, содержание жира 5—6 %.

Выход мяса при переработке рачков в зависимости от их размера и пола составляет 29—39 %.

В зависимости от размера рачков, их биологического состояния, в разные сезоны в криле содержится:

влаги — 74—82 %,  
 азотистых веществ — 10,3—16,3 (в сухом веществе — 32,4—66,4) %,  
 липидов — 1,2—9,5 (6,6—43,2) %,  
 углеводов — 0,3—0,9 (1,3—4,7) %,  
 золы — 2,3—4,0 %,  
 хитина — 0,7—1,5 (2,2—7,3) %.

Азотистые вещества в криле представлены белками (80 %) и небелковыми азотистыми веществами, в основном полипептидами. Белки имеют все незаменимые аминокислоты, более половины из них являются водорастворимыми. По содержанию аминокислот в мясе криль не только не уступает, а по некоторым позициям превосходит многие продукты (табл. 1).

Таблица 1

Содержание (%) аминокислот в 100 г мяса криля и других продуктах [5]

Аминокислоты	Продукты						
	Криль	Треска	Яйцо	Молоко	Говядина	Куры	Сыр
Аргинин	7,1	6,8	6,4	3,6	5,6	6,7	—
Гистидин	3,0	2,9	2,6	2,6	4,1	2,0	—
Излейцин	7,4	4,6	5,8	6,1	4,2	5,0	6,0
Лейцин	9,6	9,0	9,0	9,7	7,8	7,6	9,2
Лизин	12,8	10,3	6,7	7,6	8,4	7,5	—
Метионин	3,8	2,8	3,0	2,3	2,3	2,6	2,8
Фенилаланин	9,7	4,8	5,3	5,0	4,5	3,7	5,0
Треонин	4,7	5,2	5,3	4,5	4,2	4,0	4,9
Триптофан	1,4	1,3	1,8	1,4	1,1	0,8	1,7
Валин	9,4	5,5	7,2	6,9	6,7	5,1	7,2
ИТОГО:	68,9	53,2	53,1	49,7	48,9	45,0	36,9
В % к белку криля	100	77,2	77,1	72,1	71,0	65,3	53,5

Наибольшая изменчивость характерна для липидов криля, содержание которых существенно изменяется в зависимости от размера рачков, их биологического состояния, сезона и района лова. Липиды криля содержат большое количество ненасыщенных жирных кислот, в том числе фосфолипидов и стеринов (до 65 %), что вызывает повышенную вязкость жира. Характерной особенностью липидов криля является интенсивно красная окраска, обусловленная каротиноидами. Количество биологически активных кислот в криле достигает в сумме 33 %.

Мясо криля богато витаминами А, D, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>7</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, оно содержит астаксантин, кальций пантотенат и другие нутриенты.

Криль представляет высокую ценность как источник макро- и микроэлементов, в том числе кальция, калия, фосфора, магния, железа, меди, цинка, марганца, молибдена, кобальта, фтора, алюминия, титана и др., которые входят в состав ферментов, гормонов и по своему значению для живых организмов являются необходимыми и незаменимыми. Количество этих элементов в криле многократно больше, чем в овощах, в том числе картофеле, злаковых растениях, и не уступает мясу теплокровных животных (говядине). По содержанию никеля криль превосходит говядину в 2 раза, по кадмию и хрому — в 20 раз. Полграмма мяса криля содержит суточную для человека норму таких важнейших микроэлементов, как медь, никель, хром и кадмий.

Исследованиями микрофлоры криля-сырца показано, что количество микроорганизмов в свежесловленных рачках незначительно. Они представлены в основном аэробными неспоровыми бактериями, которые при тепловой обработке обычно погибают. В районах промысла криля обитают исключительно психрофильные формы микроорганизмов, способные развиваться при низких температурах и чаще всего не являющиеся патогенными, однако проявляют протеолитическую и липолитическую активность.

Очень высока активность ферментов, находящихся в печени и других органах рачков. Она в 10—12 раз выше, чем у рыб, обитающих в районах промысла криля [9].

Так как температура воздуха летом в Южном океане обычно около +3 °С, сохранность криля-сырца как пищевого сырья возможна только в течение 2—4 часов с момента его вылова. Уловы должны быть не более 10 тонн при продолжительности траления не более 1 часа. Хранить свежевывловленный криль необходимо слоем не толще 1 м в течение не более 4-х часов при температуре не более +3 °С.

В связи с особенностями химического состава криля и повышенной активности ферментных систем, посмертные изменения у рачков, в том числе состояние окоченения, сопровождающееся изменением значений рН, растворимости белков, накоплением небелковых азотистых веществ, наступают через 1,0—1,5 часа [1]. Улов криля должен обрабатываться в кратчайшие сроки, чтобы прекратить или приостановить в самом начале автолитические процессы. Инактивация ферментов криля достигается варкой при температуре 100 °С в течение 5 минут. Полная инактивация протеолитических ферментов происходит только при температуре 90—95 °С [9].

Остановки активности ферментов под действием низких температур не происходит. Медленный автолиз идет даже в мороженом криле, что вызывает почернение поверхности его тела.

Кроме этого, необходимо учитывать, что промысел рачков часто ведется в период их активного питания фитопланктоном, а присутствие фитопланктона в пищевой продукции из криля обуславливает изменение ее окраски от зеленой до синей, что ухудшает товарный вид продукта.

В текущем промысловом сезоне 2014 года добычу криля в АЧА будут вести шесть стран — Китай, Норвегия, Польша, Республика Корея, Украина и Чили. Этими странами из общего количества добытого криля-сырца будет направлено: 40,8 % — на производство кормовой муки (Китай, Норвегия, Польша, Республика Корея, Украина, Чили); 38,3 % — на мороженого криля (Китай, Польша, Республика Корея, Украина, Чили); 5,5 % — на производство гидролизата, с последующей переработкой на липидный комплекс или жир (Норвегия); 5,4 % — мясо криля (Украина); 4,8 % — пищевую муку (Норвегия); 1,1 % — выпуск очищенного от панциря криля (Китай); 1 % — пасту (Норвегия); 0,6 % — вареный криль (Китай), 0,5 % — крилевый жир (Норвегия) и 2 % — на прочую продукцию (табл. 2) [26—31].

Таблица 2

Ассортимент продукции из криля, предполагаемый к выпуску добывающими странами в 2014 г.

Вид продукта	Кол-во криля, направленного на переработку		Страны производители
	тыс. т	%	
Мука кормовая	223,0	40,8	Китай, Норвегия, Польша, Республика Корея, Украина, Чили
Мороженный криль	209,0	38,3	Китай, Польша, Республика Корея, Украина, Чили
Гидролизат	30,0	5,5	Норвегия
Мясо криля	29,0	5,4	Украина
Мука пищевая	26,0	4,8	Норвегия
Криль, очищенный от панциря	6,0	1,1	Китай
Паста	5,4	1,0	Норвегия
Вареный криль	3,0	0,6	Китай
Жир	2,6	0,5	Норвегия
Прочее	11,0	2,0	
ВСЕГО:	545,0	100,0	

Таким образом, большую часть выловленного криля (79,1 %) большинство стран будут перерабатывать на кормовую муку или замораживать для дальнейшей обработки на берегу. Производить очищенный от панциря и вареный криль планирует только Китай, а мясо криля будет изготавливать только Украина. Необходимо отметить, что только Норвегия применяет наиболее эффективные способы добычи и переработки криля, используя метод непрерывного лова и обрабатывая весь улов в море. С привлечением технологий глубокой переработки криля-сырца она будет получать, кроме кормовой муки, гидролизат, пищевую муку, пасту и жир.

Таблица 3

Схема комплексного использования криля

Продукция	Море	Берег
П И	Паста «Океан»	Кулинария
	Консервы	Консервы
Щ Е В	Мясо криля	Кулинария
		Консервы с наполнителем
А Я	Фарш пищевой	Кулинария
	Консервы натуральные	Консервы с наполнителем
К О Р М О В А Я	Мука из целого криля	Хитин, хитозан, кормовой белок, кормовые гидролизаты
	Мука из отходов пищевого производства	
В А Я	Хитинсодержащее сырье	Корма химического консервирования
	Свежемороженый криль	
	Варено-мороженый криль	

Во времена СССР из очищенного крилевого мяса готовили консервы. В настоящее время его замораживают блоками. Около 20 % свежемороженого криля, большая часть крилевого жира и почти 100 % крилевой муки направляется на аквафермы для кормления рыб [15]. Свежемороженый криль используется в основном как наживка или приманка в спортивном рыболовстве. Часть криля идет на сухую заморозку и используется как корм для аквариумных рыб.

Схема наиболее рациональной комплексной переработки криля по типу «море-берег» представлена в табл. 3.

Производство продукции из антарктического криля ожидается наиболее экономически выгодным при максимальном приближении обрабатывающего производства к сырьевой базе, при условии полной обработки сырья в море. Исключение составляет выпуск кулинарных изделий из мороженых полуфабрикатов, производства хитина, хитозана и некоторых видов кормов [3].

## ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Устойчивый интерес к антарктическому крилю с целью производства пищевой продукции обусловлен тем, что криль представляет собой богатый источник высококачественного белка с низким содержанием жира и большого количества омега-3 жирных кислот, что является преимуществом по сравнению с другими белками животного происхождения. Кроме этого, уровень антиоксидантов в криле выше, чем в рыбе [25].

В настоящее время существуют три основных направления производства пищевой продукции из криля [13]: получение продуктов типа пасты, получение варено-мороженого мяса и получение изолированных белков. На основе этих полуфабрикатов возможно получение пищевых фаршей, изолятов, гидролизатов с дальнейшей переработкой их в разнообразные кулинарные изделия, широкий ассортимент консервов, структурированные и формованные продукты [23]. Перспективным представляется получение консервов из коагулята, а также продуктов, напоминающих по структуре ветчину (крилевую ветчину), с использованием сока посредством модификации его термической обработкой.

**Продукция типа пасты.** Продукты типа пасты получают методом прессования криля-сырца с последующей термической обработкой полученного сока (ВНИРО, авторское свидетельство № 258848). Выход готовой продукции составляет 20 % от массы сырья. Паста типа «Океан» сохраняет почти все ценные питательные вещества, находящиеся в криле-сырце. В ней содержится: 11—20 % белка и 4—14 % жира. Цвет продукта — от розового до красного, вкус напоминает вкус креветок. При усовершенствовании процесса выход готовой продукции влажностью 68—72 % может достигать 50—55 %. Изготовленная продукция замораживается при температуре минус 18 °С. Продолжительность ее хранения — 12 месяцев. Санитарно-гигиеническими исследованиями были установлены высокая питательная ценность пасты и лечебно-профилактическое действие при некоторых заболеваниях. Продукты типа пасты могут поступать в продажу и использоваться в производ-

стве плавленных сыров, крилевого масла, фаршированной рыбы, колбасных и кулинарных изделий, а после изготовления порошка — как основы для сухих супов [6, 11]. Паста обладает дезинтоксикационными (антиядовыми) качествами при отравлении органическими соединениями, содержащими хлор и фосфор, например, хлорофосом. Поскольку в криль-пасте довольно много йода, она полезна при зубной болезни. Наличие в ней фтора позволяет рекомендовать ее для профилактики болезней зубов. Считается целесообразным включение криль-пасты в рацион людей с нарушениями деятельности нервной системы [8].

**Мясо криля.** Мясо криля является одним из самых экологически чистых продуктов. Рыночный интерес к мясу рачков обусловлен его высокими потребительскими свойствами [13].

Варено-мороженое мясо криля получают тремя способами: методом шелушения, методом измельчения и развешивания при отрицательных температурах и методом измельчения вареного криля с последующей флотацией в соляном растворе.

Механизированные линии по выпуску мяса из криля, как правило, обеспечивают следующие технологические процессы: варку, охлаждение, шелушение, отделение мяса, его обезвоживание и инспекцию продукта [4, 11].

*Способ шелушения.* Для получения варено-мороженого мяса методом шелушения используется криль со сроком хранения не более 4 часов, который сначала направляется на подпрессовку и промывку забортной водой для удаления печени и содержимого желудков. После удаления излишней воды сырье обрабатывается острым паром в течение 5 мин. до получения температуры 70—75 °С. Затем его охлаждают забортной водой до 12—15 °С, лишнюю влагу удаляют подпрессовкой и направляют на замораживание в роторных морозилках или блоками без глазирования. Температура варено-мороженого криля доводится до минус 18 °С. Варено-мороженый криль дробится в дробилках центробежного типа, рассеивается на три фракции через сита размерами 3×3, 6×6, 10×10 мм. Первая фракция криля, прошедшая через сито с ячейей 3×3 мм, направляется в отходы, две другие — раздельно в шелушильные машины.

Отделение гранул мяса от панциря производится в просеивающей машине. Мелкая фракция, состоящая из панциря, кусочков мяса и кристаллов льда, направляется в отходы, более крупные фракции представляют собой соответственно мелкие и крупные гранулы чистого мяса. Остаточное содержание панциря в гранулах мяса не должно превышать 0,6 % к массе образца. Гранулы мяса мелкого и крупного размера расфасовываются в пакеты из полимерных пленочных материалов массой 0,25 кг для розничной продажи и 3 кг для реализации в качестве полуфабриката в сети ресторанного бизнеса и на рыбообрабатывающих предприятиях. Готовая продукция должна храниться при температуре не выше -18° в течение не более шести месяцев.

Выход чистого варено-мороженого мяса составляет 20 %. Готовое мясо криля содержит 14—15 % белка, 2—6 % липидов и 74—76 % влаги. Следует отметить, что технологическая схема получения варено-мороженого мяса методом шелушения позволяет осуществлять заключительные этапы процесса (дробление варено-мороженого криля и его шелушение) на борту обрабатывающего судна либо в береговых условиях на основе варено-мороженого криля-полуфабриката, заготовленного на борту добывающего судна.

*Способ аэрошелушения.* Перспективным направлением использования криля для получения мяса представляется аэрошелушение, в процессе которого у криля отрывается и измельчается головогрудь, отделяется панцирь, а также обильно выделяется сок. Получаемая крилевая масса представляет собой механическую смесь всех компонентов. Выделение из этой массы чистого мяса осуществляется методом флотации [5, 9].

*Разделение компонентов в условиях отрицательных температур.* Другим технологическим процессом переработки криля, позволяющим существенно повысить выход продукта в виде мяса и полностью механизировать переработку сырья, является процесс разделения мяса и панциря в условиях отрицательных температур.

Суть процесса состоит в замораживании рачков предварительно подпрессованными и промытыми блоками или поштучно. Затем блоки варят по обычной технологии, измельчают, разделяют на



фракции по размерам методом просеивания, обогащают полученные фракции путем отвеивания в потоке газа и сепарируют частицы в электрополе.

Существуют способы, технологические схемы и режимные параметры процесса отделения от панциря и содержимого головогруды пищевой части криля в виде измельченного мяса шеек (фарша) без существенного изменения его нативных свойств или подвергнутому тепловому воздействию, основанные на различиях в плотности отдельных частей тела рачка и создании поля компрессионных или центробежных сил инерции в движущемся потоке соответственно целого или измельченного в смеси с морской водой. При таких способах остаточное содержание панциря в сыром фарше не превышает 0,5 %, в вареном — 0,05 %. Технологические схемы включают такие основные операции: получение сырого фарша (отделение мяса от панциря пресс-сепарированием, промывка измельченного мяса, отделение остатков панциря пресс-сепарированием) и получение вареного фарша (центрифугирование криля в смеси с водой, тепловая коагуляция белков) [1].

Также разработаны технологии получения гранулированного варено-мороженого мяса криля и свежемороженого фарша [7].

Создание технологии высококачественных, биологически полноценных консервов из фарша криля осложнено специфическими особенностями рачка, связанными с малыми размерами, физиологическим состоянием, биохимическими свойствами: быстрой его порчей в процессе хранения под действием внутренних высокоактивных ферментов, снижением качества консервов в процессе стерилизации из-за нежелательных изменений термолабильных белков и развитием реакции неферментативного покоричневения, а также образованием кристаллов струвита в консервах при хранении [13].

**Пищевые добавки.** Концентрат криля, полученный посредством сублимационной сушки мяса из лущеного тельсона («хвоста») рачков, позиционируется на испанском рынке в качестве пищевой добавки для здорового питания.

Он рекламируется как продукт, имеющий ряд полезных свойств, таких как высокая концентрация жирных омега-3 кислот, умеренная калорийность, высокая пищевая ценность и легкость переваривания, а также оказывает восстанавливающее действие на организм.

Концентрат криля также продвигается на рынке в качестве продукта, который имеет широчайшее непосредственное применение в медицине. Как утверждают рекламаторы, он уменьшает риск инфаркта миокарда, стенокардии, тромбоза и артериальной гипертензии, предотвращая атеросклероз; в гинекологии его полезно употреблять при беременности, лактации, в период пред- и постменопаузы; в педиатрии он может быть использован как регулятор роста детей и подростков; в одонтологии его рекомендовано использовать как средство предотвращения кариеса зубов во всех возрастных группах; в гериатрии — как профилактическую добавку при остеопорозе и ухудшении костной ткани; в травматологии — как средство, предотвращающее потерю костной ткани; в дерматологии — как средство для реконструкции волос, ногтей и улучшения кожи; в хирургии — как средство, стабилизирующее пред- и послеоперационное состояние; в онкологии — как средство профилактики рака; в спортивной медицине — как диетическая добавка для спортсменов; в диетологии — как средство лечения нарушений питания (ожирения и анорексии).

Концентрат антарктического криля рекламируется как содержащий важные олигоэлементы, в том числе антиоксиданты и минералы. Рекомендуемая доза составляет около 5 г в день. Концентрат антарктического криля является на 100 % натуральным продуктом, не имеет каких-либо побочных эффектов, даже при передозировке. Омега-3 жирные кислоты в обезвоженных продуктах из криля остаются неизменными, сохраняют все их полезные свойства даже при длительном хранении и не требуют каких-либо особых условий сбережения. Концентрат антарктического криля производится как хлопья или как порошок с различной степенью грануляции, имеет светлую оранжево-розовую окраску и отличный креветочный вкус. Он придает другим продуктам естественную окраску и как ароматизатор является эффективным, даже в небольших количествах, при использовании в супах, соусах, макаронных изделиях, пирогах, тесте, в блюдах из овощей, рыбы, риса и пр. [32].

## ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ БЕЛКОВ И СОПУТСТВУЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

В процессе исследований биополимеров криля разработаны технологии комплексной переработки антарктического криля с получением ряда ценных пищевых и технических продуктов. В основу наиболее простой схемы положено последовательное извлечение компонентов из криля при обработке его водными растворами. На первой стадии из частично разрушенного криля путем эмульгирования в водной среде удаляется основная часть липидов вместе с ферментативными белками, выполняющими роль поверхностно активных веществ (ПАВ), каротиноидами, жирорастворимыми витаминами и другими веществами, растворимыми в воде или липидах. При этом удаляются основные примеси, ответственные за специфический запах и привкус пищевых продуктов на основе криля. Полученная белково-липидная эмульсия представляет самостоятельный интерес для извлечения содержащихся в ней ценных веществ. Одним из проверенных вариантов использования белково-липидной эмульсии является выделение за счет термокоагуляции белковой фракции, которая может быть использована в качестве кормового белка, и липидов, которые могут применяться в пищевых или технических целях.

Из мороженого и свежего криля в условиях промысла возможно получение высококачественных изолированных пищевых белков с выходом около 50 %, содержащих до 95 % белка и до 5 % липидов в пересчете на сухой вес, зольностью до 1 %. Кроме того, удается получать панцирь криля, а также белково-липидную фракцию. Из остатка после удаления липидов слабыми растворами щелочи извлекается основная часть миофибриллярных белков, которые осаждаются при подкислении соляной кислотой.

Полученные суммарные мышечные белки криля обладают исключительным комплексом функциональных свойств, обеспечивающих возможность их переработки простыми приемами в продукты питания, аналогичные мясопродуктам, колбасно-сосисочным изделиям, красной и черной белковой икре. Такие пищевые продукты обладают хорошими органолептическими качествами без специфического привкуса и запаха, характерного для антарктического криля и продуктов на его основе.

Предварительные медико-биологические исследования показывают, что белки антарктического криля обладают исключительно высокими пищевыми качествами, легко расщепляются ферментами желудочно-кишечного тракта. По биологической ценности они существенно (на 30 %) превосходят молочный казеин и не уступают в этом отношении яичному альбумину. Комбинирование белка криля с растительными и другими белками приводит к повышению пищевой ценности продукта. Это обеспечивает белкам криля ключевое положение во всей проблеме белкового питания.

Возможность легкого удаления остаточных липидов из белков криля дополнительной экстракцией этиловым спиртом позволяет получать белки криля в сухом состоянии, которые могут храниться длительное время без потери питательных качеств и функциональных свойств. Эти качества особенно важны при создании запасов пищевых веществ, которые могут быть быстро в случае необходимости превращены в приемлемые, для обычного питания, пищевые продукты.

Панцирь криля вместе с прочносвязанными белками соединительных тканей представляет собой сырье для получения изолированных фибриллярных белков технического или кормового назначения и, в особенности, для получения хитина и хитозана, ценных биополимеров, зарекомендовавших себя во многих отраслях деятельности человека.

Одной из особенностей крилевых белковых изолятов является способность формироваться и образовывать волокна [3]. Такие белковые волокна могут быть использованы для создания структурированных пищевых продуктов — аналогов натуральных, таких как филе деликатесных рыб, мясо говядины, свинины, икры лососевых рыб и др. Применение волокон не оказывает негативного воздействия на готовые продукты, их химический состав, пищевую ценность и органолептические свойства.

Розовый или красный цвет криля обусловлен наличием каротиноидов в его теле. Эти каротиноиды создают комплексы с фосфолипидами, стеринами и свободными жирными кислотами. Следующие каротиноиды выделены из липидных вытяжек криля: астаксантин, эфир астаксантина,

$\beta$ -каротин, криптоксантин, астацин, основным из которых является астаксантин. Каротиноиды в наибольшем количестве содержатся в подпанцирной пленке и глазах рачков. Экстракт каротиноидов можно хранить в стеклянной или полиэтиленовой таре при температуре на выше +10 °С продолжительностью не более 1 года. Его используют как натуральный пищевой краситель при изготовлении аналогов мяса лососевых рыб, белковой красной икры и в качестве витаминной добавки. Жом после выделения фракции каротиноидов из криля можно использовать на аквафермах как кормовую добавку.

Таким образом, основываясь на пищевой ценности криля, можно заключить, что пищевые продукты, выработанные из него, могут быть вполне приемлемы для питания человека. Основными преимуществами их являются богатое содержание омега-3 жирных кислот и очень высокое качество белка. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования влияния высокого содержания омега-3 жирных кислот криля на организм человека в сравнении с другими источниками пищи [25].

Ниже приводится обзор отечественного и зарубежного рынка продукции из криля. В табл. 4 представлены основные названия полуфабрикатов, кулинарных изделий и некоторые виды кормовой продукции из антарктического рачка, доступные для украинского потребителя.

Таблица 4

Выпускаемая продукция из криля и основные ее производители на отечественном и зарубежном рынках

Продукция	Производитель	Адрес
Паштет из мяса криля «Деликатесный»	Компания «Интеррыбфлот»	99011, Украина, г. Севастополь, пр. Нахимова, 15
Паштет из мяса криля «Пикантный»		
Морской коктейль из мяса криля с мидиями, рапаной и кальмаром		
Мясо криля по-восточному в соевом соусе		
Мясо криля с мидиями		
Мясо криля натуральное с маслом		
Мясо криля с оливковым маслом		
Мясо криля по-гречески с оливками		
Мясо криля с кальмаром		
Мясо криля натуральное		
Мясо криля варено-мороженое	ООО «СИТРЕФИК»	Украина, 99011, г. Севастополь, ул. Володарского, 3
Мясо криля сыро-мороженое		
Паштет из мяса криля		
Плов из мяса криля		
Фрикадельки из мяса криля		
Мука крилевая кормовая	ООО «Рыбснаб»	Калининградская обл. г. Мамоново
Криль кормовой мороженный		
Мясо криля варено-мороженое		
Мясо криля сыро-мороженое	ООО «ТРОЯ»	г. Днепропетровск
Мука крилевая кормовая		
Мясо криля измельченное в желе	Аква Лого	г. Москва
Мясо криля измельченное		
Корм для рыб (Мясо криля, замороженное в блистере)	Neptune Technologies and Bioresources Inc.	2740 Pierre-Peladeau Ave, Suite H200 Laval, Quebec, Canada
Масло из криля в капсулах		
Масло антарктического криля KriaXanthin		

Большим спросом пользуется крилевая паста не только в кулинарии, но и, после специальной переработки, в спортивном и любительском рыболовстве.

В Южной Корее соленый тихоокеанский криль используется в качестве приправы, заменяющей поваренную пищевую соль.



Рис. 2 Упаковка продукта «Крилевый жир Суперба», выпускаемого норвежской компанией Aker BioMarine

Выпуск более дорогой пищевой продукции из криля ограничивается только спросом [15]. Норвежская компания Aker BioMarine<sup>1</sup> [17] выпустила диетическую добавку из жира криля «Superba», которая содержит высокую концентрацию фосфолипидов, ненасыщенных жирных кислот омега-3 и антиоксиданта астаксантина. В ходе исследований, проводимых компанией, было выявлено, что эти биоактивные ингредиенты способствуют предотвращению сердечнососудистых заболеваний, заболеваний сердца, головного мозга и улучшают общее состояние здоровья, сокращают риск воспалительных процессов [14]. «Крилевый жир Суперба» получают только из одного вида криля *Euphausia superba*.

Продукт представляет собой капсулированный крилевый жир (рис. 2) [23].

В Российской Федерации запатентован способ получения богатых жирными омега-3 кислотами морских фосфолипидов из криля (патент РФ № 2458112, Автор Брейвик Харальд) [22].

В Норвегии осуществляется производство пищевой крилевой муки [27].

## ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Кормовые продукты из криля включают такие виды продукции, как кормовая мука, свежемороженый криль, кормовые гидролизаты, кормовые пасты, белково-минеральные добавки для животноводства и аквакультуры.

**Кормовая мука.** Кормовую муку из криля получают прессово-сушильным способом. Выход муки из целого свежего криля составляет 17—20 %, из мороженого — 15—16 % без использования бульона. С подпрессовым бульоном теряется 20—30 % белка и 20—30 % жира. Выход муки из крилевого жома (остатка после получения пасты), полученной способом прямой сушки, составляет 21 %. Существует технология получения кормовой крилевой муки прессово-сушильным способом с применением прямой сушки под вакуумом и при атмосферном давлении [3]. Дальнейшее совершенствование технологии производства кормовой крилевой муки прессово-сушильным способом должно осуществляться в направлении использования белковых веществ подпрессовых бульонов путем упаривания или осаждения и освобождения муки от балластных компонентов (хитинового панциря).

Крилевая мука содержит 50,0—56,0 % белка, 6,0—16,0 % жира, 10,0—19,0 % минеральных веществ и 7,0—12,0 % влаги, а также весь набор аминокислот, а из незаменимых преобладают лизин (6,1—12,6 %), лейцин (6,7—8 %) и аргинин (3,6—7,7 %) [11]. Для сохранения качества муки в жом перед сушкой добавляется антиокислитель (ионол, дилудин) в количестве 0,1 % к массе получаемой муки. Срок хранения стабилизированной антиокислителем муки 1 год с момента изготовления.

Проведены биологические испытания кормовой ценности муки из криля с различным содержанием жира. Опыты проводились в Московской ветеринарной академии на курах яйценосной породы и утятах-бройлерах, в Украинском научно-исследовательском институте птицеводства на цыплятах-бройлерах и Полтавском научно-исследовательском институте свиноводства при мясном откорме свиней. Все испытания дали положительные результаты при использовании кормовой муки.

<sup>1</sup>Aker BioMarine A.C., Fjordalleen 16, PoBox 1423 Вика, 0115 Осло, Норвегия, Телефон: +4724130000 — Факс: +4724130110 Электронная почта: post@akerbiomarine.com — © 2014 Aker ASA BioMarine.

Мука из криля также широко используется для производства кормов для объектов аквакультуры и в аквариумистике, а также для приготовления прикормок и приманок в любительском рыболовстве.

Стоимость производства мороженой кормовой продукции или муки из криля высокая из-за удаленности района лова. Ее рыночная цена зависит от цены на муку растительного происхождения, в первую очередь, соевую. По оценке отдельных экспертов, в условиях развивающейся мировой аквакультуры стоимость рыбной муки будет повышаться. Поэтому строительство новых судов для АЧА будет перспективно только при условии прямых дотаций из госбюджета. Дотации могут вестись через госзаказ на определенное количество видов продукции по ценам, обеспечивающим безубыточную работу судов [15].

**Корма химического консервирования.** Влажные корма химического консервирования, так называемые кормовые фарши или рыбные силосы, имеют преимущества перед производством кормовой муки, которое требует значительных капиталовложений, энерго- и трудовых затрат и связано с потерей части питательных веществ [10]. Проведены работы по заготовке опытных партий консервированного крилевого корма в виде целого криля, фарша и жома. В качестве консервантов используется пиросульфит натрия, поваренная соль и муравьиная кислота. Общий срок хранения химически консервированных кормов из криля — 1 год.

Химический состав кормов, консервированных пиросульфитом натрия и муравьиной кислотой, имеет 70—75 % влаги, 16—18 % белка, 5—6 % жира и 3—5 % минеральных веществ; консервированных поваренной солью — 65—70 % влаги, 15—16 % белка, 4 % жира и 12—19 % минеральных веществ.

Проведенные опыты по изучению эффективности скармливания консервированных кормов свиньям показали преимущество использования кормового крилевого фарша, консервированного пиросульфитом натрия и муравьиной кислотой, а не поваренной солью.

**Корма для аквариумных рыб.** Корма для аквариумных рыб являются сравнительно новым видом кормовой продукции, содержащей криль. Для их производства рачки высушиваются методом сублимации (замораживанием). Применение этого метода позволяет сохранить содержащиеся в криле каротиноиды и жирные омега-3 кислоты. Каротиноиды усиливают окраску аквариумных рыб, а омега-3 кислоты стимулируют здоровый рост [34].

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

**Хитин и его производные.** Из технической продукции, получаемой при переработке криля, большой интерес представляет хитин и его производные — хитозан, глюкозамин, сорбенты, ферментные препараты и пептидные гидролизаты. Хитин широко распространен в природе и представляет целлюлозоподобный полисахарид, который является структурной основой панциря ракообразных и насекомых [5].

Панцирь составляет 10—15 % от массы криля и содержит 15—18 % хитина, 30—50 % белка и 30—40 % карбоната кальция. Хитин нерастворим в воде и органических растворителях, является нетоксичным и биологически расщепляемым соединением.

Хитин и, особенно, хитозан могут быть широко использованы в различных отраслях промышленности и хозяйства. Известно более 30 вариантов использования хитина и хитозана, например, в ионообменной хроматографии, при производстве особо прочных сортов бумаги, как коагулянта при обработке сточных и промышленных вод, для обработки тканей с целью закрепления краски, в качестве анионообменного материала, для различных медицинских целей, в том числе антикоагулянта крови после введения в хитозан сульфо-группы [13]. Развитие промышленных мощностей в бывшем СССР по производству хитозана подстегивалось двумя крупными техногенными катастрофами XX века: Чернобыльским взрывом и гибелью АПЛ «Комсомолец», в процессе ликвидации которых использована оригинальная технология «капсулирования» хитозаном, обеспечивающая изоляцию радиоактивных фрагментов [14, 24].

Технологические схемы переработки панциря на хитин имеют различные варианты. Основу их составляет последовательная обработка сырья щелочью, а затем кислотой. Помимо хитина, в итоге реакции получаются белок и карбонат кальция.

Для получения хитина и хитозана суспензию панциря криля обрабатывают слабыми растворами щелочи в присутствии поверхностно активных веществ (ПАВ) для перевода соединительных белков в раствор, из которого они могут быть впоследствии выделены. После депротеинизации из панциря удаляется кальций обработкой соляной кислотой при комнатной температуре. После обесцвечивания перекисью водорода полученный хитин промывается и сушится.

Превращение хитина в хитозан осуществляют путем обработки хитина смесью раствора гидразина со щелочью. Таким образом получается высококачественный хитозан со степенью дезацетилирования более 90 % и молекулярной массой в 2—3 раза большей, чем для хитозана, полученного другими методами.

Другой технологический процесс получения хитина предусматривает измельчение сухого панциря, обработку его при 100 °С 10—20 % раствором щелочи в соотношении 1:5—10. Щелочно-белковый раствор нейтрализуют для осаждения белка, который можно использовать в сушеном виде как кормовой продукт. Плотный остаток обрабатывают 10—30 % раствором соляной кислоты при 20 °С. После обработки соляной кислотой осадок промывают и сушат при 60 °С. Выход хитина из панциря криля составляет 10 %. В растворе остаются карбонат кальция и белок. Эти вещества после осаждения, промывки и сушки можно использовать как корм для птиц.

Кроме этого, хитозан можно получать обработкой хитина 49 % раствором щелочи при температуре 140 °С в течение 30 мин. Реакционную смесь быстро охлаждают во льду, промывают, фильтруют и сушат. Выход хитозана составляет 75—80 % от массы хитина.

Наиболее приемлемым в настоящее время сырьем для выработки хитина может служить панцирь, отделяемый в процессе получения чистого мяса, а также панцирь, выделяемый из кормовой крилевой муки. Заготовка сушеного панциря может быть организована на промысловых судах и на береговых предприятиях, имеющих рыбомучное оборудование.

Надо отметить, что обработка панциря криля имеет сравнительно простую технологию, хитин и хитозан — исключительно ценные соединения, а производство их имеет высокую рентабельность.

Основными потребителями хитозана в Украине могут быть целлюлозно-бумажная и медицинская промышленности.

**Крилевый жир.** Криль является также сырьем для выработки технического жира, который имеет высокий спрос на рынке продуктов из объектов морского рыболовства.

Жиры обычно получают вытопкой из покровного сала и костей млекопитающих, а также жирной печени рыб, сепарированием подпрессовых бульонов, полученных в процессе производства кормовой рыбной муки прессовосушильным способом, рафинацией отпрессованного из жома жира при выработке кормовой муки методом прямой сушки, мягким щелочным гидролизом сырья (витамин А в жире и др.) и экстракцией. Выделение крилевого жира из гидролизатов затруднительно из-за повышенной вязкости белковых растворов. Возможно обезжиривание подпрессовых крилевых бульонов и щелочных гидролизатов методом центрифугирования, а также получение крилевого жира экстракционным способом как побочного продукта в процессе производства крилевого белкового концентрата с применением в качестве растворителя этанола.

Технический жир, полученный из криля, вязкий, мазеподобный и имеет темно-оранжевую или коричневую окраску, при 40 °С он непрозрачный, с характерным крилевым запахом. Качественные показатели крилевого жира, полученного при непрерывном орошении неподвижного слоя сырья горячим (75—77 °С) этанолом, следующие: кислотное число 95,5 мг (КОН на 1 г жира); йодное число 71,8 % (I<sub>2</sub>); число омыления 162,6 мг (КОН на 1 г жира); содержание неомыляемых веществ 3,4 %; содержание фосфатидов 52 %. Характерным свойством крилевого жира является большое содержание фосфатидов (до 58 %), и поэтому его можно считать природным фосфатидным концентратом [11].

Крилевый жир в настоящее время используется главным образом как добавка при изготовлении кормов для рыб и беспозвоночных на аквафермах.

## МЕДИЦИНСКИЕ ПРЕПАРАТЫ

С каждым годом все больше морских организмов служат сырьем для получения ценных биологически активных веществ. Весьма перспективным их источником является антарктический криль, наиболее ценным компонентом которого для этих целей служит липидная фракция. В липидах криля содержатся в значительных количествах полиеновые соединения, участвующие в регуляции функций клеточной мембраны жизненно важных органов организма. Липиды криля содержат также значительное количество жирорастворимых пигментов, в том числе и биологически активный каротин.

На основе липидов криля и небелковых комплексов его экстракта могут быть получены препараты, представляющие значительный интерес для здравоохранения и фармацевтической промышленности:

- антисклеротические гериатрические препараты липотропного гипохолестерического действия;
- ранозаживляющие препараты;
- заменители рыбьего жира (вследствие близости жирнокислотного состава липидов криля и печени трески);
- акриловая кислота в чистом виде и в комплексе (содержатся главным образом в желудочно-кишечном тракте криля), представляющие собой сильные бактериостатические и бактерицидные средства;
- глюкозамин, как лечебный препарат и пищевая добавка, который легко захватывается хондроцитами для построения хряща в суставах;
- предшественники простагландинов (незаменимые жирные кислоты, а простагландины являются медиаторами с выраженным физиологическим эффектом).

Комплексная переработка криля с целью извлечения липидов позволяет получить около 40 кг жира из 1 т сырья. В свою очередь, из этого количества жира можно получить: 5 кг предшественников простагландинов, 6 кг (расход на курс лечения 4,5 г) антисклеротических препаратов, 25 кг компонентов для замены рыбьего жира, 5 кг ранозаживляющих препаратов.

Из белков криля получена дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Препараты ДНК обладают высокой биологической активностью и получили широкое применение в медицинской практике. Известно стимулирующее влияние ДНК на кроветворение, ее активная роль в восстановительных процессах организма при пострadiационном применении. В настоящее время ДНК используют как носитель противораковых средств. Получение ДНК из антарктического криля осуществляется путем экстрагирования спиртом измельченного сырья, удаления липидов, высаливания, последующей очисткой и осаждением целевого препарата [5].

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ В СПОРТИВНОМ И ЛЮБИТЕЛЬСКОМ РЫБОЛОВСТВЕ

В Японии значительная часть криля используется для спортивной и любительской рыбалки. 70 % целого свежемороженого криля продается в качестве приманки и 10 % используется в качестве прикормки. Существует небольшая конкуренция на рынке между антарктическим крилем *E. superba* и тихоокеанским *E. pacifica* в спортивной рыбалке. Поскольку тихоокеанский криль меньше по размеру, он используется в качестве прикормки (около 50 % от общего улова), а более крупный антарктический — в качестве приманки [32]. Кроме этого, в спортивном рыболовстве широко используются пастообразные продукты из криля.

## РЫНОЧНАЯ ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА И СТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ ИЗ КРИЛЯ

Получение коммерческих данных по крилевой продукции весьма затруднительно. Имеется небольшое количество источников экономической информации, которые могут пролить некоторый свет на маркетинг нескольких видов продукции из криля.

По имеющимся данным, стоимость мороженого криля в ценах 1996 года в Австралии составляла примерно 240 долларов США за 1 т, в то время как его мороженое мясо стоило 7250 долларов США за 1 т.

Цена на эвфаузиид, выгруженных в Британской Колумбии в период между 1984 и 1994 гг. колебалась от 230 (170 долларов США) до 880 (640 долларов США) канадских долларов за 1 т и составляла 550—880 канадских долларов (400—640 долларов США) за 1 т в 1995 году.

Средняя цена тихоокеанского криля в Японии в 1989—1993 гг. составляла 45400 иен (4260 долларов США) за 1 т [32].

По сообщениям с польских промысловых судов, кормовая крилевая мука стоила около 1500 долларов США за 1 т, мороженый криль, в зависимости от размера рачков, продавался по цене 1200—1700 долларов США за 1 т, а мясо антарктического криля — по 4000—5000 долларов США за 1 т.

Цена на продукцию из криля, полученную методом сублимационной сушки, составляет долларов США за 1 т, а на порошок из криля — 20000—80000 долларов США за 1 т [33].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антарктический криль является ценным и, зачастую, незаменимым сырьем для производства разных видов продукции. Рентабельность и экономическая целесообразность вылова антарктического криля и его переработки в значительной мере будет определяться полнотой использования всех ценных веществ, содержащихся в криле.

Мясо криля является одним из самых экологически чистых продуктов на планете. Интерес к мясу рачков обусловлен его химическим составом, высокими потребительскими свойствами, а также доступностью скоплений криля для промышленного лова.

Проблемам рационального использования больших ресурсов криля с целью производства пищевой, кормовой, технической, медицинской и фармакологической продукции посвящены многочисленные исследования, проведенные в 70—90-е годы прошлого столетия. В настоящее время продолжают работы по оптимизации переработки криля, однако менее интенсивно, чем в прошлые годы. На продукцию из криля зарегистрировано около 400 патентов.

Антарктический криль рассматривается как богатейшее природное сырье для получения большого числа ценнейших соединений: пищевых белков, пищевых красителей, липидов, хитина, хитозана, ферментов, аминокислот, каротиноидов, витаминов, медицинских препаратов и других аналогичных веществ, получение которых другими путями, например, химическим синтезом, крайне трудно или практически невозможно.

Традиционно криль используется в семи направлениях: аквакультура, пищевая промышленность, корма для домашних животных, медицинская и фармакологическая промышленность, спортивное и любительское рыболовство, аквариумистика.

В развитых странах примерно 40 % выловленного криля идет на приготовление крилевой муки; 40 % — на заморозку; 5 % — на производство гидролизата, с последующей переработкой в липидный комплекс и жир; 5 % — на мясо криля; 5 % — пищевую муку; 1 % — получение очищенного от панциря криля; 1 % — пасту; 0,5 % — вареного криля; 0,5 % — крилевый жир и 2 % на другие цели. Около 20 % свежемороженого криля и почти 100 % крилевой муки, а также большая часть крилевого жира используется в качестве корма для аквакультуры.

Выход продукции из криля-сырца составляет 80—90 % для свежемороженого и варено-мороженого криля, 10—20 % — для очищенного крилевого мяса и 10—15 % — для крилевой муки.

Химический состав криля-сырца может значительно изменяться в зависимости от размера рачков, их возраста, пола, накормленности и других факторов, что создает трудности при получении из него продуктов со стабильными химическими и органолептическими показателями. Это должно учитываться при разработке технологий получения новой продукции.

В связи с особенностями химического состава криля и высокой активности ферментных систем посмертные изменения у рачков наступают через 1,0—1,5 часа, в том числе состояние окоченения, сопровождающееся изменением значений pH, растворимости белков, накоплением небелковых азоти-



стых веществ. Для получения качественной продукции разовые уловы рачков не должны превышать 10 т при продолжительности траления не более 1 часа. Хранится свежельвовленный криль в течение не более 4-х часов слоем не толще 1 м при температуре +3 °С.

Мясо криля богато витаминами А, D, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>7</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, оно содержит астаксантин, кальций пантотенат и другие нутриенты.

Белки имеют все незаменимые аминокислоты, более половины которых являются водорастворимыми. Липиды криля содержат большое количество ненасыщенных жирных кислот, в том числе фосфолипидов и стеридов (до 65 %), что вызывает повышенную вязкость жира. Характерной особенностью липидов криля является интенсивно красная окраска, обусловленная каротиноидами. Количество биологически активных кислот в криле достигает в сумме 33 %. На основе липидов криля и небелковых комплексов его экстракта могут быть получены препараты, представляющие значительный интерес для здравоохранения и фармацевтической промышленности, в том числе: антисклеротический гериатрический препарат липотропного гипохолестерического действия; ранозаживляющий препарат; заменители рыбьего жира; акриловая кислота; глюкозамин; предшественники простогландинов.

Основываясь на пищевой ценности криля можно заключить, что пищевые продукты, выработанные из него, могут быть вполне приемлемы для питания человека. Основными преимуществами их являются богатое содержание омега-3 жирных кислот и очень высокое качество белка. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования влияния высокого содержания омега-3 жирных кислот криля на организм человека в сравнении с другими источниками пищи. Необходимо также разрабатывать технологии переработки криля, которые бы не снижали пищевую ценность, как, например, это происходит в процессе удаления панциря [25].

Криль представляет высокую ценность как источник макро- и микроэлементов, в том числе кальция, калия, фосфора, магния, железа, меди, цинка, марганца, молибдена, кобальта, фтора, алюминия, титана и др., которые входят в состав ферментов, гормонов и по своему значению для организма человека являются необходимыми и незаменимыми.

В настоящее время существуют три основных направления производства пищевой продукции из криля: получение продуктов типа пасты, получение варено-мороженого мяса и получение изолированных белков.

Создание технологии высококачественных и биологически полноценных консервов из фарша криля осложнено специфическими особенностями сырья — быстрой его порчей в процессе хранения под действием высокоактивных ферментов головогруды, снижением качества консервов в процессе стерилизации из-за изменений термолабильных белков и развитием реакции неферментативного покоричневения, а также образованием кристаллов струвита в консервах при хранении.

Концентрат криля, полученный посредством сублимационной сушки мяса из очищенного от панциря тельсона («хвоста») рачков, позиционируется на рынке в качестве пищевой добавки для здорового питания. Он имеет высокую концентрацию жирных омега-3-кислот, важные олигоэлементы, в том числе антиоксиданты и минералы, имеет умеренную калорийность, высокую питательную ценность, легко переваривается, оказывает восстанавливающее действие на организм. Омега-3 жирные кислоты в обезвоженных продуктах из криля остаются неизменными, сохраняют все их полезные свойства в течение длительного времени и не требуют каких-либо особых условий хранения. Являясь на 100 % натуральным продуктом, сублимированное мясо криля не вызывает каких-либо побочных эффектов, даже при передозировке. Концентрат может иметь непосредственное применение в медицине, в том числе в кардиологии, гинекологии, педиатрии, онтологии, гериатрии, травматологии, дерматологии, хирургии, онкологии, спортивной медицине, диетологии.

Концентрат антарктического криля производится в виде хлопьев или как порошок с различной степенью грануляции, имеет привлекательный оранжево-розовый цвет и отличный креветочный вкус. При совместном использовании в кулинарных изделиях он придает другим продуктам естественную окраску и как ароматизатор является эффективным, даже в небольших количествах.

В ассортимент кормовых продуктов из криля входят: кормовая мука, свежемороженый криль, кормовые гидролизаты, кормовые пасты, белково-минеральные добавки для животноводства и аквакультуры.

Проведенные биологические испытания кормовой ценности муки из криля с различным содержанием жира на домашних животных и птицах показали положительные результаты.

Изготовление мороженой кормовой продукции и муки из криля — дорогостоящее производство из-за удаленности района промысла от рынков сбыта. Рыночная цена рыбной и крилевой муки относительно низкая и определяется ценой на муку растительного происхождения, в первую очередь, соевую. Однако в условиях развивающейся мировой аквакультуры стоимость рыбной муки может повышаться.

Учитывая удаленность районов промысла криля от рынков сбыта, строительство новых судов для АЧА будет перспективно только при условии прямых дотаций из госбюджета. Дотации могут вестись через госзаказ на определенное количество видов продукции из криля по ценам, обеспечивающим безубыточную работу судов.

Наконец, очень важно не забывать, что, несмотря на, казалось бы, безграничные сырьевые ресурсы криля, необходимы рациональные методы использования и управления ими, чтобы обеспечить их долгосрочную устойчивость как источника пищи для человека и сырья для производства технической продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев М. П.* Научное обоснование комплекса технологий пищевых продуктов из маломерных гидробионтов и вторичного сырья: автореф. дис. ... докт. техн. наук / Научная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/nauchnoe-obosnovanie-kompleksa-tekhnologii-pishchevykh-produktov-iz-malomernykh-gidrobiontov#ixzz2pdzxsZCс>.
2. *Андреев М. П.* Антарктический криль — перспективное сырье для производства разнообразных пищевых продуктов / М. П. Андреев, Б. Г. Иванов, Ч. М. Нигматуллин // VI Всероссийская конференция по промышленным беспозвоночным (Калининград (пос. Лесное) 3—6 сентября 2002 г.). — М.: ВНИРО, 2002. — С. 74—77.
3. *Антарктический криль*: Справочник / под ред. В. М. Быковой. — М.: ВНИРО, 2001. — 207 с.
4. *Антипов Б. А.* Перспективы создания флота для добычи и переработки криля / Б. А. Антипов // Доклады и выступления на Всесоюзном совещании по вопросам обеспечения крилево-рыбных судов технологическим оборудованием для комплексной обработки криля (Севастополь, 4—6 октября 1983 г.). — М.: МРХ СССР, 1984. — С. 17—23.
5. *Биология, промысел и способы переработки антарктического криля.* — М.: ВНИРО, 1978. — 76 с.
6. *Блюда из нерыбных морепродуктов* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://spravpit.liferus.ru/7\\_4\\_4\\_ryba\\_nerybnyh.htm](http://spravpit.liferus.ru/7_4_4_ryba_nerybnyh.htm).
7. *Выпуск газеты Сегодня № 212 (467)* за 13.11.99 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.segodnya.ua/oldarchive/c2256713004f33f5c22568270052fb53.html>.
8. *Зиновий Эвентейн.* Популярная диетология [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://profismart.org/web/bookreader-115448-19.php>.
9. *Исследование технологического процесса* получения мяса криля и изыскание рациональных способов его использования : отчет ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1980. — 28 с.
10. *Ковров Г. В.* Разработка технологии производства кормового фарша кислотного консервирования из антарктического криля и светящихся анчоусов : автореф. дисс. канд. техн. наук / Г. В. Ковров. — М., 1990. — 25 с.
11. *Кузнецов Т. В.* Совершенствование технологии обработки криля / Т. В. Кузнецов // Обзорная информация. — М.: МРХ СССР, ЦНИИТЭИРХ, 1977. — 26 с.
12. *Моніторинг біологічних ресурсів та розробка довгострокових і короткострокових прогнозів промислу.* Можливий вилов водних біоресурсів у районах Світового океану, що представляють інтерес для добувного флоту України. Розробка наукових основ раціонального рибальства і рекомендацій щодо використання водних живих ресурсів у Світовому океані. Стан запасів основних промислових об'єктів у районах Світового океану на 2015 рік. Прогноз перспектив промислу для експедиційного флоту України : отчет о НИР. — Керчь: ЮгНИРО, 2013. — 120 с.
13. *Научная библиотека диссертаций и авторефератов* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-tekhnologii-konservov-iz-antarkticheskoi-krevetki-krilya>.

14. *Новая технология* резко повысит эффективность переработки криля [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.fishnet.ru/news/novosti\\_otrasli/6549.html](http://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/6549.html).
15. *Обзор рынка криля* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.fishnet.ru/news/novosti\\_otrasli/2371.html](http://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/2371.html).
16. *Охота за крилем* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/03/17/reg-szapad/kريل.html>.
17. *Перспективы возрождения* отечественного промысла и переработки антарктического криля [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dspace.vniro.ru/bitstream/handle/123456789/2111/%D0%91%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80..pdf?sequence=1>.
18. *Попередній аналіз* багаторічної динаміки формування запасів, розподілу і формування скупчень антарктичного криля як провідного елемента біологічної складової екосистеми Антарктики (АЧА) з урахуванням впливу змін у стані навколишнього середовища : отчет о НИР. — Керчь: ЮгНИРО, 2009. — 36 с.
19. *Разоренова В. А.* Хитозан (препарат РС-10) новый радиопротектор и средство раннего лечения острой лучевой болезни: диссертация / В. А. Разоренова. — 1969.
20. *Сафронов Т. М.* Хитозан: получение и свойства. — Пути совершенствования методов обработки криля / Т. М. Сафронов, Л. Н. Игнатюк, Г. П. Виноградова // Краевая научно техническая конференция : Пути совершенствования методов обработки криля (Владивосток, октябрь 1978 г.). — Владивосток, 1978. — С. 25—28.
21. *Способы и устройства* для переработки криля. — Рига: Головное патентное бюро рыбной промышленности, 1989. — Вып. 9. — 155 с.
22. *Способ получения* богатых омега-3 жирными кислотами морских фосфолипидов из криля [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2458112>.
23. *Суперба Крилевый жир* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://krilloil.ru/kachestvo\\_produkta](http://krilloil.ru/kachestvo_produkta).
24. *Хитин и хитозан* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://knowledge.allbest.ru/chemistry/2c0b65625a3bd78a4c53a89521206c27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/chemistry/2c0b65625a3bd78a4c53a89521206c27_0.html).
25. *Janet C. Tou.* Krill for Human Consumption: Nutritional Value and Potential Health Benefits — International Life Sciences Institute / Janet C. Tou, Jacek Jaczynski, and Yi-Chen Chen. — Doi: 10.1301/nr.2007.feb.63-77 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://encognitive.com/files/Krill%20for%20Human%20Consumption:%20Nutritional%20Value%20and%20Potential%20Health%20Benefits.pdf>.
26. *Notification of Chile's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-05r1\_Chile.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—107.
27. *Notification of Norway's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-08r1\_Norway.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—31.
28. *Notification of Poland's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-09r1\_Poland.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—17.
29. *Notification of the People's Republic of China's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-06r1\_China.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—70.
30. *Notification of the Republic of Korea's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-07r1\_Korea.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—67.
31. *Notification of Ukraine's intention* to participate in the krill fishery in 2013/14. CC-xxxii-10r1\_Ukraine.pdf. CCAMLR, 2013. — Pp. 1—11.
32. *Products* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/003/w5911e/w5911e08.htm#b45.4%20Trends%20and%20future%20developments>.
33. *Seafood* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.alibaba.com/showroom/krillmeal.html&prev=search%3Fq%3Dkrill%2Bmeal%2Bprice%26biw%3D1280%26bih%3D843>.
34. *Tetra расширяет* ассортимент натуральных кормов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.tetra.net/ru/ru/tropical-fish/magazine/aktuell/tetradelica-nature-mix>.

*Поступила в редакцию 19.02.2014 г.*

**Перспективні напрямки переробки антарктичного крилю.** Ю. В. Корзун, С. Т. Ребів, С. Л. Козлова, В. В. Богомоллова, М. М. Жук. *Узагальнені відомості про засоби обробки крилю-сирцю, отримання традиційних і нових видів харчової, кормової, технічної, медичної, фармацевтичної та іншої продукції, а також про напрямки її використання. Більшість результатів досліджень з технології переробки крилю, виконаних у 1970—1990-х роках, досі чекають свого застосування. Показано, що в теперішній час більша частина виловлених евфаузид*

спрямовується на виробництво крилевого борошна і замороженого крилю, які використовуються здебільшого для виробництва аквафермерських кормів. Високотехнологічні продукти, такі як гідролізати, харчове крилеве борошно і жир, виробляються в морі тільки на норвезьких суднах. Будівництво нових суден в Україні для промислу в Південному океані буде перспективним тільки за умови прямих дотацій із держбюджету. При цьому, судно від початку має проектуватися для виробництва певного виду продукції в кількості, що забезпечує безбиткову працю.

*Ключові слова:* засоби переробки рибної продукції, біотехнології, харчова продукція, фармацевтика, нехарчова продукція, рибне борошно, заморожена продукція, корми, гідролізати, промисел крилю

**Prospective trends of the Antarctic krill processing.** Yu. V. Korzun, S. T. Rebik, S. L. Kozlova, V. V. Bogomolova, N. N. Zhuk. *Data on the methods of raw krill processing, conventional and new types of food, feeds, technical, medical, pharmaceutical and other products, and the ways of their utilization are reviewed. Most of the research results on krill processing technology, obtained in the 1970—1990s, are still not applied. It is shown that currently the main part of the captured euphausiids is directed to production of the krill meal and frozen krill, used mainly for the aquatic farm feeds production. Advanced products, such as hydrolysates, food krill meal and oil are produced at sea only on board of the Norwegian vessels. In Ukraine, construction of the new vessels to catch krill in the Southern Ocean is potentially productive only under conditions of direct donations from the state budget. Furthermore, a vessel should be initially designed for production of a certain type of product in the amounts sufficient for break-even exploitation.*

*Keywords:* methods of fishery products processing, biotechnology, food products, pharmacy, non-food products, fishmeal, frozen products, feeds, hydrolysates, krill fishing

А. А. Опекунова, м. н. с., Л. И. Булли, ст. н. с., к. б. н.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## ВЛИЯНИЕ МОРСКИХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

*Проанализированы особенности линейного роста двух размерных групп (первая — длиной 5,5—7,0 мм и вторая — 4,0—5,0 мм) личинок черноморского калкана при добавлении в выростные емкости морских микроводорослей *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* и *Chlorella sp.f. marina*. Материалом являлись личинки черноморской камбалы калкана, полученные в 2013 году на НИБ ЮгНИРО «Заветное» в период работ по искусственному воспроизводству вида. Показано, что водоросли оказывают положительное влияние на развитие и темп роста личинок камбалы в период метаморфоза. Их выживаемость на 20—30 % выше, чем в контроле. Лучшие показатели роста получены при добавлении морских водорослей с высоким содержанием докозагексаеновой кислоты — *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri*. Результаты эксперимента свидетельствуют о целесообразности использования культивируемых микроводорослей при выращивании личинок черноморской камбалы калкана.*

*Ключевые слова:* микроводоросли, личинки, метаморфоз, приросты, выживаемость, докозагексаеновая кислота

### ВВЕДЕНИЕ

В 2012 году в ЮгНИРО начаты работы по формированию ремонтно-маточного стада черноморского калкана. Работы проводятся в условиях научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное». В ходе исследований была отработана технология получения в искусственных условиях жизнестойкой молоди калкана от диких производителей, отловленных в северо-восточной части Черного моря. Проанализирован рост сеголеток в летне-осенний период и во время зимовки [5, 6]. Получены данные по росту и толерантности двухлеток к условиям среды.

Все эти исследования проводятся впервые в нашей стране и представляют большой научный и практический интерес для разработки технологии выращивания черноморского калкана с целью создания маточного стада и получения качественного посадочного материала как для товарного выращивания, так и зарыбления естественных акваторий.

Исследования в 2013 году были направлены на решение ряда проблем, возникающих при выращивании жизнеспособной молоди калкана. Прежде всего, это повышение выживаемости личинок на этапе метаморфоза, разработка и совершенствование методов получения качественных сеголеток, устойчивых к неблагоприятным условиям среды, особенно в период зимовки. В ходе исследований нами изучалось влияние микроводорослей разного химического состава на темп роста и устойчивость молоди калкана к условиям среды; влияние плотности посадки, формы, глубины, объемов бассейнов, качества корма и пищевых добавок на показатели их роста; влияние абиотических факторов среды на рост сеголеток, изменение с возрастом суточных рационов, интенсивности дыхания, пигментации.

При изучении этих вопросов проведены серии экспериментов. Результаты одного из экспериментов, в ходе которого изучалось влияние морских микроводорослей на развитие, выживаемость и рост личинок черноморского калкана в период метаморфоза, представлены в настоящем сообщении.

По данным некоторых авторов [9, 13, 18, 20], добавление в выростные емкости одноклеточных водорослей благотворно сказывается на выращивании личинок камбаловых рыб. В связи с этим, нам представляется важным определить, какие водоросли лучше подходят для этой цели и в какой степени их химический состав соответствует пищевым потребностям личинок калкана, выращиваемых в нерегулируемых условиях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом являлись личинки черноморской камбалы калкана, полученные в 2013 году на НИБ ЮгНИРО «Заветное» в период работ по искусственному воспроизводству вида. Получение зрелых половых продуктов, осеменение икры, инкубацию и выращивание личинок проводили по методикам, разработанным в ЮгНИРО [5].

Микроводоросли культивировали на среде Гольдберга в модификации Кабановой по стандартным методикам [4].

Для эксперимента были отобраны две размерные группы личинок 12-ти суточного возраста, перешедших на активное питание: первая — длиной 5,5—7,0 мм и вторая — 4,0—5,0 мм, причем особи менее 4,5 мм выращивались в отдельной емкости. Личинок выращивали в стеклопластиковых бассейнах объемом 80 м<sup>3</sup>, содержащих около 70 л морской воды. Бассейны были установлены на открытом воздухе, под навесом, обеспечивающим освещение типа «скользящая тень». Воду постоянно аэрировали, ежедневно осуществляли подмену 1/2—1/3 объема воды на свежую и удаление со дна осадка. Каждая размерная группа личинок выращивалась в четырех вариантах, три из которых различались по виду вносимых водорослей. В контрольные емкости водоросли не вносили (численность пелагических микроводорослей в воде Керченского пролива, которая использовалась для выращивания личинок, варьировала в пределах 0,04—0,1 млн. кл./л).

В эксперименте использовали три вида одноклеточных водорослей: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* и морскую хлореллу *Chlorella sp.f. marina*. Суспензию водорослей каждого вида по 100 мл ежедневно добавляли в выростные бассейны после подмены воды. Плотность суспензии микроводоросли *I. galbana*, вносимой в бассейны, составляла 2,38—3,21 млн. кл./мл, *M. lutheri* — 5,06—6,28 млн. кл./мл, хлореллы — 3,23—4,31 млн. кл./мл. Ежедневно определяли соленость воды и следили за изменением температуры в течение суток.

Начальная плотность посадки личинок в бассейнах составила 86 экз./м<sup>3</sup>. Лишь в одном из вариантов выращивания (с использованием изохризиса) у личинок первой группы плотность посадки была выше в 3 раза.

Личинок кормили коловраткой *Brachionus plicatilis*, личиночными и взрослыми формами *Diaptomus salinus* и науплиями *Artemia salina*.

При анализе результатов исследования использовали методы вариационной статистики [3] и компьютерной обработки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для эксперимента личинок калкана отбирали в одном из бассейнов объемом 6 м<sup>3</sup>, в которых проводилась инкубация икры и выращивание молоди калкана до завершения метаморфоза и выпуска в море. Вылупившиеся личинки имели длину 3,15—3,18 мм, через сутки, после выпрямления головы, их длина составляла 3,3—3,4 мм, диаметр жировой капли — около 250 мкм. На 7—8-е сутки личинки полностью перешли на активное экзогенное питание, при достаточно высокой выживаемости на этом этапе и, как следствие, более высокой плотности, чем в других бассейнах. В результате на 12-е сутки отмечалась значительная их гетерогенность по размерам, длина варьировала от 3,5 до 7 мм, высота тела составляла 24—30 % от длины.

Известно, что у рыб в условиях ограниченного пространства между особями возникает конкуренция, ведущая к повышению расхода энергии на поддерживающий обмен и замедлению роста

[1, 2]. В плотных популяциях камбалы появляется непропорционально большое количество мелких медленно растущих личинок, характеризующихся низкой жизнеспособностью в период метаморфоза, а среди выживших чаще всего встречаются особи с нарушением пигментации [8].

При изучении роста личинок разных размерных групп было обнаружено, что его показатели, независимо от вида водоросли, на протяжении большей части периода выращивания изменялись синхронно (рис. 1, 2). Исключение составлял лишь темп роста личинок первой группы, получавших *I. galbana*, и второй группы, получавших хлореллу. В возрасте 26 суток длина личинок из этих вариантов была, соответственно, на 5,6—8,1 и 3,5—7,0 мм больше, чем в других бассейнах. Затем интенсивность роста резко снизилась. В 33-суточном возрасте прироста ( $dL=L_{33}-L_{26}$ ) составили всего 0,23 и 0,16 см (табл. 1). Возможно, это было связано с увеличением общей биомассы личинок в одном и том же замкнутом пространстве — объеме бассейна.

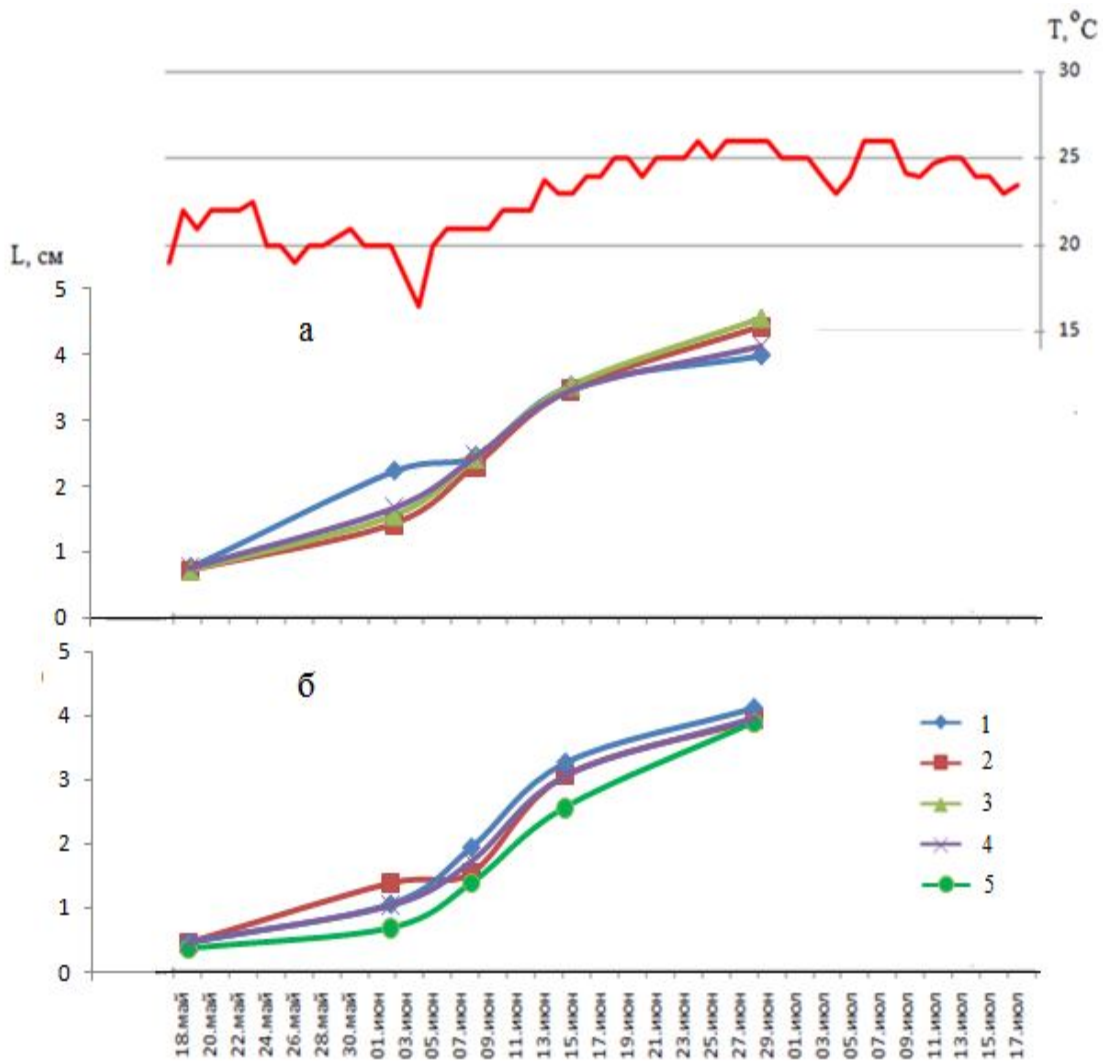


Рис. 1 Рост личинок черноморской камбалы разных размерных групп: длиной 5,5—7 мм (а) и 4—5 мм (б) при добавлении в выростные бассейны микроводорослей: 1 — изохризис; 2 — наннохлоропсис; 3 — монохризис; 4 — контроль, 5 — наннохлоропсис (личинки длиной не более 4,5 мм)

Кроме того, замедление роста некоторой части личинок в бассейнах с изохризисом и хлореллой могло быть связано с изменением погодных условий 2—8 июня. В этот период наблюдалось резкое похолодание, температура воды в бассейнах снижалась до 16—18 °С.

При сравнении морфофизиологических показателей экспериментальной молоди в начале и в конце этого периода выявлено, что у личинок в возрасте 26 суток, длиной более 0,85 см и высотой тела,

составляющей 44—50 % их длины, отмечалась миграция правого глаза к центру головы. У большей части личинок из первой группы (более крупных), длиной 1,53—2,06 см и высотой тела 64,45—70,58 %, глаз находился в центре головы. Около 50 % личинок из варианта выращивания с изохризисом в первой группе имели высоту тела не более 50—58 %, у них глаз был смещен с разной степенью, но не достигал центра головы.

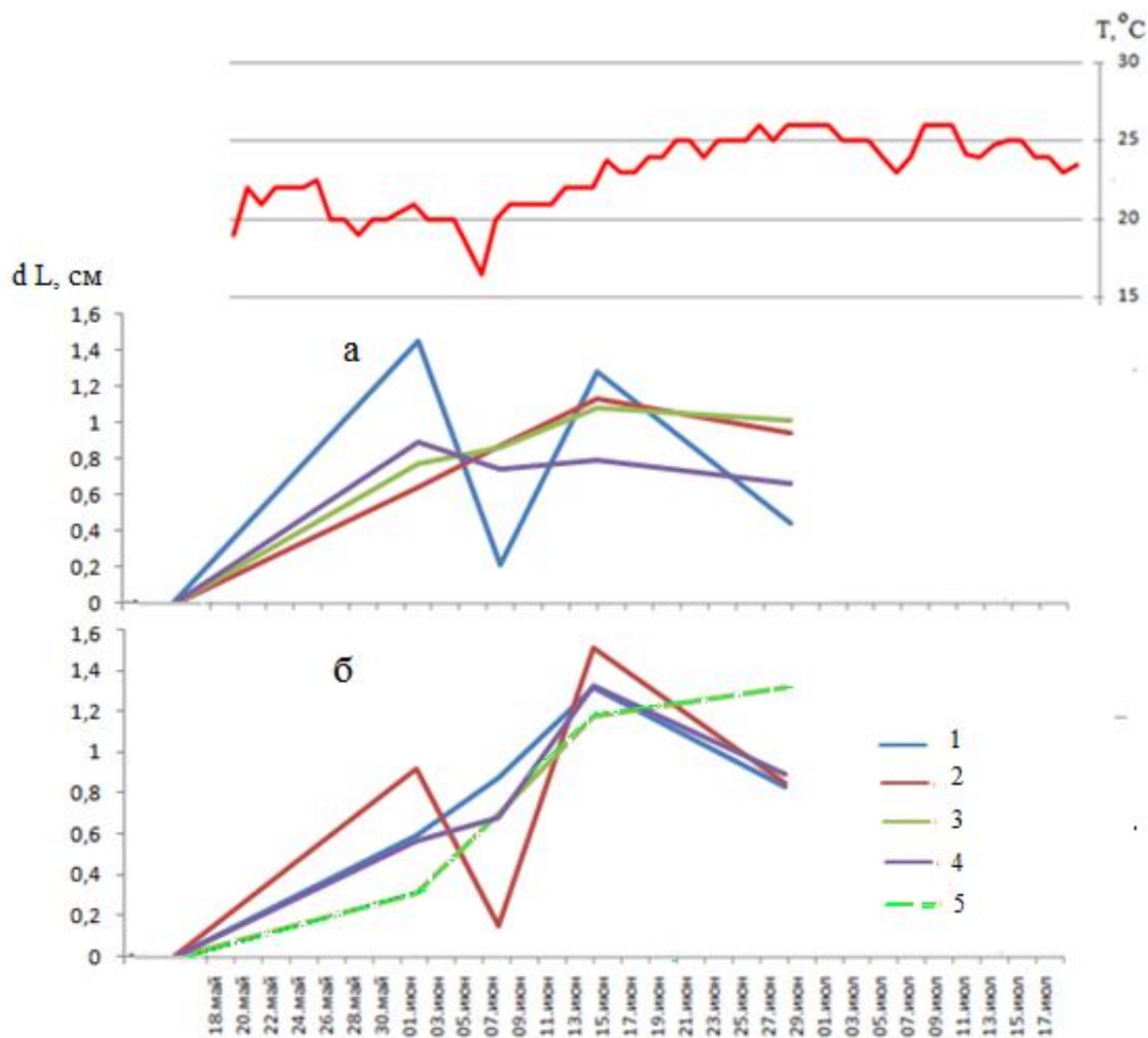


Рис. 2 Изменение прироста длины личинок черноморской камбалы калкана разных размерных групп 5,5—7 мм (а) и 4—5 мм (б) при добавлении в выростные бассейны микроводорослей: 1 — изохризис; 2 — наннохлоропсис; 3 — монохризис; 4 — контроль, 5 — наннохлоропсис (личинки длиной не более 4,2 мм)

По всей видимости, этап перемещения глаза по правой стороне в процессе метаморфоза камбал, когда происходят наиболее сложные морфофизиологические перестройки в организме, является наиболее энергозатратным. Поскольку в стрессовых условиях у личинок заметно снижалась пищевая активность (наши наблюдения), то все это в совокупности и могло привести к существенному снижению интенсивности роста у некоторой части личинок в период со 2 по 8 июня (табл. 1). Вероятно, этап перемещения глаза к центру головы является одним из критических в периоде метаморфоза камбал, смертность личинок в контрольных емкостях достигала 20—30 %. В то же время в бассейнах с микроводорослями отход личинок не наблюдался.

В последующий период выращивания, в возрасте 40 и 55 суток, у личинок, ежедневно получавших водоросли, приросты и средняя длина были выше, чем в контрольных емкостях. В конце эксперимента молодь из первой группы, получавшая *M. lutheri* и хлореллу, характеризовалась лучшим



Морфофизиологические показатели 33-суточных личинок черноморского калкана

Вариант выращивания, вид водоросли	Плотность посадки, экз./м <sup>3</sup>	Степень перемещения правого глаза, %				Прирост длины, см	Кол-во альбиносов, %
		симметричен	не доходит до центра головы	в центре головы	на левой стороне тела		
I. <i>Isochrysis galbana</i>	229		19 (50)*	31(50)	50	0,23	—
I. <i>Chlorella sp.f. marina</i>	86		- (20)	20 (80)	80	0,89	—
I. <i>Monochrysis lutheri</i>	86		- (20)	- (80)	100	0,88	20
I. Контроль	71		- (60)	60 (40)	40	0,78	40
II. <i>Isochrysis galbana</i>	86		- (100)	100	—	0,88	—
II. <i>Chlorella sp.f. marina</i>	86		60 (100)	40	—	0,16	20
II. <i>Chlorella sp.f. marina</i> **	86	(20)	80 (80)	20	—	0,70	33
II. Контроль	57		- (100)	100	—	0,69	50

\* Степень перемещения глаза в возрасте 26 суток; \*\* Самые мелкие личинки

темпом роста по сравнению с контролем и вариантом с *I. galbana*, различия достоверны ( $p > 0,95$  и  $p > 0,99$ ). Одной из причин снижения показателей линейного роста в конце эксперимента у молоди камбалы, получавшей *I. galbana*, несомненно, является более высокая плотность посадки рыбы. При этом длина личинок в среднем была ниже, чем в варианте выращивания на изохризисе личинок второй группы, соответственно:  $3,93 \pm 0,095$  см ( $Cv=5,95$ ) и  $4,15 \pm 0,05$  см ( $Cv=2,95$ ). Различия достоверны ( $p > 0,95$ ).

После завершения перемещения глаза в центр головы у личинок второй группы наилучший рост наблюдался у рыб, получавших ежедневно суспензию изохризиса. Однако достоверных различий между средними показателями длины личинок из этого варианта выращивания и контроля не выявлено. Возможно, это связано с тем, что после снижения плотности в контрольных бассейнах из-за отхода на этапе прометаморфоза показатели роста оставшихся в живых личинок значительно увеличились (см. рис. 1 и 2). Интересно, что в контрольных емкостях наблюдалось появление альбиносов. Их количество достигало 50 %, тогда как молодь камбалы, получавшая изохризис, была нормально пигментирована как в первой, так и во второй группах личинок.

Обращает на себя внимание то, что в течение всего периода выращивания сохранялась тенденция преобладания роста личинок из первой группы (рис. 3). Зависимость длины личинок от возраста достаточно хорошо описывается уравнением степенной функции вида:

$$L_1 = 0,032 t^{1,227} \quad (R^2 = 0,987) \text{ — для первой группы и}$$

$$L_2 = 0,013 t^{1,415} \quad (R^2 = 0,96) \text{ — для второй группы,}$$

где  $L$  — длина,  $t$  — возраст личинок.

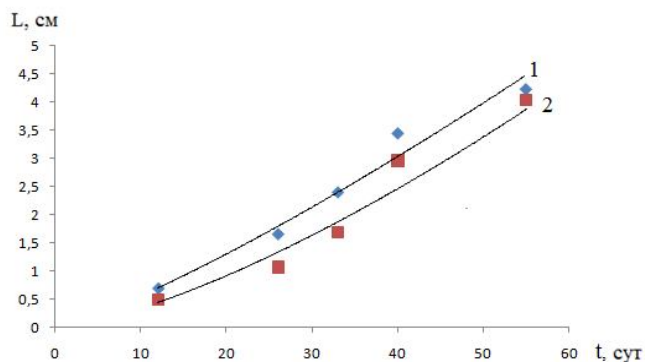


Рис. 3 Рост личинок калкана разных размерных групп

Приведенные результаты свидетельствуют, что наилучшие показатели роста личинок калкана получены при использовании изохризиса и монохризиса.

Различия интенсивности роста у личинок из разных вариантов выращивания, вероятно, связаны с особенностью жирнокислотного состава использованных в эксперименте водорослей (табл. 2).

Исследованиями ряда авторов показано [14, 15, 19], что для морских рыб наличие в кормах эйкозапентаеной (20:5 ω 3) и докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислот является не-

Жирнокислотный состав суммарных липидов некоторых видов морских микроводорослей,  
% к сумме жирных кислот [7, 18, 21]

Жирные кислоты	<i>Chlorella minutissima</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorella sp.</i>	<i>Monochrysis lutheri</i>	<i>Isochrysis galbana</i>
14:0	4,8—6,9	0,3—1,1	0,6—13
16:0	19,7—20,6	26,0—34,1	0—15,6
16:1	29,5—30,7	11,5—21,2	5,1—9,8
16:2		0,1—1,0	2,9—12,2
18:0	Следы—0,7	0,7—2,5	0,5
18:1 $\omega$ 9	2,5—8,6	3,3—7,4	14,4—14,6
18:2 $\omega$ 6	2,4—4,1	6,9—10,6	—
18:3 $\omega$ 6	—	2,1	12,3
18:3 $\omega$ 3	Следы—0,2	8,4—10,5	3,8
18:4 $\omega$ 3	—	—	10,1—17,2
20:1 $\omega$ 9	0—0,1	—	—
20:3 $\omega$ 3	2,4—3,6	—	0,5—1,9
20:4 $\omega$ 6	Следы—0,2	0,5	0,4—6,5
20:4 $\omega$ 3	—	—	0,4—1,0
20:5 $\omega$ 3	26,2—27,8	6,4—28,3	3,1—4,3
22:4 $\omega$ 6			2,5
22:5 $\omega$ 3	0—1,7	0,3	0,3—2,5
22:6 $\omega$ 3	0—0,3	1,4—10,5	3,7—16,2

обходимым условием для нормальной жизнедеятельности. Известно, что микроводоросли являются источником этих жирных кислот [12, 16].

Известно, что в желудках личинок камбал, пойманных в море, обнаруживают большое количество динофлагеллят [18]. Содержание докозагексаеновой кислоты 22:6  $\omega$  3 в этих водорослях составляет 15,2—33,5 %. Водоросли попадают в желудок рыб либо непосредственно, либо по пищевой цепи, вместе с коловратками и копеподами, питающимися ими.

Литературные данные [7, 18, 21] свидетельствуют о значительном различии по жирнокислотному составу ряда видов водорослей, культивируемых в аквакультуре (табл. 2). С изменением условий среды при культивировании, прежде всего, температуры, доля эссенциальных кислот водорослей может существенно меняться, и это отражается на их питательной ценности. Так, у *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri* содержание докозагексаеновой кислоты 22:6  $\omega$  3 колеблется в пределах от 1,4 до 16,2 %, эйкозапентаеновой кислоты 20:5  $\omega$  3 — от 3,1 до 28 %, а у морской хлореллы ее содержание достигает 26,2—27,8 % при небольшом содержании 22:6  $\omega$  3 (табл. 2). По-видимому, изменение некоторых параметров среды может влиять и на интенсивность ряда физиолого-биохимических процессов (в частности, реакций десатурации и удлинения молекулы жирных кислот, вызывая дефицит кислоты 22:6  $\omega$  3) в организме ранних личинок камбал, что и отражается на темпе их роста и выживаемости.

В последние десятилетия метод выращивания рыб в присутствии одноклеточных водорослей получил широкое распространение в аквакультуре. С помощью этого метода в странах Европы получают жизнестойких личинок и молодь таких морских видов, как тюрбо *Psetta maxima*, морского языка *Solea solea*, морского леща *Sea bream*, морского окуня *Sea bass* [9, 17, 18]. Известно, что для личинок морских видов рыб большое значение имеет полноценность, прежде всего, липидного питания. Липиды играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности организма. Важной структурной и функциональной составляющей любого класса липидов являются жирные кислоты. Морские рыбы не способны синтезировать ряд жирных кислот, в частности линоленовую (18:3  $\omega$  3), эйкозапентаеновую (20:5  $\omega$  3) и докозагексаеновую (22:6  $\omega$  3) [21]. Эти жирные кислоты являются структурными и физиологическими компонентами клеточных мембран, играют важную роль в проницаемости, активности ферментов, гормонов [10], они незаменимы для личинок морских видов рыб и поэтому должны в достаточном количестве поступать с пищей.

Таким образом, в ходе выращивания двух размерных групп калкана в условиях малых плотностей посадки выявлено, что присутствие в выростных емкостях морских микроводорослей оказывает положительное влияние на выживаемость и темп роста личинок камбалы в период метаморфоза. В бассейнах с водорослями выживаемость личинок в возрасте 55 суток (в конце опыта) была на 20—30 % выше, чем в контрольных. В вариантах выращивания на изохризе и монохризе отмечен более интенсивный рост. Поскольку липиды морской хлореллы содержат небольшое количество докозагексаеновой кислоты, следует при выращивании ранних личинок камбал использовать ее совместно с *I. galbana* и *M. lutheri*. Смесь разных видов водорослей позволит сбалансировать липидную составляющую корма.

Результаты эксперимента свидетельствуют о целесообразности использования культивируемых морских микроводорослей при выращивании молоди черноморской камбалы калкана.

## ВЫВОДЫ

1. Высокая плотность посадки приводит к увеличению гетерогенности личинок камбалы как по размерам, так и степени перемещения глаза, что существенно снижает темп роста и задерживает развитие.
2. Резкое изменение условий среды снижает пищевую активность молоди и может привести к снижению темпа роста и жизнеспособности.
3. В период метаморфоза личинки лучше растут при добавлении в выростные емкости морских микроводорослей с высоким содержанием докозагексаеновой кислоты. Для этих целей целесообразно использовать культивируемые *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri* или их смесь с другими водорослями.
4. При высокой гетерогенности личинок по размерам необходима своевременная сортировка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винберг Г. Г. Новые данные об интенсивности обмена у рыб / Г. Г. Винберг // Вопросы ихтиологии. — 1961. — 1. — Вып. 1. — С. 157—165.
2. Ивлиев В. С. Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена / В. С. Ивлиев // Общая биология. — 1970. — 2, т. 20. — С. 1959—1964.
3. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. — Новосибирск, 1961. — 364 с.
4. Спекторова Л. В. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток / Л. В. Спекторова, С. Л. Паньков, Е. С. Проскурина, С. В. Шершов, А. М. Семик, О. И. Горонкова, Л. И. Лебедева, А. Б. Ланге, Н. И. Карташова, О. Н. Орленко, О. В. Корженко. — М.: ВНИРО, 1986. — 64 с.
5. Туркулова В. Н. Динамика роста и выживаемости молоди черноморского калкана (*Psetta maotica maotica* Pallas) при годовом цикле выращивания в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное» / В. Н. Туркулова, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, О. В. Евченко, А. А. Опекунова, А. С. Бобова, Е. А. Сапронова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII международной конференции. Керчь, 26—27 июня 2013 г. — Керчь: ЮгНИРО, 2013. — С. 120—128.
6. Туркулова В. Н. Итоги и перспективы исследований ЮгНИРО в области культивирования черноморского калкана / В. Н. Туркулова, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, О. В. Евченко, А. А. Опекунова, А. С. Бобова, Е. А. Сапронова // Материалы науково-практичного семінару. Київ, 23 травня 2013 р. — К., 2013. — С. 18—25.
7. Фролов А. В. Влияние состава жирных кислот корма на выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina* / А. В. Фролов // Корма и методы кормления объектов марикультуры. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 20—37.
8. Шелбурн Дж. Е. Искусственное разведение морских рыб / Дж. Е. Шелбурн. — М., 1971. — С. 85.
9. Alderson, R. The effect of algae on the water conditions in fish rearing tanks in relation to the growth of juvenile sole (*Solea solea*) / R. Alderson, B. R. Howell. — Aquaculture. — 1973. — 2. — Pp. 281—288.
10. Cowey, C. B. Fish nutrition // Marine Biology / C. B. Cowey, J. R. Sargent. — 1972. — 10. — Pp. 383—492.

11. *Furuuta, H.* Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* / H. Furuuta, H. Tanaka, T. Yamamoto, M. Shiraishi, T. Takeuchi. — Aquaculture. — 2000. — 3. — Pp. 387—398.
12. *Furuuta, H.* Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) / H. Furuuta, T. Takeuchi, K. Uematsu. — Aquaculture. — 2002. — 16 (1). — Pp. 269—279.
13. *Howell, B. R.* The effect of unicellular algae on the growth of early larvae of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) / B. R. Howell. — ICES. — 1973. — 21. — Pp. 7—21.
14. *Jones, A.* Some aspects of the biology of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) with special reference to feeding and growth in the juvenile stage / A. Jones. — Marine Biology. — 1970. — 3. — Pp. 145—151.
15. *Naas, K. E.* Enhanced feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water / K. E. Naas, T. Harboe. — Aquaculture. — 1992. — 105. — Pp. 143—156.
16. *Sargent, J.* Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish / J. Sargent, G. Bell, L. McEvoy, D. Tocher, A. Estevez. — Aquaculture. — 1999. — 4. — Pp. 191—199.
17. *Scott, A. P.* The effect of unicellular algae on survival and growth of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) / A. P. Scott, S. M. Baynes // Proceedings of a World Symposium. Hamburg, June 20—23, 1978. — Berlin, 1978. — Pp. 423—433.
18. *Scott, A. P.* Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids / A. P. Scott, C. Middleton. — Aquaculture. — 1979. — 18. — Pp. 227—240.
19. *Shaw, G. W.* Effect of turbidity prey density and culture history on prey consumption by greenback flounder tapirina larvae / G. W. Shaw, P. M. Pankhurst, S. C. Battaglene. — Aquaculture — 2006. — 253. — Pp. 447—460.
20. *Spectorova, L. V.* Experiments on the artificial rearing of the Black Sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*) / L. V. Spectorova, S. L. Doroshev. — Aquaculture. — 1976. — 9. — Pp. 275—286.
21. *Watanabe, T.* Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review / T. Watanabe, C. Kitajima, S. Fujita. — Aquaculture. — 1983. — 34 (1—2). — Pp. 115—143.

*Поступила в редакцію 01.03.2014 г.*

**Вплив морських мікродоростей на ріст і розвиток личинок чорноморського калкана.**

**А. О. Опекунова, Л. І. Буллі.** Проаналізовані особливості лінійного росту двох розмірних груп (перша — довжиною 5,5—7,0 мм і друга — 4,0—5,0 мм) личинок чорноморського калкана за умов додавання у вирощувальні резервуари морських мікродоростей *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* і *Nannochloropsis oculata*. В якості матеріалу були використані личинки чорноморської камбали калкана, отримані в 2013 році на НВБ ПівденНІРО «Завітне» в період робіт зі штучного відтворення виду. Показано, що водорості чинять сприятливий вплив на розвиток і темп росту личинок камбали в період метаморфоза. Їхня виживаність є на 20—30 % вищою, ніж у контролі. Найліпші показники росту отримані за умов додавання морських водоростей із високим вмістом докозагексаєнової кислоти — *Isochrysis galbana* і *Monochrysis lutheri*. Результати експерименту свідчать про доцільність використання культивованих мікродоростей під час вирощування личинок чорноморської камбали калкана.

*Ключові слова:* мікродорості, личинки, метаморфоз, природи, виживаність, докозагексаєнова кислота

**Influence of marine microalgae on growth and development of the Black Sea turbot larvae.**

**A. A. Opekunova, L. I. Bulli.** Peculiarities of the linear growth for two size groups (5.5—7.0 mm and 4.0—5.0, respectively) of the Black Sea turbot larvae under conditions of addition of marine microalgae *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* and *Nannochloropsis oculata* to rearing reservoirs are analyzed. The material was obtained while performing activities on artificial reproduction of the Black Sea turbot in 2013. It is shown that the algae favourably affect the development and growth rate of the turbot larvae during metamorphosis. Their survival rate gets 20—30 % higher than in the reference group. The best growth rates are obtained under the condition of the added marine microalgae with high content of docosahexaenoic acid: *Isochrysis galbana* and *Monochrysis lutheri*. Due to the research results it is suggested to use cultured microalgae during the Black Sea turbot larvae rearing.

*Keywords:* microalgae, larvae, metamorphosis, growth rates, survival rate, docosahexaenoic acid

**Л. М. Есина**, зав. сектором

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)*

## **УЧАСТИЕ ЮГНИРО В РАБОТЕ ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

*Разработка межгосударственных стандартов способствует установлению единых требований к продукции, представляющей межгосударственный интерес. В статье рассмотрены общие вопросы, возникшие при анализе проектов межгосударственных стандартов на рыбную продукцию, разработанных в соответствии с Программой работ по межгосударственной стандартизации в 2013 г.; изложены основные предложения и замечания ЮгНИРО по проектам межгосударственных стандартов.*

*Ключевые слова:* межгосударственный стандарт, отраслевой стандарт, технический комитет стандартизации, рыбная продукция, консервы

### **ВВЕДЕНИЕ**

Украина является членом Межгосударственного Совета (МГС) по стандартизации, метрологии и сертификации в соответствии с многосторонним Соглашением о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации, подписанным 13 марта 1992 года государствами-членами Содружества Независимых Государств [13]. Участницами данного Соглашения были отмечены международный характер стандартизации, метрологии и сертификации, их необходимость для обеспечения совместимости, взаимозаменяемости продукции, ее безопасности для жизни и здоровья человека, охраны окружающей среды, а также их важная роль в устранении технических барьеров в торгово-экономическом и научно-техническом сотрудничестве, в повышении эффективности производства.

Развитие торговли между странами требует единого подхода в оценке качества продукции, установлению единых характеристик к продукции, требований к маркировке, упаковке, хранению и транспортированию. Разработку межгосударственных стандартов в сфере рыбного хозяйства осуществляют межгосударственные технические комитеты стандартизации, секретариаты которых находятся в Российской Федерации: МТК 299 «Консервы, пресервы рыбные и металлическая тара» (г. Санкт-Петербург, ОАО «Гипропробфлот») и МТК 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» (г. Москва, ФГУП «ВНИРО»).

ТК 33 «Рыбное хозяйство», функции секретариата которого выполняет ЮгНИРО, является членом МТК 299, МТК 300 и проводит анализ проектов межгосударственных стандартов. В результате анализа проектов стандартов ТК 33 принимается решение о целесообразности принятия (непринятия) межгосударственных стандартов в качестве национальных.

### **ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектом исследования являлись проекты межгосударственных стандартов, разработка которых осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 1.2:2009 [3], содержание и оформление стандартов должно соответствовать ДСТУ ГОСТ 1.5 [4]. Межгосударственные стандарты содержат тре-

бования к продукции, которая находится в обращении на территории государств-членов СНГ, отдельно могут быть оговорены требования для продукции, находящейся в обращении на территории государств, входящих в состав Таможенного союза.

За период с 2010 года по 2013 год МТК 299 и МТК 300 были разработаны более 30 стандартов. На сегодняшний день в Украине действует 11 межгосударственных стандартов вида ДСТУ ГОСТ. При принятии решения о целесообразности присоединения Украины к межгосударственным стандартам рассматривается соответствие стандартов требованиям действующего законодательства Украины, Директивам ЕС, требованиям стандартов Кодекс Алиментариус, учитывается потребность отечественных производителей в данном стандарте. На основании анализа первых редакций стандартов подготавливаются предложения и замечания, которые направляются организациям-разработчикам межгосударственных стандартов. Решение о принятии или непринятии Украиной межгосударственных стандартов в качестве национальных принимает ТК 33 на основании анализа заключительных редакций стандартов, представленных на голосование в МГС. Заключение ТК 33 по рассмотренному стандарту направляется в ГП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості».

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРОЕКТОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ

В 2013 году ЮгНИРО были проанализированы следующие проекты межгосударственных стандартов:

- ГОСТ Сельдь мороженая. Технические условия;
- ГОСТ Рыба мелкая мороженая. Технические условия;
- ГОСТ Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые соленые и пряного посола. Технические условия;
- ГОСТ Рыба мелкая холодного копчения. Технические условия;
- ГОСТ Консервы из рыбы. Фарши, фрикасе и измельченная рыба с растительными компонентами. Технические условия.

Отличительной особенностью перечисленных стандартов от других межгосударственных стандартов является то, что они были разработаны Российской Федерацией на замену стандартов отраслевого уровня (ОСТ), которые действуют сейчас на территории России, а не на замену государственных стандартов бывшего Союза (ГОСТ). В Украине на указанные виды продукции действуют свои отраслевые стандарты (ГСТУ, СОУ). Перевод отраслевых стандартов в межгосударственные был осуществлен с целью установления единых требований для рыбной продукции и консервов при их экспорте-импорте, а также для создания единой доказательной базы обязательных требований, установленных техническими регламентами Таможенного союза [10, 11].

**ГОСТ «Сельдь мороженая. Технические условия»** был разработан МТК 300 на замену ОСТ 15-403-97 «Сельдь мороженая. Технические условия». В Украине на сельди мороженые действует СОУ 10.2-37-37472282-933:2013 «Оселедці заморожені. Технічні умови».

В результате анализа проекта ГОСТ было предложено исключить из проекта стандарта требования к разделке сельди на филе. Требование к филе всех видов рыб, кроме сельдевых рыб, установлены в ГОСТ 3948-90 «Филе рыбное мороженое». Было бы логичным при пересмотре ГОСТ 3948-90 область его применения распространить и на филе сельди. Такой подход существует в Украине. Например, ДСТУ 4379:2005 «Філе рибне заморожене» распространяется на филе всех видов рыб, в том числе и сельди, поэтому СОУ 10.2-37-37472282-933:2013 не содержит требования к сельди, разделанной на филе. В связи с этим, если говорить об установлении единых требований в межгосударственном стандарте на сельди мороженые, можно было бы на территории Российской Федерации до пересмотра ГОСТ 3948-90 не отменять ОСТ 15-403-97 в части требований к филе сельди.

Предложенный проект ГОСТ «Сельдь мороженая» оговаривает, что на территории государств, входящих в состав Таможенного союза, при разногласиях в органолептической оценке мороженой сельди определяют показатель «Общий азот летучих оснований».

В соответствии с проектом технического регламента Таможенного союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [6], пищевая рыбная продукция считается непригодной для промышленной переработки и потребления в пищу при превышении следующих предельных норм общего азота летучих оснований:

- а) 25 мг азота/100 г мяса для видов Scorpaenidae (скорпеновые);
- б) 30 мг азота/100 г мяса для всех видов, принадлежащих к семейству Pleuronectidae (камбаловые), за исключением палтуса *Hippoglossus spp.*;
- в) 35 мг азота/100 г мяса для других видов рыб.

Для сравнения, в соответствии с Регламентом (ЕС) 2074/2005 [17], содержание азота летучих оснований нормируется в сырье только следующих рыб: *Sebastes spp.*, *Helicolenus dastulopterus*, *Sebastichibus capensis*, *Salmo salar*, рыбы семейств Pleuronectidae (за исключением *Hippoglossus spp.*), Merlucciidae, Gadidae. Рыбы семейства Clupeidae и другие виды рыб, имеющие промысловое значение, отсутствуют в этом перечне. При этом норма 35 мг азота/100 г мяса установлена только для *Salmo salar* и видов семейств Merlucciidae и Gadidae.

Следует отметить, что нормирование азота летучих оснований в мороженой рыбе становится необходимым и особенно актуальным в связи с ростом импорта замороженной рыбы со сроком хранения 1 год и более. Однако введение данного показателя для всех видов рыб, в том числе сельдевых, по нашему мнению, преждевременно. Первоначально следует провести научные исследования по установлению норматива общего азота летучих оснований в сельдевых рыбах для последующего его включения в стандарт. В связи с этим было предложено исключить требование к азоту летучих оснований из проекта ГОСТ на сельди мороженые.

Другим техническим барьером, который может возникнуть при торговле мороженой рыбы, является нормирование массовой доли глазури. Проектом стандарта оговорено, что массовая доля глазури по отношению к массе глазированной рыбы или блока должна соответствовать требованиям технических регламентов или нормативных правовых актов государства, на территории которого продукция находится в обращении.

Украинское законодательство не регламентирует требования к массовой доле глазури. Стандартами, действующими в Украине на мороженую рыбу [7, 8], а также СОУ 10.2-37-37472282-933:2013 на сельдь мороженую, также не нормируется максимальное значение глазури. В то же время проектом технического регламента Таможенного союза [6] масса глазури, нанесенной на мороженую пищевую рыбную продукцию, произведенную из рыбы, не должна превышать 5 % от массы глазированной продукции. Это противоречит требованиям стандартов Кодекс Алиментариус [18, 19], которые являются обязательными для всех государств-членов ВТО [12, 14] и используются в разрешении международных торговых споров.

ГОСТ «Рыба мелкая мороженая. Технические условия» разработан МТК 300 на замену ОСТ 15-56-93 «Анчоусовые и мелкие сельдевые рыбы мороженые» и ОСТ 15-57-96 «Рыба мелкая мороженая». В Украине на рыбу мелкую мороженую действует СОУ 15.2-34821206-033:2010 «Риба дрібно заморожена. Технічні умови». Было предложено дополнить ГОСТ требованием к разделке рыбы на тушку, поскольку бычок азово-черноморский, в том числе обесшкуранный, пользуется спросом у потребителя, также в характеристике показателя «Запах» для бычка азово-черноморского предусмотреть допуск о наличии запаха ила, характерного для данного вида рыбы.

Разработчикам ГОСТ «Рыба мелкая мороженая» было предложено рассмотреть вопрос о маркировке салаки. В соответствии с проектом ГОСТ салаку, содержащую более 20 % балтийской кильки, маркируют как «килька балтийская», т.е. смесь рыб, которая содержит, например, кильку балтийскую в количестве 30 % и салаку в количестве 70 %, следует маркировать — «килька балтийская». Такая маркировка не информирует достоверно потребителя о свойствах продукта и при переработке такого сырья необходима дополнительная операция по сортировке рыбы, поскольку продукция, изготовленная из кильки балтийской и салаки, имеет отдельные товарные названия (например, «Консервы из кильки балтийской в томатном соусе», «Шпроты из салаки»). Данная маркировка также может вызвать недопонимание при таможенном оформлении рыбы мороженой. Считаем, что для такой мороженой рыбы при маркировке следует указывать массовую долю кильки и салаки в процентах.

По аналогии с СОУ 15.2-34821206-033:2010 было предложено установить в стандарте для хамсы азовской мороженой глазированной срок годности 4 мес., для кильки черноморской, тюльки и хамсы черноморской — 6 мес. при температуре минус 18 °С.

**ГОСТ «Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые соленые и пряного посола. Технические условия»** был разработан на замену ОСТ 15-53-95 «Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые пряного посола», ОСТ 150-55-95 «Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые соленые». В Украине на данную продукцию действуют ГСТУ 15-72-2001 «Риба дрібна солонна. Технічні умови» и СОУ 15.2-37-37472282-920:2011 «Риба дрібна пряного соління. Технічні умови». Учитывая, что область применения украинских отраслевых стандартов шире, было предложено распространить действие ГОСТ на другие виды мелких рыб, например, мойву жирную. В связи с этим название стандарта изложить в редакции «Рыбы мелкие соленые и пряного посола».

Также было предложено внести в проект ГОСТ следующие уточнения:

- по аналогии с ГОСТ 19588-2006 «Пресервы из рыбы специального посола» установить для хамсы норму массовой доли жира 8 %;
- дополнить стандарт требованием к малосоленой рыбе;
- для кильки черноморской, тюльки и хамсы установить единую норму прилова других видов рыб — не более 10 % и др.

В государствах, которые присоединятся к стандарту на анчоусовые и мелкие сельдевые рыбы соленые и пряного посола, могут действовать свои технологические инструкции. Эти инструкции могут допускать использование других пряностей, кроме тех, что перечислены в проекте стандарта. В связи с этим следует дополнить стандарт требованием, которое позволяло бы использовать другие пряности при наличии утвержденной технологической инструкции или рецептуры, действующей на территории государства, присоединившегося к данному межгосударственному стандарту.

Учитывая, что в проект межгосударственного стандарта было внесено требование по возможности изготовления анчоусовых и мелких сельдевых рыб соленых в замороженном виде, по аналогии с СОУ 15.2-37-37472282-920:2011 «Риба дрібна солонно-морожена» было предложено включить в проект стандарта срок хранения мороженой соленой рыбы при температуре минус 18 °С — 6 мес.

**ГОСТ «Рыба мелкая холодного копчения. Технические условия»** разработан на замену ОСТ 15-136-97 «Рыба мелкая холодного копчения». В Украине на данный вид продукции действует СОУ 15.2-34821206-027:2009 «Риба дрібна холодного копчення. Технічні умови».

Область применения СОУ 15.2-34821206-027:2009 шире, чем представленного проекта ГОСТ. В связи с этим, а также исходя из термина «рыба мелкая» (рыба, имеющая незначительный размер, обусловленный особенностями биологии вида), было предложено сферу действия межгосударственного стандарта распространить на такие виды рыб, как барабуля, снеток, бычок азово-черноморский, мойву, корюшку. При этом в стандарте следует уточнить, что его действие распространяется только на мерланг черноморский. Мерланг черноморский и мерланг, вылавливаемый в Атлантическом океане, являются одним и тем же видом рыбы *Merlangius merlangus* [1], которые отличаются по длине. Для черноморского мерланга установлена промысловая длина — 12 см [5]. Для атлантического мерланга Регламентом ЕС № 2406/96 [16] в зависимости от района вылова установлена минимальная длина — 23 см и 27 см. В связи с этим ГОСТ, устанавливающий требования к рыбе мелкой холодного копчения, может распространяться только на мерланг черноморский.

При анализе проекта ГОСТ учитывалось его соответствие требованиям стандартов Кодекс Алиментариус: САС/RCP 52 [15] и Codex Stan 311 [20]. Было предложено обсудить на заседании МТК 300 вопрос о возможности использования искусственных ароматизаторов при производстве копченой рыбы. Допуск на использование ароматизаторов был включен в первую редакцию проекта межгосударственного стандарта ГОСТ 7447 «Рыба горячего копчения». Codex Stan 311 допускает их применение, однако при маркировке такой рыбы следует указывать, что она обработана коптильным ароматизатором, чтобы информировать потребителя об отличии данной продукции от продукции традиционного копчения.

Следует отметить, что в украинском законодательстве используется термин «коптильный ароматизатор» [2]. По аналогии с САС/RCP 52, Codex Stan 311 было предложено также использовать термин-синоним «коптильный препарат» (smoke flavours (smoke-preparations)).



Украинский нормативный документ СОУ 15.2-34821206-027:2009 содержит более широкий перечень видов разделки, которые могут быть применены при производстве рыбы холодного копчения. В связи с этим было предложено дополнить ГОСТ требованием к разделке рыбы на потрошеную и обезглавленную.

ГОСТ «Консервы из рыбы. Фарши, фрикасе и измельченная рыба с растительными компонентами. Технические условия» разработан МТК 299 на замену ОСТ 15-382-94 «Консервы рыбные. Фарши». В Украине на данный вид консервов действует ГСТУ 15-48-2000 «Консервы з рыбного фаршу з рослинними добавками».

В разработанный проект стандарта включены требования к консервам-фрикасе. Консервы-фрикасе — это консервы из кусочков рыбы, равномерно перемешанных с нарезанными солёными овощами или сушёными фруктами и другими растительными компонентами. Было предложено исключить из проекта ГОСТ ассортимент консервов-фрикасе, требования к данному ассортименту включить в ГОСТ 12292-2000 «Консервы рыбные с растительными гарнирами», который распространяется на консервы из кусочков рыбы. Это позволит избежать путаницы и упростит пользование фондом нормативных документов, поскольку все требования к консервам, изготовленным из кусочков рыбы, будут объединены в одном документе.

Для однозначного понимания требований стандарта следует дополнить проект ГОСТ термином «измельченная рыба», поскольку не понятно, чем консервы-фарши (консервы из рыбы в виде однородной измельченной массы и растительных компонентов) будут отличаться от консервов из измельченной рыбы.

Стандарт следует дополнить допуском по использованию других видов банок, кроме указанных в стандарте, а также банок другой вместимости. Это позволит производителю при его желании изготавливать консервы в другой таре без внесения изменения в действующий стандарт, поскольку процедура внесения изменений в межгосударственные стандарты очень длительна, требует согласования со всеми государствами, которые присоединились к стандарту.

ЮгНИРО были высказаны другие замечания и предложения, направленные на приведение разработанных ГОСТ в соответствии с отраслевыми стандартами, действующими в Украине, законодательством Украины по показателям безопасности и маркировке [2, 9], с требованиями стандартов Кодекс Алиментариус, Директив ЕС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межгосударственные стандарты должны быть направлены на установление единых требований к продукции, должны способствовать повышению конкурентоспособности продукции, недопущению технических барьеров в торговле с государствами-участницами Соглашения о согласованной политике в сфере стандартизации. В то же время при сравнении требований проектов межгосударственных стандартов с отраслевыми стандартами, действующими в Украине, было установлено несоответствие области действия стандартов по каким-либо видам рыб или продукции, видам разделки, нормам механических повреждений, условиям и срокам хранения и т.д.

Привести отраслевые стандарты, действующие в Украине, с межгосударственными стандартами, разработанными Российской Федерацией, на однотипные виды продукции по каким-то требованиям очень трудно и даже невозможно. Неприсоединение к рассмотренным межгосударственным стандартам может вызвать трудности для предприятий при экспорте их продукции в другие государства и, прежде всего, в государства Таможенного союза. В то же время отраслевые стандарты, действующие в Украине, являются более мобильными, в эти стандарты, по сравнению с межгосударственными стандартами, предприятию проще внести какие-либо изменения, быстрее отреагировать на запросы рынка.

В данном случае считаем возможным присоединение Украины к межгосударственным стандартам с одновременным действием отраслевых стандартов на один и тот же вид продукции. При этом предприятие само должно решить, в соответствии с требованиями какого нормативного документа ему изготавливать продукцию.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Васильева Е. Д.* Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским / Е. Д. Васильева. — М.: ВНИРО, 2007. — 238 с.
2. *Закон України* Про безпечність та якість харчових продуктів від 23 грудня 1997 року № 771/97-ВР [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>.
3. *Межгосударственная система стандартизации.* Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены: ГОСТ 1.2:2009. — [Дата введения 2010-05-01]. — М.: Стандартинформ, 2010. — 19 с. — (Межгосударственный стандарт).
4. *Міждержавна система стандартизації.* Стандарти міждержавні, правила та рекомендації з міждержавної стандартизації. Загальні вимоги до побудови, викладення, оформлення, змісту та позначень: ДСТУ ГОСТ 1.5:2004 (ГОСТ 1.5-2001, IDT). — [Чинний від 2005-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 91 с. — (Національні стандарти України).
5. *Правила промислового рибальства в басейні Чорного моря* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/REG3440.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG3440.html).
6. *Проект Технического Регламента* Таможенного союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Pages/TRRybaVGS.aspx>
7. *Риба заморожена.* Технічні умови: ДСТУ 4868:2007. — [Чинний від 2009-01-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2008. — 19 с. — (Національні стандарти України).
8. *Риба океанічного промислу заморожена.* Технічні умови: ДСТУ 4378:2005. — [Чинний від 2009-11-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2005. — 14 с. — (Національні стандарти України).
9. *Технічний регламент* щодо правил маркування харчових продуктів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0183-11>.
10. *Технический регламент* Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>.
11. *Технический регламент* Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf>.
12. *Угода про застосування* санітарних та фітосанітарних заходів — [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/981\\_006](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/981_006)
13. *Угода про проведення* узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології і сертифікації [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: [http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/997\\_102](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/997_102).
14. *Угода про технічні бар'єри у торгівлі* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/981\\_008](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/981_008).
15. *Code of practice for fish and fishery products: CAC/RCP 52-2003* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP>.
16. *Council Regulation (EC) № 2406/96 of 26 November 1996 laying down common marketing standards for certain fishery products* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1996R2406:20050602:EN:PDF>.
17. *Commission Regulation (EC) № 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) № 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under Regulation (EC) № 854/2004 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EC) № 882/2004 of the European Parliament and of the Council, derogating from Regulation (EC) № 852/2004 of the European Parliament and of the Council and amending Regulations (EC) № 853/2004 and (EC) № 854/2004* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2005R2074:20121126:EN:PDF>.
18. *General Standard for Quick Frozen Fish Fillet: CODEX STAN 190-1995* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CODEX>.
19. *Standard for Quick Frozen Finfish: CODEX STAN 36-1981* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CODEX>.

20. *Standard for Smoked Fish, Smoke-Flavoured Fish and Smoke-Dried Fish: CODEX STAN 311-2013* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CODEX>.

*Поступила в редакцію 03.03.2014 г.*

**Участь ПівденНІРО в роботі з міждержавною стандартизацією. Л. М. Єсіна.** *Розроблення міждержавних стандартів сприяє встановленню єдиних вимог до продукції, яка становить міждержавний інтерес. У статті розглянуті загальні питання, що виникли під час аналізування проектів міждержавних стандартів на рибну продукцію, розроблених відповідно до Програми робіт з міждержавної стандартизації в 2013 році; викладено основні пропозиції та зауваження ПівденНІРО за проектами міждержавних стандартів*

*Ключові слова:* міждержавний стандарт, галузевий стандарт, технічний комітет стандартизації, рибна продукція, консерви

**YugNIRO participation in the work on interstate standardization. L. M. Esina.** *General issues, emerged during the analysis of 5 international standards drafts on fish products, developed in compliance with the Interstate Standards Programme in 2013, are considered. The main suggestions and recommendations on the drafts of the interstate standards are given.*

*Keywords:* interstate standard, industry standard, technical standardization committee, fish products, preserves

**В. В. Богомолова**, м.н.с., к.т.н., **С. Л. Козлова**, ст.н.с., к.т.н., **Н. Н. Кухарев**, ст.н.с.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИИРО)*

## **МИРОВЫЕ ЛИДЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА РЫБЫ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ**

*На основе материалов ФАО представлены данные по количеству и разнообразию стандартизированной рыбопродукции, а также показатели ее производства, экспорта и импорта мировыми государствами-лидерами в области рыболовства. Указаны основные страны-экспортеры и страны-импортеры гидробионтов и продуктов из них. Показано, что КНР в 2009 г. являлась мировым лидером по вылову, производству аквакультуры и стоимости экспорта рыботорговаров; Таиланд — одним из мировых лидеров по производству и экспорту консервов из тунца, продукции из ракообразных; Перу и Чили — производству и экспорту рыбной муки и рыбьего жира. Указаны отличительные особенности государств-лидеров: КНР, Индонезия, Индия и Вьетнам относятся к странам с развитой аквакультурой, значительная часть которой экспортируется. В Индии большая часть рыбной продукции представлена рыбой сушеной, соленой, копченой; Индонезия и Индия находятся среди мировых лидеров по производству мороженой продукции и консервов из ракообразных на экспорт; США и Япония являются крупнейшими в мире импортерами рыбопродукции; Испания входит в число мировых лидеров тунцового кошелькового промысла и известна высоким качеством своих консервов из тунцов. В Российской Федерации и Южной Корее около 80 % производства и экспорта приходится на долю свежей, охлажденной и мороженой рыбы; внутренний рынок Украины более чем на 75 % формируется из импортируемой рыбопродукции.*

*Ключевые слова:* ФАО, производство рыбопродукции, аквакультура, гидробионты, рыбные товары, рыбопродукция, страны-экспортеры, страны-импортеры

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рыба и рыбопродукты относятся к числу наиболее активно реализуемых продовольственных товаров во всем мире: в стоимостном выражении на их долю приходится около 10 % суммарного объема сельскохозяйственного экспорта и 1 % мировой товарной торговли. Доля общего объема рыбной продукции, экспортируемой в виде различных продовольственных и кормовых товаров, увеличилась с 25 % в 1976 г. до почти 38 % (57 млн. тонн) в 2010 г. За тот же период мировой объем торговли рыбой и рыбопродуктами существенно вырос и в стоимостном отношении — с 8 до 102 млрд. долл. США. Дальнейшему росту объемов международной торговли рыбой способствовали устойчивый спрос, политика либерализации торговли, глобализация цепочек поставки продовольствия и технологический прогресс. В 2009 г. под воздействием общего экономического кризиса объемы торговли сократились на 6 % по сравнению с 2008 г. вследствие снижения цен и нормы прибыли; при этом объемы торговли, выраженные в эквиваленте живого веса, выросли на 1 % и составили 55,7 млн. т. В 2010 г. объем торговли резко вырос и достиг почти 109 млрд. долл. США, что в сравнении с 2009 г. составило прирост 13 % в стоимостном выражении и 2 % — в объемном выражении. Разница между показателями стоимостного и объемного роста объясняется ростом цен на рыбу, наблюдавшимся в течение 2010 г., а также падением объемов производства рыбной муки и торговли ею.

В 2011 г., несмотря на нестабильность многих ведущих экономик мира, рост цен и активный спрос в развивающихся странах послужили стимулом для роста торговли в объемном и стоимостном выражении до рекордно высокого из ранее зарегистрированных уровней, и, хотя во втором полугодии наступило некоторое замедление, объем экспорта, согласно предварительным оценкам, превысил 125 млрд. долл. США [1].

В работе на основе статистики ФАО, других материалов и публикаций, на примере государств-лидеров в области рыболовства и аквакультуры выполнена ориентировочная оценка количества и разнообразия рыбных товаров, произведенных и реализованных в 2009 г. [2].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Количество и разнообразие произведенной рыбопродукции определялось на основе показателей статистики ФАО, опубликованных в 2013 г., которые представлены ФАО только по 2009 г.: «Commodities production and trade», разделов Production, Export, Import. Группировка товаров проводилась по «FAOSTAT group», «FAO major group». Эти показатели характеризуют производство рыботорговаров по странам, включая выловленных и выращенных в аквакультуре гидробионтов, а также импортированное сырье. Видовое разнообразие выловленной и выращенной рыбы и других гидробионтов определялось на основе следующих показателей: «Capture Production (1950—2011 гг.)» и «Aquaculture Production (1950—2011 гг.)».

Учитывая, что государства направляют в ФАО сведения о рыбопродукции, выработанной преимущественно индустриальным способом, с обязательным соблюдением стандартов, принятых в стране-экспортере и импортере, в работе приведены оценки разнообразия не всей рыбопродукции, которая вырабатывается в стране, а лишь стандартизированной, сведения о которой представлены в ФАО. Только такая рыбопродукция может экспортироваться и продаваться в современной индустриальной торговой системе (супермаркеты, торговые склады типа «Warehouse» и т.п.). В связи с тем, что в большинстве случаев экспортируемый ассортимент видов и групп рыбопродукции более широк по сравнению с продукцией для внутреннего потребления, для общей характеристики производства рыбопродукции использовались показатели статистики ФАО «Commodities by FAO major group». При использовании этого показателя учитывалось, что многие страны, заинтересованные в экспорте рыботорговаров, наибольшие технологические усилия направляют на разработки разнообразной экспортируемой продукции, стремясь расширить ассортимент, учесть требования внутреннего рынка заказчика.

В работе не были учтены те многочисленные виды рыбопродукции, которые вырабатываются странами на основе своих давних, традиционных технологий и предназначены для местного потребления, а также о которых не предоставляются сведения в базу данных ФАО. Например, в прибрежных странах азиатско-тихоокеанского региона к таковым относятся выращенные в карповых рыбах ленточные паразиты рыб, продукция из японского ферментированного карпа, идущая на приготовление традиционного суши («narezushi»), чукотско-эскимосское ферментированное мясо морских млекопитающих, многие земноводные, кишечнополостные, множество мелких моллюсков и ракообразных, «палоло» в Индии (нереисы сем. Nereidae) и пр.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Странами, у которых объем производства рыбопродукции в 2009 г. превысил 1 млн. т, являются (очередность — по убыванию объема продукции) КНР, Япония, Российская Федерация, Таиланд, Индонезия, США, Перу, Норвегия, Южная Корея, Чили, Индия, Испания и Вьетнам. На их долю приходится 74 % мирового производства рыбопродукции. Показатели производства, экспорта-импорта рыбопродукции государств-лидеров и Украины в 2009 г. приведены в таблице и на рис. 1.

На рис. 1 представлено распределение стран-лидеров по объему производства продукции из гидробионтов в 2009 г. Из него видно, что среди 13-ти мировых стран-лидеров по объему производства

Основные показатели производства, экспорта-импорта рыбопродукции  
государств-лидеров и Украины в 2009 г.

№ п/п	Страна	Вылов, тыс. т	Аква- культура, тыс. т	Экспорт			Импорт			Продукция, тыс. т
				тыс. т	млн долл. США	средняя стоимость экспорта, долл. США/ кг	тыс. т	млн долл. США	средняя стоимость импорта, долл. США/ кг	
1	КНР	15196	45279	2936	10473	3,6	3727	5103	1,4	13325
2	Япония	4197	1243	497	1629	3,3	2589	13509	5,2	4059
3	Российская Федерация	3832	117	1426	2325	1,6	1030	2006	1,9	3983
4	Таиланд	1871	1417	1733	6249	3,6	1586	2026	1,3	2634
5	Индонезия	5108	4712	841	2349	2,8	253	234	0,9	2439
6	США	4230	481	1316	4225	3,2	2360	13991	5,9	2152
7	Перу	6920	44	2214	2218	1,0	63	80	1,3	1984
8	Норвегия	2685	962	2581	7107	2,7	824	1190	1,4	1749
9	Южная Корея	1869	1332	619	1444	2,3	1179	2724	2,3	1387
10	Чили	3822	881	1430	3703	2,6	78	132	1,7	1365
11	Индия	4067	3799	689	2029	2,9	28	65	2,3	1348
12	Испания	920	267	1053	3178	3,0	1576	5930	3,8	1187
13	Вьетнам	2280	2590	825	4312	1,9	223	433	1,9	1165
14	Украина	221	24	60	60	1,0	451	544	1,2	40



Рис. 1 Распределение стран-лидеров по объему производства продукции из гидробионтов в 2009 г.

рыбопродукции в 2009 г. первое место принадлежит КНР, второе место разделяют Япония и Российская Федерация, третье место — Таиланд и Индонезия.

Представленные в таблице страны мы условно разделили на страны-экспортеры и страны-импортеры. К странам-экспортерам относятся *КНР, Норвегия, Таиланд, Индонезия, Чили, Перу, Вьетнам, Индия*. У стран-экспортеров основная либо значительная часть вылова и выращивания направляется на выработку продукции на экспорт, при этом стоимость экспорта рыботоров, за редким исключением (Перу), превышает импорт.

Страны-импортеры: *США, Япония, Испания, Южная Корея, Российская Федерация, Украина*. У таких стран в производстве рыбопродукции значительную (Япония, США), иногда основную долю (Испания, Украина) занимает импортное сырье, а объем и стоимость импортированных рыботоров находятся на уровне суммарного вылова и аквакультуры либо превышают его, а также существенно превышают экспорт и составляют значительную долю внутреннего рыбного рынка (у Украины в 2009 г. — около 75 %).

### Страны-экспортеры

*КНР.* Страна является мировым лидером по вылову (15,2 млн. т в 2009 г.), производству аквакультуры (45,3 млн. т в 2009 г.) и стоимости экспорта рыботоров (10,5 млрд. долл. США в 2009 г.). В 2009 г. КНР вырабатывал 46 основных видов и групп рыбопродукции и имел 132 экспортные позиции. Но статистика ФАО лишь частично отражает высокое разнообразие рыбопродукции, производимой в этой стране, которая всемирно известна своей исключительно богатой кухней, в том числе и множеством блюд из гидробионтов, среди которых рыба не всегда играет основную роль. Традиционная национальная продукция КНР практически не поддается учету, и КНР направляет в ФАО учетные данные лишь о той рыбопродукции, которая выработана индустриальным способом.

Ассортимент произведенной и экспортируемой рыбопродукции КНР приведен на рис. 2 и 3.

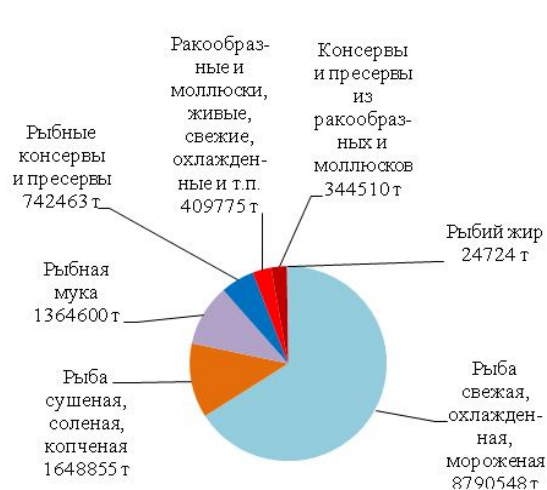


Рис. 2 Ассортимент рыбной продукции КНР в 2009 г.



Рис. 3 Ассортимент экспортируемой продукции КНР в 2009 г.

Относительно небольшой объем экспорта КНР и высокая стоимость экспортируемой рыбопродукции (2,9 млн. т, 10,5 млрд. долл. США в 2009 г.) показывают, что КНР производит на экспорт массовую рыбопродукцию средней или высокой ценовой категории по средней цене около 3,6 долл./кг. Основу экспорта КНР составляют рыботоры с высокой добавленной стоимостью — около 1 млн. т мороженого рыбного филе, 0,5 млн. т — консервы рыбные, из ракообразных и моллюсков, очищенные варено-мороженые креветки, а также 0,7 млн. т — мороженая неразделанная рыба, головоногие, ракообразные, мидии и другие моллюски, соленая рыба. Из сравнения объемов и видового состава уловов КНР и импортируемой продукции следует, что КНР значительную часть экспорта производит из недорогого импортируемого сырья — мороженой рыбы, преимущественно минтая, других тресковых рыб, ставриды, скумбрий, малых тунцов, тилапий, каракатиц и кальмаров, при средней стоимости сырья 1,4 долл./кг, а также из собственных уловов (сабля-рыба, ставриды, мидии, креветки и пр.) с традиционно низкой себестоимостью. Наиболее важной проблемой китайских экспортеров рыботоров является необходимость соблюдения стандартов и технологий переработки рыбопродукции для экспорта в развитые страны.

*Норвегия* — одна из немногих стран, рыбная промышленность которой практически полностью ориентирована на выработку экспортной продукции. Страна вылавливает и выращивает в сумме 3,6—3,8 млн. т гидробионтов, около 96—97 % которых перерабатывается на экспорт. В 2009 г. Норвегия выработала 74 вида общей продукции и экспортировала 161 позицию рыботоров. Основные виды рыбопродукции Норвегия вырабатывает из выловленных пелагических и демерсальных рыб — атлантической сельди, мойвы, атлантической скумбрии, атлантической трески, пикши, хека (их вылов в 2009 г. составил 1,9 млн. т), а также из лососей, которых в 2009 г. было выращено в аквакультуре около 863 тыс. т, из выращенных мидий (около 1,6 тыс. т). Из большей части лососей вырабатывается свежая или охлажденная продукция, из выловленной рыбы — в основном мороженая продукция

(рис. 4). Всего в 2009 г. Норвегия экспортировала 2,2 млн. т свежей, охлажденной и мороженой продукции — 85 % всего объема экспорта (рис. 5). Из трески, кроме мороженой продукции и филе, вырабатывается продукт традиционного норвежского экспорта в Европу — сушеная на камнях подсолонная треска («klipfish»). Часть улова идет на производство кормовой продукции — рыбной муки и рыбьего жира (173 тыс. т в 2009 г.), которая направляется на нужды норвежской аквакультуры.

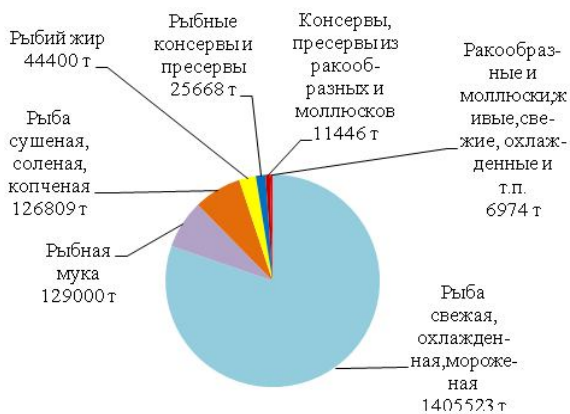


Рис. 4 Ассортимент рыбной продукции Норвегии в 2009 г.

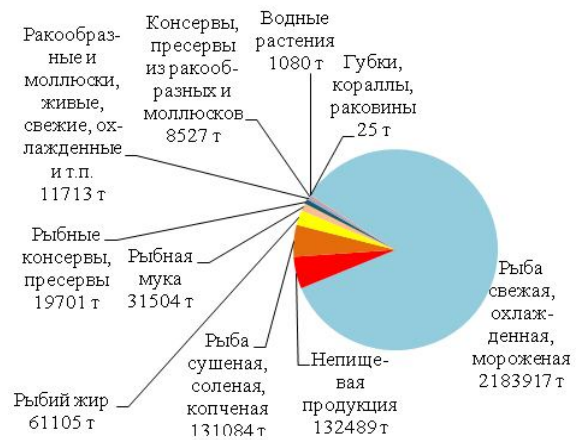


Рис. 5 Ассортимент экспортируемой продукции Норвегии в 2009 г.

Таиланд в 2009 г. выработал 48 видов общей и 173 вида экспортной рыбопродукции. Объем экспорта — 1,7 млн. т, стоимость — 6,2 млрд. долл. США (см. табл.). Большое разнообразие экспортной продукции свидетельствует о том, что экспорт носит многоадресный характер, то есть в число торговых партнеров Таиланда входит множество государств-импортеров с различными приоритетами в отношении тех или иных видов рыбопродукции.

Кроме собственного улова, в производстве экспортной рыбопродукции страны значительную роль играет импортируемое рыбное сырье. В 2009 г. Таиланд выловил 1,9 млн. т, импортировал 1,6 млн. т гидробионтов. Страна производит значительные по масштабам закупки недорогого импортируемого сырья — малых тунцов, выловленных кошельковым неводом и замороженных рассольным способом на промысле (905 тыс. т импортировано в 2009 г.) и других рыб (530 тыс. т) при средней стоимости импорта 1,3 долл./кг. Практически весь рыбный импорт, а также значительную часть собственного вылова Таиланд перерабатывает на продукцию с высокой добавленной стоимостью — разнообразные тунцовые и прочие рыбные консервы, консервы из ракообразных и моллюсков, сушеную и копченую продукцию, средняя стоимость экспорта которой составляет 3,6 долл./кг. Страна является одним из мировых лидеров по производству и экспорту консервов из тунца (755 тыс. т в 2009 г.), продукции из ракообразных (419 тыс. т в 2009 г.) (рис. 6, 7).

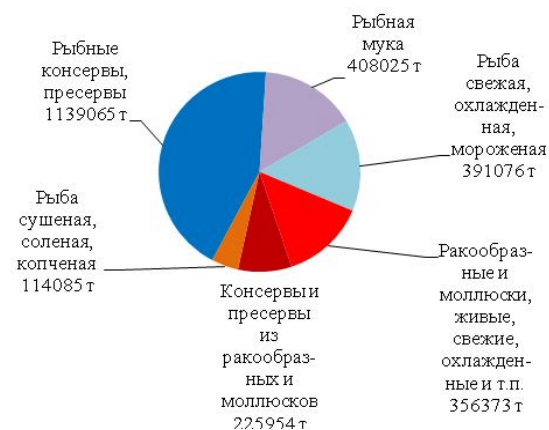


Рис. 6 Ассортимент рыбной продукции Таиланда в 2009 г.

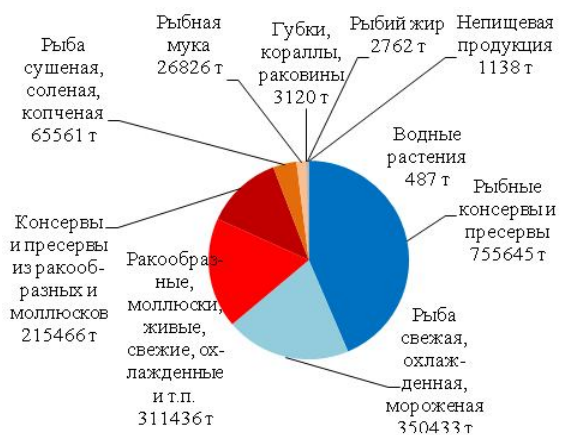


Рис. 7 Ассортимент экспортируемой продукции Таиланда в 2009 г.



*Индонезия* почти весь собственный вылов (5,1 млн. т в 2009 г.) и большую часть продукции аквакультуры (4,7 млн. т в 2009 г. — второе место в мире после КНР) направляет на внутреннее потребление. В 2009 г. страна выработала 39 наименований рыбопродукции и 108 наименований рыботоров на экспорт. Представленные в ФАО наименования основных видов и групп продукции, вырабатываемой в стране из гидробионтов, далеко не отражают высокое разнообразие традиционных способов их кулинарной обработки. Значительную часть вылова страны обеспечивает высокочисленный маломерный флот, ведущий прибрежный кустарный промысел. Большая часть прибрежного вылова реализуется в основном в свежем виде на внутреннем рынке для непосредственного потребления.

Небольшой объем и высокая средняя стоимость индонезийского экспорта (841 тыс. т, 2,8 долл./кг в 2009 г.) свидетельствуют о том, что на экспорт направляются гидробионты средней и высокой ценовой категории. Продукция на экспорт вырабатывается из уловов судов индустриального промысла, способных производить в море стандартную охлажденную или мороженую рыбопродукцию (тунцы), а также из креветок, выращенных в аквакультуре (рис. 8).

В своем регионе Индонезия располагает весьма значительным тунцеловным флотом, по количеству судов вторым после Тайваня, что обеспечивает ежегодный вылов около 1 млн. т тунцов и мечеобразных рыб. Поэтому основная экспортная продукция Индонезии — мороженые малые, желтоперые и длинноперые тунцы, а также макрели, рифовые окуни и прочие рыбы прибрежного тропического комплекса, сардинеллы, анчоусы (230 тыс. т), креветки (100 тыс. т), продукция из водных растений (94 тыс. т), тунцовые консервы (51 тыс. т). Заметную долю экспорта занимает соленая, сушеная и копченая продукция из рыбы, креветок и крабов (рис. 9).



Рис. 8 Ассортимент рыбной продукции Индонезии в 2009 г.

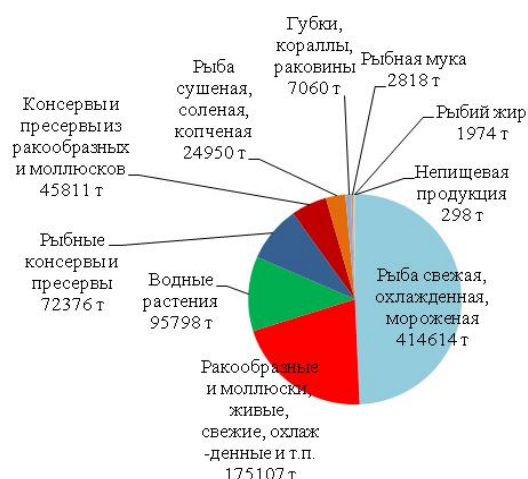


Рис. 9 Ассортимент экспортируемой продукции Индонезии в 2009 г.

*Чили.* В рыбной отрасли Чили основные направления переработки и состав вырабатываемой рыбопродукции фактически те же, что и в Перу. Отрасль ориентирована на экспорт, в 2009 г. было выработано 84 основных видов и групп рыбопродукции и 148 экспортных позиций рыботоров. Как и в Перу, большая часть вылова Чили (перуанская ставрида, арауканская сельдь, перуанский анчоус (общий вылов в 2009 г. составил 2,3 млн. т) направляется на выпуск кормовой продукции — рыбной муки и жира. Значительную часть этой продукции Чили использует для обеспечения работы собственной развитой аквакультуры. В 2009 г. было направлено на экспорт рыбной муки 612 тыс. т и рыбьего жира 80 тыс. т. Основную пищевую экспортную рыбопродукцию страна вырабатывает из лососей, выращенных в аквакультуре (390 тыс. т выращено в 2009 г.), мидий и других двустворчатых моллюсков (около 170 тыс. т выращено в 2009 г.).

В 2009 г. из выращенных лососей было произведено около 250 тыс. т продукции, в основном мороженой или в виде филе (рис. 10). Кроме того, в 2009 г. на экспорт было заморожено целиком или филетировано около 140 тыс. т ставриды, макруруса, хека (рис. 11).

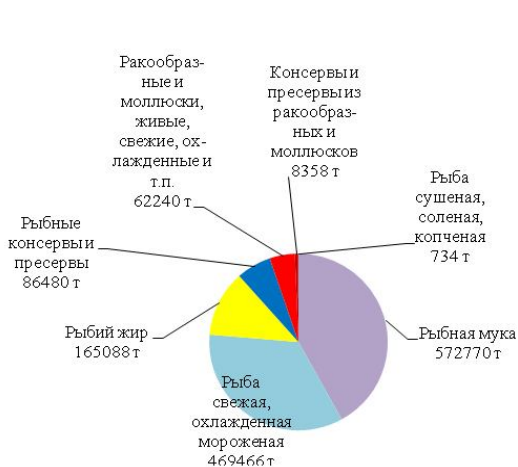


Рис. 10 Ассортимент рыбной продукции Чили в 2009 г.

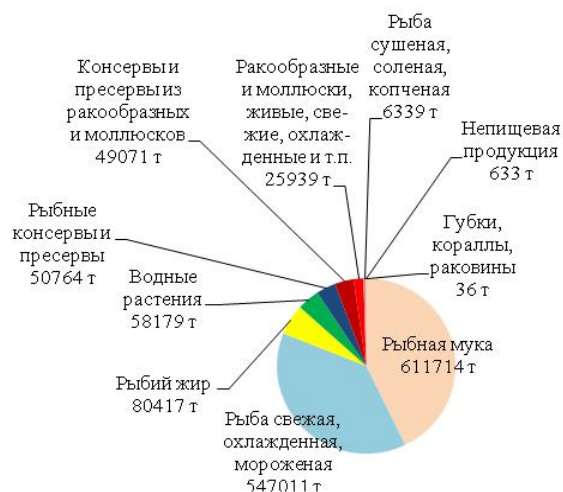


Рис. 11 Ассортимент экспортируемой продукции Чили в 2009 г.

Перу занимает второе место в мире по объему вылова (6,9 млн. т в 2009 г.), при этом около 85—90 % улова составляет перуанский анчоус. В 2009 г. в Перу было выработано 40 основных видов и групп рыбопродукции и 73 экспортные позиции рыботоров, экспортировано 2,2 млн. т рыбопродукции на сумму 2,2 млрд. долл. США (см. табл.). Ассортимент рыбопродукции Перу довольно низок (рис. 12). В 2009 г. практически весь вылов перуанского анчоуса (5,9 млн. т) и перуанской ставриды (0,7 млн. т) был традиционно направлен на выпуск кормовой продукции — рыбной муки и рыбьего жира, которые составляют основу производства рыботоров и основу экспорта рыбопродукции страны по объему и стоимости. На пищевые цели направляются другие объекты промысла — гигантский кальмар-дозидикус, хек, восточная скумбрия, а также морские гребешки и прочие двустворчатые моллюски (всего около 0,7 млн. т в 2009 г.). Перу экспортирует эти объекты с минимальным уровнем переработки в основном в виде мороженой рыбопродукции. В небольшом количестве выпускаются на экспорт консервы рыбные и из головоногих моллюсков (90 тыс. т в 2009 г.), составляющие около 4 % от общего объема продукции (рис. 13).

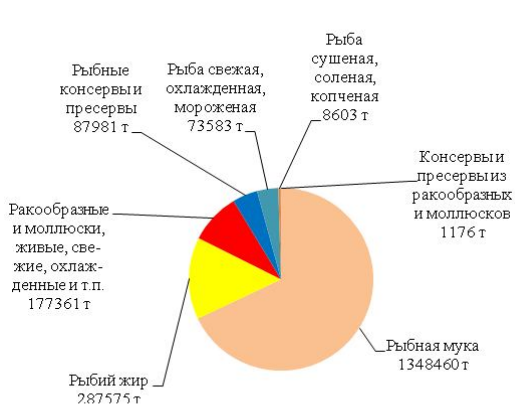


Рис. 12 Ассортимент рыбной продукции Перу в 2009 г.

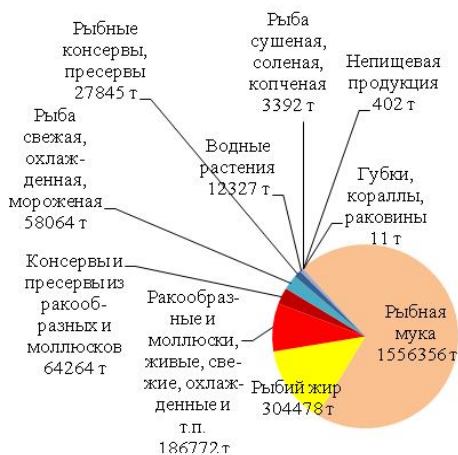


Рис. 13 Ассортимент экспортируемой продукции Перу в 2009 г.

Вьетнам относится к странам с развитой аквакультурой (2,6 млн. т в 2009 г.), уровень продукции которой превышает вылов (2,3 млн. т в 2009 г.) Приведенные в статистике ФАО, по состоянию на 2009 г., 15 групп общей рыбопродукции и 90 видов экспортной продукции в весьма малой степени характеризуют высочайшее разнообразие рыбопродуктов, которое вырабатывается в стране для внутреннего потребления. Хорошо известное во всем мире разнообразие вьетнамских способов переработки любых гидробионтов, ставшее основой и южнокитайской кухни, производство ферментированных рыбопродуктов — рыбных соусов с многолетней ферментацией (типа «Нюок Мам»), ферментированных иглокожих и т.п., не стандартизировано и не учитывается статистикой ФАО. Кроме того, особенность вьетнамской продукции из гидробионтов, вырабатываемой для внутреннего потребления, заключается в предварительной обязательной тепловой обработке, так как население Вьетнама практически не использует в пищу рыбопродукты без тепловой обработки, включая соленую и копченую продукцию.

Практически половина объема производства продукции из гидробионтов во Вьетнаме, согласно сгруппированным данным ФАО, принадлежит рыбе свежей, охлажденной, мороженой (54 %); значительная часть приходится на долю ракообразных и моллюсков живых, свежих, охлажденных (26 %) (рис. 14).

Большая часть рыбопродукции Вьетнама, предназначенной для экспорта, формируется из объектов аквакультуры, в основном, из пангасиуса, который выращивается в дельте Меконга интенсивным способом, то есть путем применения кормов, содержащих стимуляторы роста. Экспортируется продукция из креветок и других ракообразных. На экспорт в 2009 г. было выработано 350 т мороженой рыбы, в основном, филе пангасиуса, 192 тыс. т мороженых креветок, выращенных в аквакультуре (в основном тигровой креветки), охлажденные головоногие моллюски (122 тыс. т), консервы из моллюсков и ракообразных — 40 тыс. т (рис. 15).

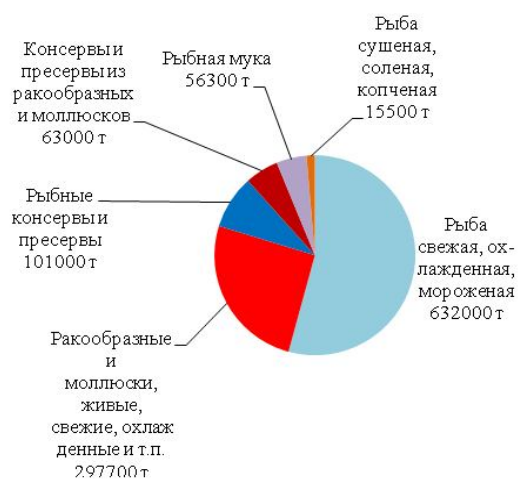


Рис. 14 Ассортимент рыбной продукции Вьетнама в 2009 г.

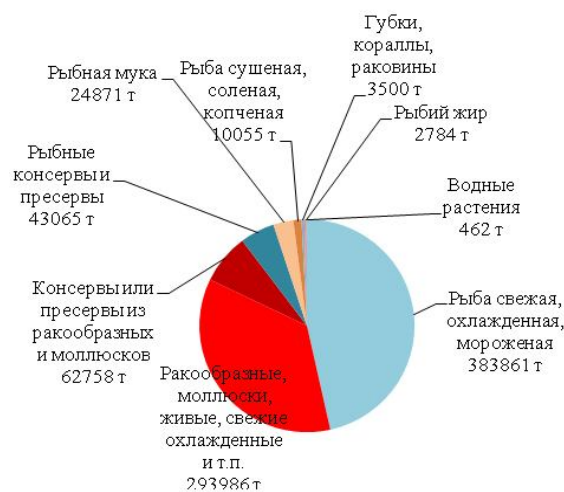


Рис. 15 Ассортимент экспортируемой продукции Вьетнама в 2009 г.

Индия. Страна вырабатывает на экспорт рыбопродукцию с довольно высокой добавленной стоимостью (средняя стоимость — 2,9 долл./кг). Производство продукции из гидробионтов в Индии отличается от рассмотренных выше стран тем, что большая часть рыбопереработки принадлежит рыбе сушеной, соленой, копченой (рис. 16).

Основой экспортной рыбопродукции страны является мороженая рыба — сабля-рыба, испанские макрели, тунцы (324 тыс. т в 2009 г.). Индия находится среди мировых лидеров по производству мороженой продукции и консервов из ракообразных на экспорт (163 тыс. т в 2009 г.) (рис. 17). Сырьем для выпуска этой продукции служат выловленные пенеидные креветки (439 тыс. т в 2009 г.). Значительную часть сырья для выпуска продукции из ракообразных (пенеидные и пресноводные креветки) Индия выращивает в аквакультуре (110 тыс. т в 2009 г.).

Как и в других прибрежных странах Азии, все разнообразие продукции из гидробионтов, вырабатываемое для внутреннего рынка Индии, не находит отражения в статистике ФАО. В исключительно разнообразной рыбной кухне Индии, в которой подача основных блюд сопровождается множеством традиционных мелких закусок, используется преимущественно свежая, соленая и копченая рыбопродукция.

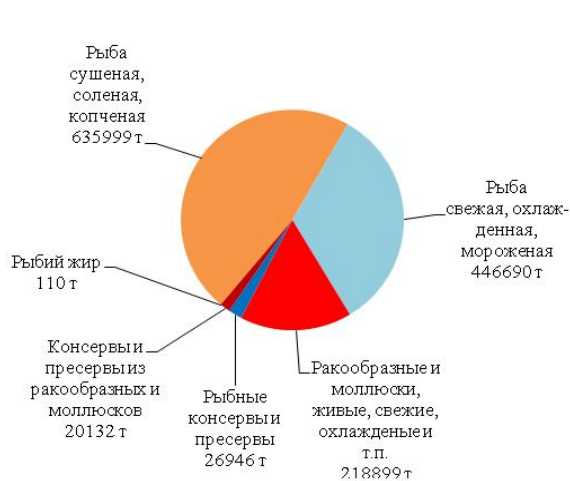


Рис. 16 Ассортимент рыбной продукции Индии в 2009 г.

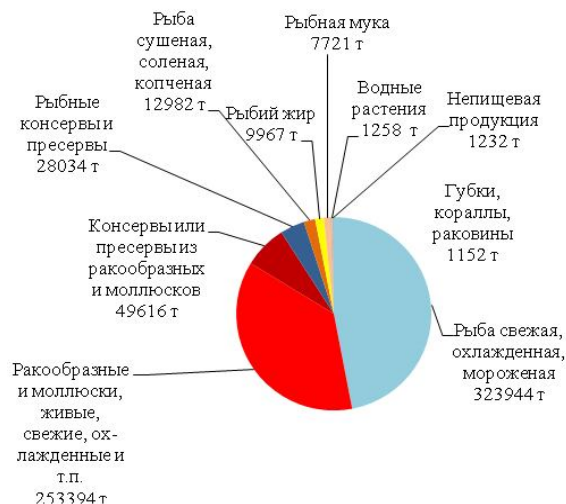


Рис. 17 Ассортимент экспортируемой продукции Индии в 2009 г.

### Страны-импортеры

**США.** Производство рыбопродукции в США ориентировано, в первую очередь, на внутренний рынок. Высокий и разнообразный потребительский спрос на рыботоровары во всех слоях и сообществах страны, огромная сеть этнических ресторанов и прочих заведений подобного общепита, крупнейшие из которых ориентируются на англосаксов и афроамериканцев, итальянцев, китайцев, евреев, мексиканцев и пуэрториканцев, развитая сеть торговли рыбопродукцией, большое разнообразие технологий переработки — все это сделало внутренний рынок США весьма привлекательным для импортеров. Потребление рыбопродуктов в стране часто связывают со здоровым образом жизни, с возможностью приобщиться к экзотическим кухням мира. Поэтому постоянно растущий спрос на рыбопродукцию, который не удастся удовлетворить за счет собственного вылова и аквакультуры, вынуждает США во все больших масштабах закупать высококачественную и дорогостоящую продукцию и сырье для последующей переработки. США вместе с Японией являются одними из двух крупнейших в мире импортеров рыбопродукции, показатели импорта которых практически совпадают.

В 2009 г. США, в дополнение к собственному вылову (4,2 млн. т) и продукции аквакультуры (481 тыс. т), импортировали еще 2,4 млн. т дорогостоящих рыбопродуктов и сырья на рекордную сумму 14 млрд. долл. США по средней цене 5,9 долл./кг (см. табл.).

В 2009 г. в стране было выработано 142 наименования рыботороваров и заявлено в ФАО 190 экспортных позиций. Из рыбопродукции в производстве США преобладает рыба свежая, охлажденная, мороженая (44 %) и рыбные консервы и пресервы (20 %) (рис. 18). Объем экспорта невелик (1,3 млн. т в 2009 г., средняя цена 3,2 долл./кг). Наиболее важные виды экспортируемой продукции — мороженая продукция. В первую очередь, это тихоокеанские лососи, минтай, другие тресковые и их филе, а также сурими, желтохвостая и другие камбалы, кальмары, филе палтуса и других рыб, омары, северная креветка и прочие ракообразные, консервы из тунца. Из кормовых видов рыбопродукции производится рыбная мука и рыбий жир, которые в США вырабатывают из сельди-менхедена и других сельдевых рыб (рис. 19).

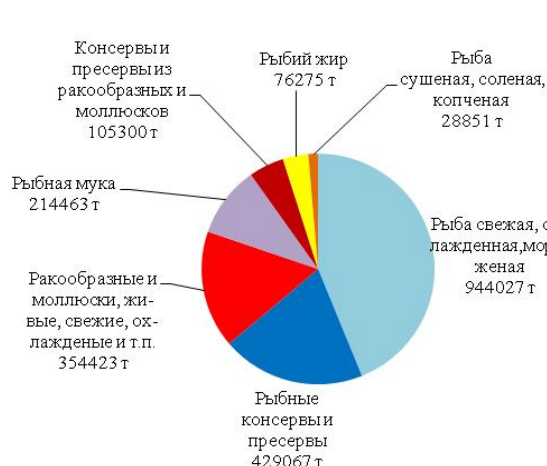


Рис. 18 Ассортимент рыбной продукции США в 2009 г.

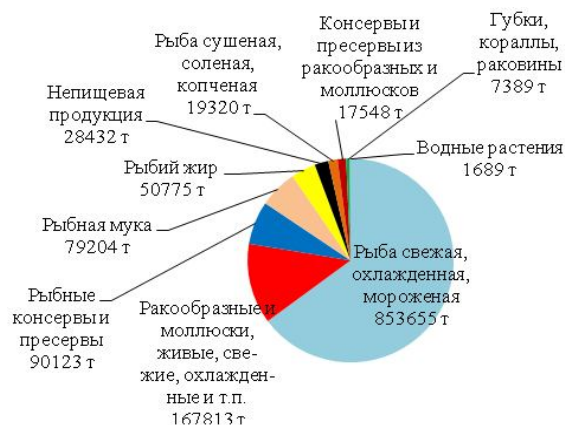


Рис. 19 Ассортимент экспортируемой продукции США в 2009 г.

*Япония.* Страна занимает ведущие позиции по общему потреблению рыбопродуктов и является, как и США, крупнейшим покупателем рыбных товаров. Производство рыбопродукции Японии практически полностью ориентировано на внутренний рынок. В 2009 г. Япония, кроме собственного вылова (4,2 млн. т) и аквакультуры (1,2 млн. т), для выпуска рыботоргов импортировала 2,6 млн. т дорогостоящей рыбопродукции на сумму 13,5 млрд. долл. США при средней стоимости 5,2 долл./кг, что находится на уровне показателей США.

В целом японская рыбная кухня, относящаяся к примитивным кухням мира, довольно бедна и однообразна. Значительная часть вылова страны и гидробионтов аквакультуры поставляется на внутренний рынок в живом виде для немедленного потребления, множество видов гидробионтов потребляется сырыми, без тепловой обработки. Поэтому внутренний рынок Японии предъявляет весьма высокие требования к качеству собственных и импортируемых гидробионтов, способам переработки. Например, крупные тунцы, выловленные японскими пелагическими ярусоловами (синий, желтоперый, большеглазый, длинноперый, южный синеперый тунцы, а также меч-рыба и марлины замораживаются на судах при температуре минус 60 °С для потребления в свежем виде (саши-ми). Сходные требования предъявляются и к экспортируемой продукции.

В 2009 г. Япония произвела 61 вид общей и 128 видов экспортной рыбопродукции. Ее состав существенно различается. В составе общей рыбопродукции, характеризующей внутреннее потребление, заметное место занимает традиционная для Японии продукция — «камабoko» (сурими) (около 500 тыс. т в 2009 г.). Значительная доля общей продукции (1 млн. т, около 25 % общей продукции) приходится на мороженую рыбу (восточная скумбрия и другие макрели, тунцы, сайра и пр.). Около 45 % общей продукции составляют рыбные консервы и пресервы, соленая, сушеная и копченая продукция — сардинеллы и сардинопсы, сайра, лососи, копченые сельди и пр. (рис. 20). Вырабатываются такие характерные для Японии рыбопродукты, как сушеные без соли морские угри и другие рыбы, ферментированные морские ежи, копченые головоногие моллюски и т.п.

В 2009 г. страна выработала 497 тыс. т экспортной продукции, ее основу (404 тыс. т, 81 %) составляли мороженые гидробионты — макрели, сайра, минтай, тихоокеанский лосось, тунцы, головоногие моллюски. Экспортировались свежие, охлажденные и консервированные моллюски и ракообразные, рыбные консервы (в сумме 76 тыс. т, 16 % экспорта) (рис. 21).

*Испания.* Как и у других стран-импортеров, производство рыбопродукции Испании ориентировано в основном на внутренний рынок. В 2009 г. для производства рыбопродукции использовался национальный вылов (920 тыс. т), продукция аквакультуры (267 тыс. т) и импорт, объем которого превысил суммарный вылов и выращивание (1576 тыс. т). Предъявляются высокие требования к качеству ввозимых рыботоргов, средняя цена импортируемой рыбопродукции в 2009 г. составила 3,8 долл./кг, общая стоимость импортируемых рыботоргов — 5,9 млрд. долл. США (см. табл.).



Рис. 20 Ассортимент рыбной продукции Японии в 2009 г.

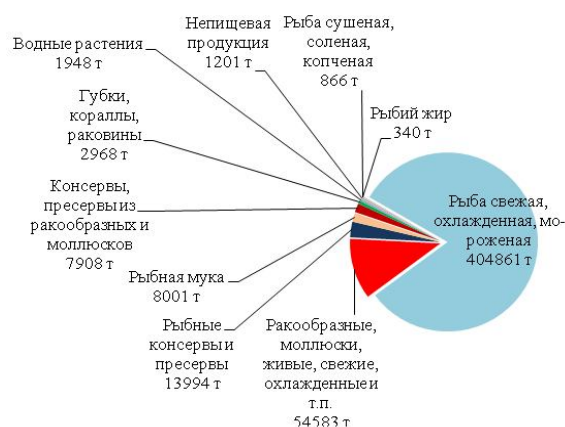


Рис. 21 Ассортимент экспортируемой продукции Японии в 2009 г.

В 2009 г. в стране было произведено 62 наименования рыбной продукции и 283 наименования экспортных рыбопродуктов, это наибольший экспортный ассортимент среди рассматриваемых стран. В указанном году экспортировано 1053 тыс. т рыбопродуктов на сумму 3,2 млрд. долл. США по средней цене 3,0 долл./кг.

Основные позиции производства рыбных товаров в 2009 г. в Испании, как и в США и Японии, принадлежали рыбе свежей, охлажденной, мороженой и рыбным консервам и пресервам (рис. 22). Основная экспортная рыбопродукция в 2009 г. — это мороженые гидробионты (656 тыс. т, 62 % экспорта): тунцы (преимущественно малый полосатый), скумбрии, сардинеллы и прочие рыбы, акулы и др. Произведено на экспорт 197 тыс. т (19 % экспорта) живых, свежих, охлажденных, мороженых головоногих и двустворчатых моллюсков, креветок и других ракообразных. Основу рыбоконсервной продукции Испании составляют консервы из тунца и европейской сардины (103 тыс. т, 10 % экспортируемой продукции). Испания входит в число мировых лидеров тунцевого кошелькового промысла и известна высоким качеством своих консервов, которые изготавливаются из малого, желтоперого и большеглазого тунцов, замороженных на судах рассольным способом. В пищевой продукции Испании важную роль играет добыча и переработка средиземноморской туалетной губки, по экспорту которой страна занимает первое место в мире (21 тыс. т в 2009 г., 2 % от объема экспорта) (рис. 23).

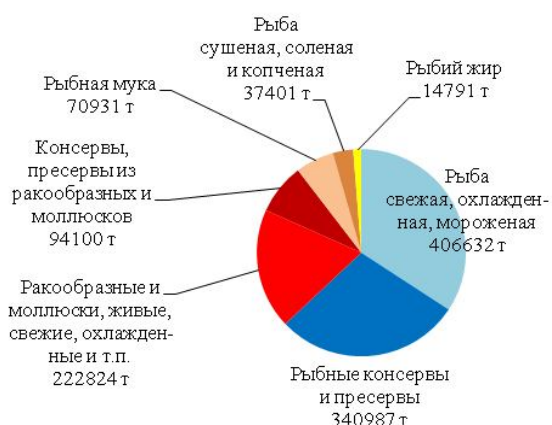


Рис. 22 Ассортимент рыбной продукции Испании в 2009 г.

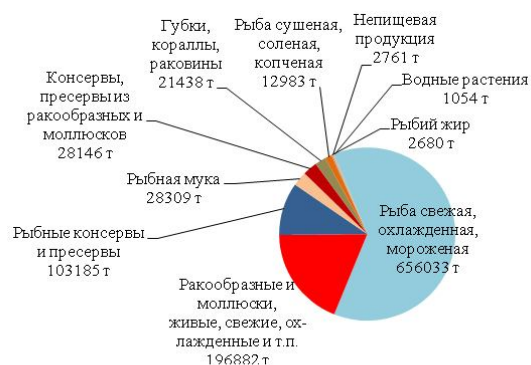


Рис. 23 Ассортимент экспортируемой продукции Испании в 2009 г.

**Южная Корея.** Рыбная продукция играет важную роль в традиционном меню корейцев, поэтому страна производит рыбопродукты преимущественно для внутреннего рынка, используя выловленное и выращенное сырье (1,9 млн. т вылов в 2009 г., 1,3 млн. т — аквакультура), а также импорт

(1,2 млн. т в 2009 г.). В 2009 г. в стране было произведено 619 тыс. т экспортных рыбопродуктов на сумму 1,4 млрд. долл. США по средней цене 2,3 долл./кг.

Рыбная продукция, поступающая на внутренний рынок Южной Кореи, по составу несколько отличается от экспортируемой, ее основу составляют замороженные тунцы и макрели, продукция из сурими, традиционная для Кореи продукция — сушеный минтай, соленые или отваренные в рассоле анчоусы, сушеные креветки и пр. (рис. 24).

В разделе экспортной продукции «Рыба свежая, охлажденная, мороженая» (64 % экспорта) преобладает замороженная продукция — минтай и продукция из него (сурими), а также горбыли, сайра, удильщики, макрели, океанские угри, осьминоги, крабы. Значительную долю экспортных товаров (140 тыс. т, 23 % экспорта в 2009 г.) занимает продукция из моллюсков (живая тихоокеанская гигантская устрица, мидии и другие двустворчатые), которые составляют 40 % всей продукции аквакультуры Южной Кореи. На экспорт вырабатывается продукция из ракообразных — очищенные, сушеные, соленые креветки и крабы (рис. 25).



Рис. 24 Ассортимент рыбной продукции Южной Кореи в 2009 г.



Рис. 25 Ассортимент экспортируемой продукции Южной Кореи в 2009 г.

*Российская Федерация.* Производство рыбопродукции в стране ориентировано преимущественно на внутренний рынок. В 2009 г. Российская Федерация выловила 3,8 млн. т, вырастила в аквакультуре 117 тыс. т гидробионтов, импортировала 1,0 млн. т, экспортировала 1,4 млн. т. рыбопродукции. В 2009 г. страна произвела 51 вид общей рыбопродукции и 103 вида продукции, предназначенной для экспорта. Потребительский спрос на рыбопродукцию в стране довольно велик, но, в соответствии с традициями, не требует особого разнообразия рыбопродуктов. Поэтому более 80 % общей рыбопродукции представлено преимущественно мороженой рыбой и другими гидробионтами, рыбным филе (рис. 26). В экспортной продукции доля мороженой рыбы достигает 92 % (рис. 27). Основные виды этой продукции — минтай (47 %), тихоокеанские лососи, треска, путассу и другие тресковые рыбы, атлантическая и тихоокеанская сельдь, ставриды, палтусы, северная креветка, дальневосточные крабы, мороженая печень и икра трески, минтая, красная икра. Продукция с добавленной стоимостью — мороженое филе минтая и других рыб, рыбные консервы и пресервы, консервы из ракообразных и моллюсков, соленая и копченая продукция составляет около 3 % всего объема экспортных рыбопродуктов.

В связи с тем, что основу экспорта составляет мороженое рыбное сырье — гидробионты и продукция из них с минимальной технологической переработкой, средняя стоимость экспортной продукции невелика — 1,6 долл./кг. Такая же рыбопродукция, поставленная на внутренний рынок, а также недорогое импортируемое рыбное сырье (средняя стоимость 1,9 долл./кг) реализуется, в основном, в замороженном виде, лишь около 18 % перерабатывается в традиционную для потребителей соленую и копченую продукцию, рыбные консервы и пресервы. Следует отметить, что состав вырабатываемой рыбопродукции Российской Федерации и технологии переработки за последние 20 лет существенно изменились. В 1989 г. в объеме общей рыбопродукции доля свежей, охлажденной,

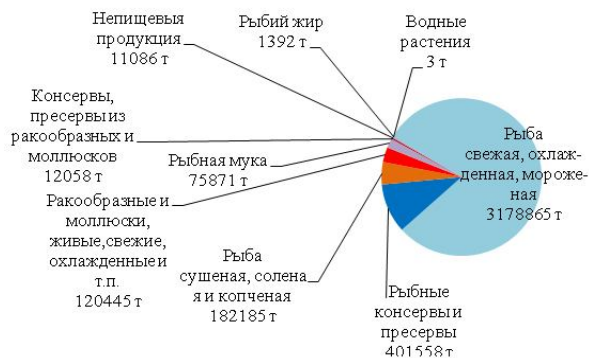


Рис. 26. Ассортимент рыбной продукции Российской Федерации в 2009 г.

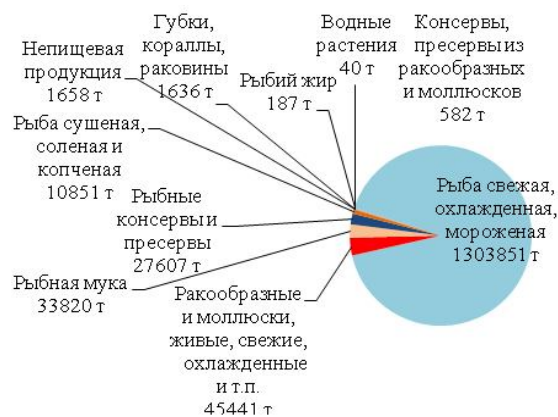


Рис. 27. Ассортимент экспортируемой продукции Российской Федерации в 2009 г.

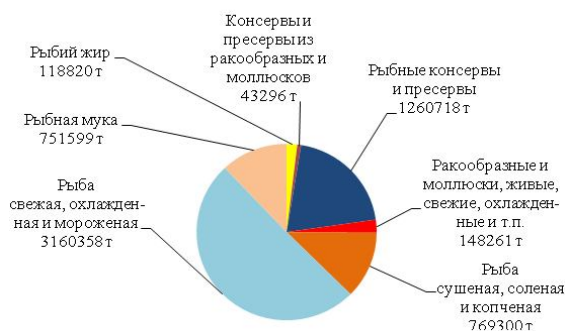


Рис. 28 Ассортимент рыбной продукции СССР в 1989 г.

мороженой рыбы составляла лишь 51 % (а не 80 % как в 2009 г.), около 35 % продукции приходилось на рыботоровары с высокой добавленной стоимостью, готовые к потреблению — рыбные консервы и пресервы, соленую, сушеную и копченую рыбопродукцию, большая часть которой вырабатывалась на промысле из свежего сырья и в широком ассортименте (рис. 28). Обеднение в составе рыбопродукции связано с общим кризисом в перерабатывающем секторе рыбной отрасли страны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ показателей статистики ФАО по объему производства рыбопродукции свидетельствует, что мировыми странами-лидерами в этой области в 2009 г. были КНР, Япония, Российская Федерация, Таиланд, Индонезия, США, Перу, Норвегия, Южная Корея, Чили, Индия, Испания и Вьетнам. Из всех стран мира КНР занимает лидирующие позиции по объемам производства продукции из гидробионтов (в частности, рыбной муки), вылова и аквакультуры. В ассортименте продукции из гидробионтов большую часть мирового производства составляет рыба мороженая (53 %), также значительная доля рыбы направляется на производство рыбной муки (12 %) и рыбы копченой, вяленой, соленой (11 %). Однако следует отметить, что в статистке ФАО представлена информация только о рыбопродукции, выработанной преимущественно индустриальным способом, с обязательным соблюдением стандартов, принятых в стране-экспортере и импортере. Так, в базе данных ФАО числится 992 наименования видов стандартизированных экспортных рыбопродуктов, которые используются ФАО для характеристики продукции, направляемой каким-либо государством на экспорт.

Объемы производства, импорта и экспорта продукции из гидробионтов показывают, что преимущественно большая часть стран-экспортеров — это развивающиеся государства, а страны-импортеры — это в основном развитые государства. То есть непосредственное производство рыботороваров (вылов и аквакультура) является сферой деятельности небогатых, развивающихся стран, а развитые государства могут себе позволить, кроме собственного производства рыбопродукции, приобретение ее значительных количеств и широкого ассортимента у развивающихся государств с дешевой рабочей силой. При этом развитые страны, за редким исключением (Украина), импортируют в основном переработанную рыбопродукцию, с высокой добавленной стоимостью, включая такие дорогостоящие виды рыботороваров, как ракообразные. При этом они не вкладывают дополнительных средств в развитие собственного промысла и аквакультуры.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. *Состояние рыболовства и аквакультуры 2012* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.fao.org](http://www.fao.org).
2. *FAO FISHSTAT Plus* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.fao.org](http://www.fao.org).

*Поступила в редакцию 17.02.2014 г.*

**Світові лідери виробництва риби і рибної продукції В. В. Богомолова, С. Л. Козлова, М. М. Кухарев.** *На основі матеріалів ФАО представлено дані за кількістю і різноманітністю стандартизованої рибопродукції, а також показники її виробництва, експорту та імпорту світовими державами-лідерами в галузі рибальства. Вказано основні країни-експортери та країни-імпортери гідробіонтів та продуктів із них. Показано, що КНР в 2009 р. була світовим лідером з вилову, виробництва аквакультури і вартості експорту риботоварів; Таїланд — одним зі світових лідерів з виробництва та експорту консервів з тунця, продукції з ракоподібних; Перу і Чилі — виробництва і експорту рибного борошна і риб'ячого жиру. Вказано відмінні особливості держав-лідерів: КНР, Індонезія, Індія і В'єтнам відносяться до країн із розвинутою аквакультурою, значна частина якої експортується. В Індії велика частина рибної продукції представлена рибою сушеною, солоною, копченою, Індонезія та Індія знаходяться серед світових лідерів з виробництва мороженої продукції та консервів із ракоподібних на експорт; США і Японія є найбільшими в світі імпортерами рибопродукції; Іспанія входить у число світових лідерів із кошільного промислу тунців і відома високою якістю своїх консервів із тунців. В Російській Федерації та Південній Кореї близько 80 % виробництва та експорту припадає на частку свіжої, охолодженої і мороженої риби; внутрішній ринок України більше ніж на 75 % формується з імпортованої рибопродукції.*

*Ключові слова:* ФАО, виробництво рибопродукції, аквакультура, гідробіонти, рибні товари, рибопродукція, країни-експортери, країни-імпортери

**World leaders in production of fish and fish products V. V. Bogomolova, S. L. Kozlova, N. N. Kukharev.** *Based on FAO reports, data on quantity and variety of standardized fish products are given as well as indicators of their production, export and import of countries that are world leaders in the field of fisheries. The main exporters and importers of aquatic organisms and their products were identified. It is shown that in 2009 China was the world leader in catching, aquaculture production and export value of fish products; Thailand was one of the world leaders in the production and export of canned tuna and products from crustaceans; Chile and Peru were leaders in production and export of fish meal and fish oil. Distinctive features of the leading countries were presented: China, Indonesia, India and Vietnam are among the countries with the developed aquaculture, a big amount of its products is exported. In India, most of the fish products are represented by dried, salted, and smoked fish; Indonesia and India are among the world leaders in production of frozen products and canned crustaceans for export; USA and Japan are the largest importers of fish products; Spain is among the world leaders of tuna purse seine fisheries, moreover, it is known for the high quality of its canned tuna. In the Russian Federation and South Korea about 80 % of production and export involve fresh, chilled and frozen fish; domestic market of Ukraine is presented by imported fish for over 75 %.*

*Keywords:* FAO, aquaculture, aquatic organisms, fish products, exporting countries, importing countries

Л. К. Пшеничнов, ст. н. с.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮЗНИРО)*

## ИСТОРИЯ НАЧАЛА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЮЖНОМ ОКЕАНЕ

*Первые три рейса СРТМ «Аэлита» в Субантарктику к островам Кергелен, Крозе, Херд ознаменовали начало рыбохозяйственного изучения и освоения Южного океана, одного из богатейших по биологической продуктивности регионов. Все работы в рейсах были героически сделаны людьми, несмотря на суровейшие условия Антарктики. В первых рейсах принимали участие ученые АзЧерНИРО и Югрыбпромразведки из Керчи и Одессы. На шельфах островов Кергелен и Крозе были открыты и обследованы богатейшие запасы ценных видов рыб. Вплоть до 1992 года проводились регулярные целевые исследования антарктических морей океанологами и биологами ЮЗНИРО и Югрыбпоиска. Собранный нашими учеными в Южном океане научный материал по своей уникальности и оригинальности не имеет аналогов в мире.*

Ключевые слова: Антарктика, Южный океан, рыбохозяйственные исследования

Еще относительно недавно воздействие человека на морские живые ресурсы Мирового океана носили локальный и кратковременный характер. Ситуация кардинально изменилась во второй половине прошлого века, когда резко возросла энерговооруженность деятельности человечества и одновременно численность населения. Возникла необходимость поиска новых продовольственных ресурсов. Закрытие для свободного рыболовства 200-мильных экономических зон в основных рыбопромысловых районах подвигнуло рыбаков искать новые доступные акватории. Этими акваториями оказались воды Антарктики, которые ранее использовались только для добычи морских млекопитающих: китов и тюленей.

Морская экосистема Антарктики (Южного океана) является одной из самых простых экосистем Мирового океана. Ее специфические черты: высокое содержание основных не лимитирующих фотосинтез биогенных веществ, постоянно низкие температуры и значительные сезонные колебания освещенности. Большинство элементов биоты — эндемики. Воспроизводство многих видов животных в Антарктике происходит медленно. Многие ученые в Южном океане выделяют несколько экосистем, по крайней мере, единодушно — две крупные экосистемы: северную (открытые антарктические воды) и южную (дрейфующие льды) [5]. В целом антарктическая экосистема (сообщество животных) недостаточно гибка к внешнему воздействию: сообщество связано простыми (короткими) пищевыми цепями консументов, в основе большинства которых лежат эвфаузиевые и веслоногие рачки [2-4].

Одним из основных пищевых объектов промысла в водах Антарктики является антарктический криль (*Euphausia superba*), биомасса которого оценивается в несколько миллиардов тонн, годовая продукция от 50 млн. тонн до 1 млрд. тонн [2, 10], а ежегодный вылов может достигать от 20 до 200 миллионов тонн без ущерба для процесса возобновляемости этого животного ресурса. Другие живые ресурсы криля менее доступны (кальмары, рыба) или легко подвержены истощению (киты, тюлени, некоторые виды рыб) [10].

Первые научно-промысловые исследования антарктического криля в Советском Союзе были проведены в море Скоша (Антарктическая часть Атлантического океана) в летний сезон Южного полушария в 1961—62 годах на судне АтлантНИРО «Муксун». Были проведены работы по изучению и

практическому освоению оптимальных орудий лова и их конструкции при промысле криля, по отработке техники и тактики лова и технологии переработки криля для пищевых и кормовых целей. Подобные исследования проводились в последующих экспедициях в море Скоша в 1965 году на судах «Орехово» и «Обнорск». Было использовано несколько различных способов тралений разноглубинными тралами различных, имеющихся на тот момент, модификаций тралов, и опробовано несколько способов подъема уловов криля на борт промыслового судна и передачи уловов на борт обрабатывающей базы [9, 13]. На основании начала промысловых операций на скоплениях антарктического криля в 1964 году в первом рейсе НИС «Академик Книпович» были выполнены специальные научные исследования в море Скоша [6]. Промысловые исследования антарктического криля в море Скоша были продолжены в 1967 году. СРТМ-1257 «Лангуст» был направлен для расширения гидроакустического поиска скоплений антарктического криля, для сбора материала по его биологии, поведению, условиям среды в потенциальных районах промысла криля и определения потенциальных возможностей его промысла [7].

30 лет назад, в 1967 году, рыболовное судно из Керчи с группой ученых биологов и океанологов впервые начало поисковые экспедиционные работы в Индоокеанском секторе Антарктики, до того времени посещаемом только китобоями. Стимулом для первой и последующих поисковых экспедиций послужили результаты интенсивных научно-исследовательских работ советских и иностранных ученых-биологов в Антарктике, начатых в период Международного Геофизического Года (1957—1958), включая огромное количество новых биологических данных, полученных из первых рейсов Советской антарктической экспедиции на дизель-электроходе «Обь» [1] и из Советских китобойных экспедиций (большой частью экспедиций «Советский Украины») (рис. 1—3), а также открытие больших скоплений и начало интенсивного промысла мраморной нототении у берегов острова Южная Георгия в Атлантическом океане.



Рис. 1 Китобаза «Советская Украина» и судно-китобоец в районе промысла в Антарктике (1968 год)

Традиционно, в соответствии с планами Министерства рыбного хозяйства СССР, научные и поисковые рыбохозяйственные организации Южного бассейна должны были заниматься работами в Индоокеанском секторе Мирового океана. До 1967 года в Антарктической части Индийского океана никто не проводил рыбохозяйственных исследований или поисковой деятельности, кроме китобоев. Первым судном, проводившим комплексные исследования и поисковые работы в Индоокеанском секторе Антарктики, был средний рыболовный траулер с красивым фантастическо-романтическим

названием «Аэлита» управления «Югрыбпромразведка» (рис. 4—10). Первая экспедиция навсегда войдет в анналы отечественной и мировой науки об Антарктике. Название судна увековечено в научном названии нового вида белокровной рыбы от островов Кергелен *Channichthys aelitae*, открытого и описанного ихтиологом ЮгНИРО Г. Шандиковым [11] (рис. 11). Первая экспедиция керченских ученых и рыбаков в Антарктику была экспедицией первооткрывателей, и в области рыбохозяйственного освоения океана ее можно сравнить с открытием Америки и Антарктиды в области географии. В честь нашего славного города-героя Керчи ихтиологами ЮгНИРО названы два вида рыб из Антарктики: *Channichthys bospori* и *Channichthys panticapei* [11, 12].



Рис. 2 Разделка кашалотов на палубе китобазы «Советская Украина» в районе промысла (1967 год)



Рис. 3 Разделка кита-горбача на палубе китобазы «Советская Украина» в районе промысла в Антарктике (1968 год)



Рис. 4 СРТМ «Аэли́та» у берега о. Кергелен, набор пресной воды в бухте Хоупфул (1968 год)



Рис. 5 СРТМ «Аэли́та» у берега о. Посессион (острова Крозе) (1969 год)



Рис. 6 СРТМ «Аэлита» у берега о. Посессион (острова Крозе) (1969 год)



Рис. 7 СРТМ «Аэлита» у берега о. Кергелен, набор пресной воды в бухте Хоупфул (1969 год)



Рис. 8 Палуба СРТМ «Аэлига» у берега о. Посессион (острова Крозе), ремонт орудий лова (1969 год)



Рис. 9 СРТМ «Аэлига» у берега о. Посессион (острова Крозе) (1969 год)



Рис. 10 СРТМ «Аэли́та» у берега о. Посессион (острова Крозе) (1969 год)

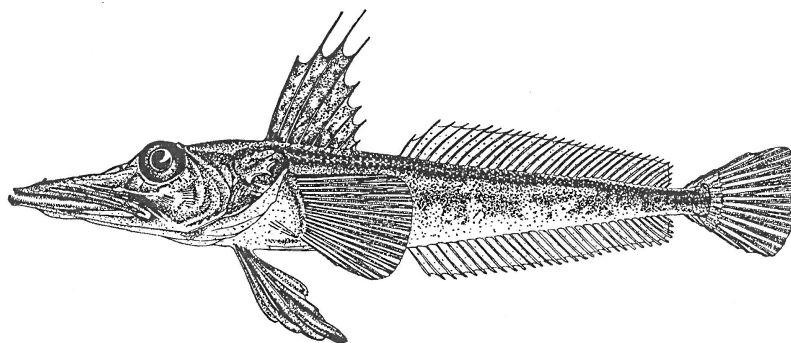


Рис. 11 Белокровная рыба *Channichthys aelitae* от островов Кергелен, получившая видовое название от судна «Аэли́та»



Рис. 12 Первое информационное сообщение «Для служебного пользования» о начале поисковых работ в Южном океане флотом объединения «Азчеррыба»

Первые три рейса СРТМ «Аэли́та» в Субантарктику к островам Кергелен, Крозе, Херд и к кромке льдов проводились в основном в летнее время Южного полушария и ознаменовали начало рыбохозяйственного изучения и освоения Южного океана, одного из богатейших по биологической продуктивности регионов. Все работы в рейсах были героически выполнены экипажем и членами научной группы, несмотря на суровейшие условия окружающей среды: жестокие и часто повторяющиеся штормы «неистовых» пятидесятых широт, почти постоянная низкая и густая облачность, практически сводящая на нет все усилия штурманов по астрономическому определению местонахождения судна, снежные заряды, низкая температура воды. И в то время информация обо всех исследованиях в Антарктике была строго конфиденциальна (рис. 12) [8].



Участниками первых трех антарктических экспедиций на судне «Аэлига» были научные сотрудники рыбохозяйственных учреждений Керчи и Одессы:

*Первый рейс* (сезон 1967—1968 гг.): Воля Г. С., Филиппенко В. Е., Орлов В. А., Карпенко А. И., Васильев А. А., Шилов В. Н.

*Второй рейс* (сезон 1968—1969 гг.): Тот В. С., Кононов Н. В., Карпенко А. И., Шилов В. Н., Дзвеляя А. Г.

*Третий рейс* (сезон 1969—1970 гг.): Шилов В. Н., Мейснер Э. Э., Джиганшин Г. Ф., Карпенко А. И. (рис. 13, 14).



Рис. 13 Экипаж СРТМ «Аэлига» на берегу о. Кергелен (7 марта 1970 года): слева направо Карпенко А. И., Запорожец Т. С., Кононов Н. В., Мейснер Э. Э., Зацерковный Н. П.



Рис. 14 На борту СРТМ «Аэлига» у берега о. Посессион (острова Крозе) (1969 год)

В первых экспедициях были поставлены следующие задачи: перспективная разведка китов; проведение исследований по биологии и распределению основных промысловых рыб; выявление промысловых возможностей обследованных районов; изучение основных факторов среды и ее влияние на распределение и поведение обнаруженных промысловых объектов. Всего в первых трех рейсах было пройдено: 34638, 31563 и 21427 миль, соответственно, с поисковыми, исследовательскими и промысловыми работами. Для выполнения меридиональных гидрологических разрезов по 50-му и 80-му меридианам Восточного полушария в декабре 1968 года были выполнены исследования в районе кромки льдов. Около тысячи миль судно продвигалось вдоль кромки льда, иногда углубляясь в скопления мелкобитого льда и ледовых полей на юг. Были выполнены уникальные для того времени исследования кромки льда в декабре, собраны образцы животных для музеев и институтов Советского Союза (рис. 15, 16).



Рис. 15 СРТМ «Аэлита», швартовка якорем к льдине, кромка льдов на 65-м градусе южной широты (декабрь 1968 год)



Рис. 16 СРТМ «Аэлита», пришвартованы к льдине для забоя экземпляра тюленя-крабоеда для музея ААНИИ (г. Ленинград) членами научной группы, кромка льдов на 65-м градусе южной широты (декабрь 1968 год)

Работая в суровейших условиях открытого Южного океана на небольшом судне, научные группы и экипаж выполнили поставленные задачи и достигли результатов, превышающих ожидаемые. На шельфах островов Кергелен и Крозе были открыты и обследованы богатейшие запасы ценных видов рыб (рис. 17). Уже в 1969 году, быстро отреагировав на рекомендации ученых, Керченское управление океанического рыболовства направило крупнотоннажное судно ППР «Ван Гог» для проведения экспериментального промысла мраморной нототении на шельфе островов Кергелен. Вылов этой ценной рыбы за 25 промысловых суток составил более 800 тонн.



Рис. 17 Один из первых уловов СРТМ «Аэлига» у берегов островов Крозе (1968 год).  
Улов донного трала 400 кг (мраморная и серая нототении, патагонский клыкач)

С тех пор и до настоящего времени воды Кергелена являются постоянным местом дислокации какой-то части рыболовного флота сначала Советского Союза, потом Украины, а в настоящее время — Франции. Менялись только акценты промысла: с мраморной нототении — на серую нототению и ледяную рыбу, далее — на ледяную рыбу и клыкача, а в последние 15 лет, из-за сложившихся экономических обстоятельств, рыболовные компании интересуют только патагонский клыкач.

Особым этапом в исследованиях биологических ресурсов и окружающей среды Антарктики стали регулярные экспедиции в прибрежные воды материка Антарктиды. Условия плавания в высокоширотных приматериковых морях относятся к высшей степени сложности. Ледяные поля и айсберги, летние туманы и зимняя тьма, жестокие ураганные ветры и низкие температуры воздуха и воды, способствующие обледенению судов и рыболовных снастей — все это в совокупности до определенного времени сдерживало широкомасштабные исследования вблизи материка. Появление новых (для того времени) и надежных во всех отношениях судов типа «Атлантик» позволило ученым проводить регулярные рейсы в суровые воды высокоширотных морей Антарктики.

В 1972 году состоялась первая целевая научно-исследовательская экспедиция на РТМА «Кара-Даг» и «Чатыр-Даг» в акватории морей Космонавтов, Содружества, Дейвиса, Моусона. Поставленные цели обнаружения и обследования промысловых скоплений антарктического криля были достигнуты. Отечественной рыбной промышленности был рекомендован новый район, где сосредоточены огромные запасы криля. В заливе Прюдс (море Содружества) в течении многих лет успешно работал криледобывающий флот (в основном бассейнового управления «Дальрыба»). В дальнейшем в этих же морях исследования экспедиции продолжило легендарное научно-исследовательское судно «Скиф». С 1974 по 1990 год «Скиф», практически без перерывов, ежегодно участвовал во всех комплексных высокоширотных антарктических экспедициях, организованных институтом

ЮгНИРО и Управлением «Югрыбпоиск». Навечно запечатлены на географической карте названия судов «Кара-Даг» и «Скиф» (рис. 18—20). Их именами названы обширные подводные поднятия (банки) Индоокеанского сектора Южного океана.



Рис. 18 РТМА «Кара-Даг» у берега о. Кергелен, набор пресной воды в бухте Хоупфул (1971 год)



Рис. 19 БМРТ «Скиф» у берега о. Кергелен, набор пресной воды в бухте Хоупфул (1970 год)



Рис. 20 БМРТ «Скиф» у берега о. Кергелен, набор пресной воды в бухте Хоупфул (1970 год)

Более двадцати лет наши ученые и поисковики проводили экспедиционные исследования в высокоширотных морях Антарктики. За это время было сделано большое количество научных открытий, собран огромный материал по биологии, океанологии и картографии региона, обнаружены, обследованы и рекомендованы промышленности участки шельфа Антарктиды и пришельфовой зоны с богатейшими запасами антарктического криля и ценных видов рыб (белокровки, трематома, антарктической сквамы, антарктической серебрянки). Определены перспективные для промыслового освоения районы и участки, где возможны большие, еще не тронутые человеком запасы антарктического клыкача, антарктического макруруса, кальмара.

Собранный нашими учеными в Антарктике научный материал по своей уникальности и оригинальности не имеет аналогов в мире. Количество собранного научного материала в нашем традиционном секторе Антарктики в несколько раз превышает таковой, имеющийся у всех других стран. Ценность этих материалов огромна в связи с неповторимостью сбора в настоящее время, удаленностью и труднодоступностью района сбора.

Навсегда будут записаны в историю исследований Антарктики имена участников первых антарктических рыбохозяйственных экспедиций: Шилов В. Н., Дзвеляя А. Г., Кононов Н. В., Карпенко А. И., Мейснер Э. Э., Тот В. С., Назаренко В. В., Краткий В. Е., Трудов И. П., Штыркин В. Н., Алехин В. И., Соловьев Б. С. и др.

Антарктика была и остается (особенно в настоящее время) самым труднодоступным и интересным для исследователей океана районом. Учеными ЮгНИРО описаны новые зоологические виды, собраны богатейшие коллекции, опубликовано большое количество научных работ в отечественных и иностранных научных журналах. Труды наших ученых известны во всем мире, а их открытия стали достоянием мировой науки. Наши специалисты, изучающие животный мир и окружающую среду Антарктики, были приглашены для работы в научно-исследовательские институты других стран, заинтересованных в изучении этого региона Мирового океана (Германии, Канады, Южной Африки, Аргентины). Антарктика для ЮгНИРО стала самым плодотворным на ученые степени регионом. Успешно защищены диссертации по планктону, бентосу, рыбам, морским млекопитающим и гидрологической среде обитания живых организмов Антарктики, по темам, имеющим непосред-

ственное отношение к рыбохозяйственным достижениям института в Южном океане: Асеев Ю. П., Бушуев С. Г., Герасимчук В. В., Кляусов А. В., Ланин В. И., Рубинштейн И. Г., Самышев Э. З., Танкевич П. Б., Шандиков Г. А., Юхов В. Л. В направлении изучения ихтиофауны Антарктики работают молодые ученые, пришедшие в институт в последние годы.

Отсутствие регулярных морских экспедиций в Южный океан в последние годы не позволяет нашим ученым продолжить начатые ранее исследования. В настоящее время, по мере возможности, проводится камеральная обработка и систематизация ранее собранных данных. В последние полтора десятилетия группа наших ученых принимала активное участие в нескольких украинских и немецких морских антарктических экспедициях. Ежегодные научные наблюдения на промысловых судах различных стран в рамках системы международного научного наблюдения Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) приносят нам немало новых данных и позволяют регулярно оценивать промысловые запасы и общее состояние экосистемы.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность Головерси Э. В., Кононову Н. В., Тот Л. Н., Юхову В. Л. за представленные для статьи фотографии из личных архивов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андрияшев А. П.* О биологических работах Советской антарктической экспедиции на дизель-электроходе «Обь» (1955—1958 гг.) / А. П. Андрияшев, К. А. Бродский, П. В. Ушаков // Бюллетень Советской Антарктической экспедиции. — 1958. — № 3. — С. 11—16.
2. *Воронина Н. М.* Исследования антарктической пелагиали: некоторые итоги и основные задачи / Н. М. Воронина // Пелагические экосистемы Южного океана. — М.: Наука, 1993. — С. 260—265.
3. *Воронина Н. М.* К исследованию трофической сети Антарктики / Н. М. Воронина // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования : тез. докладов II Всесоюзного совещания. — Керчь: ЮгНИРО, 1987. — С. 12—13.
4. *Воронина Н. М.* Распределение и биология массовых видов мезопланктона / Н. М. Воронина, Е. Г. Колосова, М. В. Флинт // Экосистемы субантарктической зоны Тихого океана. — М.: Наука, 1988. — С. 197—210.
5. *Корзун В. А.* Экологические проблемы Антарктики / В. А. Корзун. — М.: ВНИИЦ, 1989. — 142 с.
6. *Марти Ю. Ю.* Первый рейс исследовательского судна «Академик Книпович» в воды Антарктики / Ю. Ю. Марти // Океанология. — 1967. — Т. 7, вып. 3. — С. 539—543.
7. *Седов В. Н.* О результатах экспедиции на СРТМ-1257 «Лангуст» в районы Антарктики / В. Н. Седов // Атлантический океан. — Калининград, 1970. — Вып. 3. — С. 43—49.
8. *Тот В. С.* Краткое информационное сообщение о работе второй научно-поисковой экспедиции на СРТМ «АЭЛИТА» / В. С. Тот // Листок технической информации. — ЦБТИ «АЗЧЕРРЫБА», 1970. — № 13 (533). — 4 с.
9. *Туполев В. М.* Опытно-промысловый лов антарктического криля с СРТР «Орехово» и «Обнорск» / В. М. Туполев // Труды ВНИРО. — 1969. — Т. 66. — С. 284—294.
10. *Федорова З.* Промысловые ресурсы Антарктики / З. Федорова // Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. Экспресс-информация. — 1979 — Вып. 7. — С. 1—2.
11. *Шандиков Г. А.* К вопросу о видовом составе белокровных рыб рода *Channichthys* (Channichthyidae, Notothenioidei) в районе островов Кергелен с описанием трех новых видов / Г. А. Шандиков // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 1995. — Специальный выпуск № 2. — 16 с.
12. *Шандиков Г. А.* Новый вид белокровной рыбы *Channichthys panticapei* sp.n. (Channichthyidae, Notothenioidei) от острова Кергелен (Антарктика) / Г. А. Шандиков // Труды ЮгНИРО. — Керчь: ЮгНИРО, 1995. — Специальный выпуск № 1. — 8 с.
13. *Эльдаров А. Л.* Развитие отечественного промысла криля / А. Л. Эльдаров // Промышленное рыболовство. Экспресс-информация. — 1978. — Вып. 1. — С. 12—17.

Поступила в редакцию 27.03.2014 г.

**Історія початку рибогосподарських досліджень у Південному океані. Л. К. Пшеничнов.** *Перші три рейси СРТМ «Аеліта» до Субантарктики до островів Кергелен, Крозе, Херд відзначили початок рибогосподарського вивчення й освоєння Південного океану, одного з найбагатших на біологічну продуктивність регіонів. Всі роботи в рейсах були героїчно виконані людьми, незважаючи на суворі умови Антарктики. В перших рейсах приймали участь вчені АзЧорНІРО і Південпромрозвідки з Керчі й Одеси. На шельфах островів Кергелен і Крозе були відкриті та обстежені багатющі запаси цінних видів риб. До 1992 року проводилися регулярні цільові дослідження антарктичних морів океанологами і біологами ПівденНІРО і Південрибношуку. Зібраний вченими в Південному океані матеріал за своєю унікальністю і оригінальністю не має аналогів у світі.*

*Ключові слова:* Антарктика, Південний океан, рибогосподарські дослідження

**History of initial fishery research in the Southern Ocean. L. K. Pshenichnov.** *The beginning of fisheries development and consequent study of the Southern Ocean is reviewed. Participation of the scientists from AzCherNIRO (previous name of YugNIRO, Kerch) and Yugpromrazvedka (the Southern Fisheries Exploration Agency) is marked for the first three expeditions. Abundant stocks of valuable fish species were explored and studied on the shelves of the Kerguelen and Crozet Islands. Up to 1992, periodic target research of the Antarctic seas was carried out by the oceanologists and biologists of YugNIRO and Yugrybpoisk (the Southern Fisheries Investigation Agency). Originality of the material collected is emphasized.*

*Keywords:* the Antarctic, the Southern Ocean, fisheries research

**S. Smirnov**, divisional manager

*Southern Scientific Research Institute of Marine Fishery and Oceanography (YugNIRO)*

## **COMPARING FREE SOFTWARE FOR SPATIAL DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS**

*Three popular freeware spatial Database Management Systems (PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite, MySQL) are briefly compared. Recommendations for choosing between them in relation to the peculiarities of the assigned task are given. The most popular free GIS software applications compatible with the described database management systems are mentioned.*

*Keywords:* free software, database, spatial data, GIS

### **INTRODUCTION — BASIC TERMS**

Free software is computer software that is distributed along with its source code, and is released under terms that guarantee users freedom to study, adapt/modify, and distribute the software. Free software is often developed cooperatively by volunteer computer programmers as part of an open-source software development project [2].

A spatial database is a database, optimized to store and query the data that represent objects defined in a geometric space. Most spatial databases allow representing simple geometric objects such as points, lines and polygons. Some spatial databases handle more complex structures such as 3D objects, topological coverages, linear networks, and triangulated irregular networks (TINs) [5].

Database management systems (DBMSs) are specially designed applications that interact with the user, other applications, and the database itself to capture and analyze data. A general-purpose database management system (DBMS) is a software system designed to allow the definition, creation, querying, update, and administration of databases [1].

### **SPATIALITE**

SpatiaLite is a spatial extension to SQLite database core in order to get a fully functional Spatial DBMS, really simple and lightweight [6].

SpatiaLite is not based on client-server architecture: a complete database is simply an ordinary file, which can be freely copied and transferred from one computer/OS to a different one without any special precaution.

### **MYSQL**

MySQL is the world's most widely used (as of July 2013) open-source database management system that runs as a server providing multi-user access to a number of databases [3].

MySQL is a popular choice of database for use in web applications. Free software projects that require a full-featured database management system often use MySQL.

For commercial use, several paid editions are available.



## POSTGRESQL/POSTGIS

PostgreSQL is the world's most advanced open source database. It has more than 15 years of active development and a proven architecture that has earned it a strong reputation for reliability, data integrity, and correctness [4].

PostGIS is a spatial database extender for PostgreSQL. It adds support for geographic objects.

See table 1 for technical details of the mentioned spatial database management systems.

Table 1

Comparing Free Spatial Database Management Systems

Features \ DBMS	Spatialite	MySQL	PostgreSQL\PostGIS
<b>Maintenance complexity</b> (installation, development, administration)	Low	Medium	Medium
<b>Spatial Abilities</b> (storing and processing)	Medium	Medium	High
<b>Licensing</b>	Free (MPL GPL LGPL)	Free (GNU GPL) for non-commercial use, proprietary license for commercial use	Free (FLOSS: BSD for PostgreSQL, GPL for PostGIS)
<b>Free GUI Tools</b>	SQLite Browser, SQLite Administrator	MySQL Workbench	pgAdmin
<b>Resume</b>	Good solution for local geodatabase	Suitable for non-commercial projects	The most advanced and very popular free spatial DBMS

Free GIS Software that supports spatial database management systems is listed in table 2.

Table 2

Free GIS software that supports spatial DBMSs

GIS Software / DBMS	Spatialite	MySQL	PostgreSQL\PostGIS
GvSIG	No	Yes	Yes
Kosmo	No	Yes	Yes
Quantum GIS	Yes	No	Yes
MapWindow GIS	Yes	No	Yes
uDIG	No	Yes	Yes

At present moment the most promising and functional free GIS applications are:

- GvSIG and Kosmo (they are closely related projects);
- Quantum GIS.

## CONCLUSION

For simple local geodatabase Spatialite is recommended. Certainly, it is also possible to use client-server DBMS for this purpose.

When choosing client-server spatial DBMS between MySQL and PostgreSQL — the last one (PostgreSQL/PostGIS) is preferred.

Recommended free GIS software are Quantum GIS, GvSIG, Kosmo.

## REFERENCES

1. *Database* — Wikipedia, the free encyclopedia. [Electronic resource]. — URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Database>.
2. *Free software* — Wikipedia, the free encyclopedia. [Electronic resource]. — URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Free\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Free_software).
3. *MySQL* — Wikipedia, the free encyclopedia. [Electronic resource]. — URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>
4. *PostgreSQL*. [Electronic resource]. — URL: <http://www.postgresql.org/>
5. *Spatial database* — Wikipedia, the free encyclopedia. [Electronic resource]. — URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial\\_database](http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database).
6. *The Gaia-SINS federated projects home-page*. [Electronic resource]. — URL: <http://www.gaia-gis.it/gaia-sins/>

*Поступила в редакцию 27.02.2014 г.*

**Сравнение свободного программного обеспечения для систем управления базами пространственных данных.** С. С. Смирнов. *Приводится краткое сравнение трёх популярных свободных систем управления базами пространственных данных (PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite, MySQL). Даются рекомендации по выбору между ними в зависимости от особенностей поставленной задачи. Также упоминаются наиболее популярные свободные ГИС-приложения, совместимые с описанными системами управления базами данных.*

*Ключевые слова:* свободное программное обеспечение, база данных, пространственные данные, ГИС

**Порівняння вільного програмного забезпечення для систем керування базами просторових даних.** С. С. Смірнов. *Представлено стисле порівняння трьох популярних вільних систем керування базами просторових даних (PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite, MySQL). Дуються рекомендації з вибору між ними в залежності від особливостей поставленої задачі. Також згадуються найбільш популярні вільні ГІС-застосунки, сумісні з описаними системами управління базами даних.*

*Ключові слова:* вільне програмне забезпечення, база даних, просторові дані, ГІС

**БОРИС ГРИГОРЬЕВИЧ ТРОЦЕНКО**  
**(24.09.1954—17.02.2014)**



17 февраля 2014 года скоропостижно скончался Борис Григорьевич Троценко — один из ведущих отечественных океанологов, заместитель директора по научным вопросам Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), кандидат географических наук, старший научный сотрудник, член редколлегии сборника «Трудов ЮгНИРО».

В 1971 году он пришел в Институт еще до поступления в высшее учебное заведение, его зачислили на должность препаратора. После окончания Ленинградского гидрометеорологического института (ЛГМИ) в 1977 году Борис Григорьевич пришел в Югрыбпромразведку уже в качестве техника НИСа, а в АзЧерНИРО вернулся позже, в 1980 году, в должности инженера-гидролога в Лабораторию промысловой океанографии Мирового океана. Принимал участие в изучении антропогенного воздействия на воды Азово-Черноморского бассейна. Б. Г. Троценко получил свой первый морской экспедиционный опыт в Индийском океане, где участвовал в научной экспедиции близ о. Маврикий. В Лаборатории он очень быстро стал высокопрофессиональным океанологом и одним из самых опытных исследователей Института. Областью его интересов стали особенности гидроструктуры промысловых районов и анализ океанографических полей и водных масс.

В аспирантуру при ЛГМИ он поступил в 1985 году, предметом его исследований стала гидроструктура северо-западного шельфа Черного моря, а также прогнозирование скоплений промысловых объектов.

В 1990 году, в связи с реорганизацией института, Б. Г. Троценко возглавил Лабораторию промысловой океанографии, а также стал заместителем начальника отдела океанологии. В этой лаборатории, самой многочисленной в институте, заведующий не только создавал удивительный научный микроклимат, но и в труднейшие для Института годы находил возможности дополнительной поддержки сотрудников посредством участия в крупнейших международных проектах по электронной обработке и комплектации океанологических данных. Уделяя внимание международной работе, он не отходил и от главных фундаментальных задач, на которых основывалась деятельность институ-

та. Плодотворно работал в области изучения разномасштабной изменчивости структуры и циркуляции вод, демонстрируя их значение в рыбопромысловом прогнозировании в различных районах Индийского и Атлантического океанов. Большая часть сотрудников, работавших в то время в Лаборатории под руководством Б. Г. Троценко, — это в настоящее время ведущие ученые Канады, США, Франции и других стран; они впитали его многочисленные научные идеи, его опыт, его полевую школу. Для многих студентов он стал научным руководителем диссертации.

Борис Григорьевич был настоящим человеком науки, человеком широчайших научных интересов, удивительного интеллекта и поистине энциклопедических знаний. Он владел и легко распоряжался разносторонней информацией, с удовольствием делился новыми идеями. Неутомимый путешественник, он участвовал в десятках морских экспедиций Института, работал практически во всех районах Мирового океана (Южный, Атлантический, Индийский океаны) в должностях от инженера-гидролога до начальника экспедиции.

Борис Григорьевич был очень активным членом Редколлегии ежегодного сборника научных статей «Труды ЮгНИРО», много печатался сам и призывал молодых ученых к публикации своих научных работ. Результаты научных исследований Б. Г. Троценко опубликованы в более чем 120 статьях и 6 монографиях. Он был строгим рецензентом в различных отечественных и зарубежных научных журналах, часто его отзывы и характеристика рецензируемых работ становились отдельными статьями.

Более 30 лет Троценко занимался научной и научно-организационной деятельностью в ЮгНИРО. Нельзя не упомянуть, что у многих молодых специалистов ЮгНИРО имя Б. Г. Троценко неразрывно связано с международной деятельностью. С 2004 года, в связи со смертью И. И. Серобабы, Борис Григорьевич был назначен на должность заместителя директора по научной работе; пробыв на этой должности почти 10 лет, он не только продолжил дело Ивана Ивановича, но и создал свою мощнейшую сеть иностранных партнеров, с которыми участвовал в различных проектах по обмену данными и опытом. Договора, заключенные Б. Г. Троценко, сделали ЮгНИРО признанным научным учреждением в таких организациях, как ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), МОК (Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО), МООД (Международный обмен океанографическими данными и информацией ЮНЕСКО), Мировой банк океанографической информации (США).

Борис Григорьевич был чрезвычайно открытым и искренним человеком, с огромным обаянием, вкусом, тактом и чувством юмора. Он в буквальном смысле любил жизнь и знал в ней толк. Он был непревзойденный знаток истории и музыки, талантливый конструктор, искусный знаток кухни разных народов мира, а также любитель Природы. Он постоянно искал новую информацию, впитывал ее в себя за секунды и всегда находил ей достойное применение в своей работе. К нему всегда можно было обратиться с любым вопросом — научным, жизненным или личным — и получить ответ не только исчерпывающий и логичный, но и предельно тактичный, он умел сопереживать и всегда боялся, что может ранить чьи-то чувства. Он был патриотом науки, патриотом океанологии, патриотом ЮгНИРО, в котором провел всю свою жизнь, преданным другом для тех, кто его окружал.

Уход из жизни Бориса Григорьевича Троценко — огромная потеря для отечественной морской науки, нашего Института, для его коллег в Украине и за ее пределами. Это тяжелейшая утрата для его друзей и родственников.

*Коллеги и друзья*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Петренко О. А., Солодовников А. А., Троценко Б. Г.</b> Основные итоги, проблемы деятельности ЮгНИРО в 2013 году .....	4
<b>Lomakin P. D., Trotsenko B. G., Chepyzhenko A. I., Chepyzhenko A. A.</b> Hydrophysical conditions, the total suspended matter field and biological pollution estimation of the Kerch Strait waters in September 2011 following Ukrainian-Russian expedition .....	11
<b>Кочергин А. Т.</b> Прогноз гидрометеорологических условий в некоторых промысловых районах Мирового океана на 2015 .....	21
<b>Shlyakhov V.</b> Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot <i>Psetta maxima maeotica</i> (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea .....	24
<b>Брянцев В. А.</b> К перспективе успешности промысла черноморского шпрота .....	46
<b>Балыкин П. А.</b> Уровень промысловой смертности рыб Азовского моря .....	49
<b>Стафикопуло А. М.</b> Применение электрического света для повышения эффективности промысла в Азовском море .....	54
<b>Милованов А. И.</b> Распределение и биология бычка-песочник <i>Neogobius fluviialis</i> , Pallas (Gobiidae, Perciformes) в Керченском проливе в 2011—2013 гг. ....	64
<b>Замятина Е. А.</b> Находка личинок процессы съедобной ( <i>Processa edulis</i> Risso, 1816) в планктоне северо-западной части Каркинитского залива .....	71
<b>Авдеева Т. М., Заремба Н. Б., Жугайло С. С., Загайная О. Б., Аджимуеров С. Н.</b> Экологическое состояние прибрежной акватории Керченской бухты .....	74
<b>Евченко О. В.</b> Характеристика многолетних изменений бентоса в зоне деятельности Мариупольского торгового порта .....	81
<b>Парамонов В. В.</b> Связь гидрометеорологических факторов Северной Атлантики и промысловых показателей при промысле морского окуня <i>Sebastes mentella</i> с общепланетарными, космическими и атмосферными индексами .....	87
<b>Парамонов В. В.</b> Гидрометеорологические условия Северной Атлантики и их влияние на промысел морского окуня <i>Sebastes mentella</i> .....	92
<b>Кухарев Н. Н., Корзун Ю. В., Ребик С. Т., Жук Н. Н.</b> Современный промысел антарктического криля .....	105
<b>Корзун Ю. В., Ребик С. Т., Козлова С. Л., Богомолова В. В., Жук Н. Н.</b> Перспективные направления переработки антарктического криля .....	131
<b>Опекунова А. А., Булли Л. И.</b> Влияние морских микроводорослей на рост и развитие личинок черноморского калкана .....	149
<b>Есина Л. М.</b> Участие ЮгНИРО в работе по межгосударственной стандартизации .....	157
<b>Богомолова В. В., Козлова С. Л., Кухарев Н. Н.</b> Мировые лидеры производства рыбы и рыбной продукции .....	164
<b>Пшеничнов Л. К.</b> История начала рыбохозяйственных исследований в Южном океане .....	178
<b>Smirnov S.</b> Comparing Free Software for Spatial Database Management Systems .....	192
<b>Борис Григорьевич Троценко (24.09.1954—17.02.2014)</b> .....	195

## CONTENTS

<b>Petrenko O. A., Solodovnikov A. A., Trotsenko B. G.</b> Main outcomes of YugNIRO activities in 2013. ....	4
<b>Lomakin P. D., Trotsenko B. G., Chepyzhenko A. I., Chepyzhenko A. A.</b> Hydrophysical conditions, the total suspended matter field and biological pollution estimation of the Kerch Strait waters in September 2011 following Ukrainian-Russian expedition .....	11
<b>Kochergin A. T.</b> Forecast of hydrometeorological conditions in some fishing areas of the World Ocean for 2015 .....	21
<b>Shlyakhov V.</b> Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot <i>Psetta maxima maeotica</i> (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea .....	24
<b>Bryantsev V. A.</b> On the prospect of the Black Sea sprat fishing success .....	46
<b>Balykin P. A.</b> Fishing mortality rate for the Azov Sea fish species .....	49
<b>Stafikopulo A. M.</b> Application of electric light for the catch efficiency increase in the Azov Sea .....	54
<b>Milovanov A. I.</b> Distribution and biology of the monkey goby <i>Neogobius fluviialis</i> , Pallas (Gobiidae, Perciformes) in the Kerch Strait in 2011—2013 .....	64
<b>Zamyatina Ye. A.</b> Findings of the nika shrimps larvae ( <i>Processa edulis</i> Risso, 1816) in the plankton of the western part of the Karkinit Bay .....	71
<b>Avdeyeva T. A., Zarembo N. B., Zhugailo S. S., Zagaynaya O. B., Adzhumerov S. N.</b> Environmental state of the Kerch Bay coastal waters .....	74
<b>Evchenko O. V.</b> Characteristic of long-term changes of benthos in the area of the Mariupol Trading Port .....	81
<b>Paramonov V. V.</b> Relation of hydrometeorologic factors of the North Atlantic and fishing parameters in deepwater redfish <i>Sebastes mentella</i> fishing to global, cosmic and atmospheric indices .....	87
<b>Paramonov V. V.</b> Hydrometeorological conditions of the North Atlantic and their impact on the deepwater redfish ( <i>Sebastes mentella</i> ) fishery .....	92
<b>Kukharev N. N., Korzun Yu. V., Rebik S. T., Zhuk N. N.</b> Current Antarctic krill fishery .....	105
<b>Korzun Yu. V., Rebik S. T., Kozlova S. L., Bogomolova V. V., Zhuk N. N.</b> Prospective trends of the Antarctic krill processing .....	131
<b>Opekunova A. A., Bulli L. I.</b> Influence of marine microalgae on growth and development of the Black Sea turbot larvae .....	149
<b>Esina L. M.</b> YugNIRO participation in the work on interstate standardization .....	157
<b>Bogomolova V. V., Kozlova S. L., Kukharev N. N.</b> World leaders in production of fish and fish products .....	164
<b>Pshenichnov L. K.</b> History of initial fishery research in the Southern Ocean .....	178
<b>Smirnov S.</b> Comparing free software for spatial database management systems .....	192
<b>Boris Grigorievich Trotsenko</b> (24.09.1954—17.02.2014) .....	195

# Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии

## Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане

основан в 1994 г.

### Основатели журнала:

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии

Сборник зарегистрирован в Министерстве юстиции Украины:  
Сер. КВ № 15144–3716Р от 30.04.2009 г.

### Научное издание

Научный редактор	<i>О. А. Петренко</i>
Технический редактор	<i>Е. А. Савчук</i>
Компьютерная верстка	<i>Е.А. Савчук</i>

Подпис. в печать 28.05.2014 г.  
Усл.-печ. л. 23,1

Формат 60x84/8  
Усл.-печ. л. 23

Бум. офсетная № 1  
Тираж 100 экз.

Печать офсетная  
Зак. №

Напечатано с оригинал-макета в типографии ФЛП Бражникова Н. А.  
97513, пгт. Гвардейское, ул. Н-Садовая, 22  
тел. (0652) 70-63-31, 050-648-89-34.  
E-mail: braznikov@mail.ru