

**ТРУДЫ** ЮЖНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ



---

2008

ТОМ 46

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

КЕРЧЬ — 2008

**Главный редактор**  
кандидат географических наук  
**Б. Н. Панов**

**Редакционная коллегия:**

доктор биологических наук Е. П. Губанов  
доктор биологических наук А. П. Золотницкий  
доктор географических наук В. А. Брянцев  
кандидат биологических наук В. А. Шляхов  
А. А. Солодовников  
В. Н. Туркулова  
Н. А. Лебедева

**Editor-in-chief**  
Ph.D. (Geography)  
**B. N. Panov**

**Editor Board:**

Fellow (Biology) E. P. Goubanov  
Fellow (Biology) A. P. Zolotnitskiy  
Fellow (Geography) V. A. Bryantsev  
Ph. D. (Biology) V. A. Shlyakhov  
Ph. D. (Geography) B. G. Trotsenko  
A. A. Solodovnikov  
V. N. Turkulova  
N. A. Lebedeva

**© АВТОРСКОЕ ПРАВО**

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

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу: ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина.

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

---

Подписано к печати 11.03.2008. Объём 15,0 усл.-печ. л. Тираж 100 экз.  
Заказ № 20.

---

УДК 001.89(262.5)(26)

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (Юбилейный выпуск).** – Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2008. – 195 с.

Представлены результаты комплексных исследований ЮгНИРО, его центров и других рыбохозяйственных организаций в Азово-Черноморском бассейне, дана оценка состояния и перспектив развития марикультуры, состояния различных фито- и биоценозов, комплексный мониторинг и гидрохимическая характеристика некоторых районов Азово-Черноморья, приведены результаты разработки геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна», рассмотрены возможности использования спутниковой информации в исследовании Азовского и Черного морей.

Рассмотрены некоторые аспекты связи астрогеофизических, гидрометеорологических и промысловых характеристик некоторых районов Мирового океана и состояние запасов промысловых рыб Тихого, Индийского и Атлантического океанов.

Показаны перспективы получения новых пищевых добавок на основе моллюсков и лекарственных растений.

**Основні результати комплексних досліджень в Азово-Чорноморському басейні та Світовому океані (Ювілейний випуск).** – Керч: Вид-во ПівденНІРО, 2008. – 195 с.

Представлені результати комплексних досліджень ПівденНІРО, його центрів та інших рибогосподарських організацій в Азово-Чорноморському басейні, дана оцінка стану і перспектив розвитку марикультури, стану різних фіто- і біоценозів, комплексний моніторинг і гідрохімічна характеристика деяких районів Азово-Чорномор'я, наведені результати розробки геоінформаційної системи «Морські живі ресурси Азово-Чорноморського басейну», розглянуті можливості використання спутникової інформації в дослідженні Азовського і Чорного морів.

Розглянуті деякі аспекти зв'язку астрогеофізичних, гідрометеорологічних і промислових характеристик деяких районів Світового океану і стан запасів промислових риб Тихого, Індійського і Атлантичного океанів.

Показані перспективи одержання нових харчових добавок на основі молюсків і лікарських рослин.

**Main results of complex research in the Azov-Black Sea basin and the World Ocean (Jubilee Issue).** – Kerch: YugNIRO Publishers, 2008. – 195 p.

The results of complex research of YugNIRO, its centres and other fishery organisations in the Azov-Black Sea basin were presented, the assessment of state and prospects of mariculture development were given as well as the assessment of various phyto- and biocenoses' state, complex monitoring and hydro-chemical characteristics of some areas of the Azov-Black Sea basin, the results of the design of the geoinformation system «Marine living resources of the Azov-Black Sea basina» were presented, possibilities of use of satellite information in the research of the Azov and Black Seas were considered.

Some aspects of relation of astrogeophysical, hydrometeorological and fishery features of some areas of the World Ocean and the state of valuable fishery species stocks in the Pacific, Indian and Atlantic Oceans were considered.

Prospects of production of new food additives on the basis of molluscs and medicinal herbs were shown.

УДК 001.89

## ОБ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ ЮГНИРО

**Б. Н. Панов, Б. Г. Троценко**

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

Основной целью деятельности института является научное обеспечение эффективного функционирования и развития рыбохозяйственного комплекса Украины.

В силу этого институтом проводятся исследования в сфере изучения, рационального использования, охраны и воспроизводства водных живых ресурсов и морских экосистем и выработка рекомендаций по повышению эффективности работы и управления отраслью.

Основная продукция – научно-техническая, технологическая и нормативная информация и документация.

В настоящее время проведение исследовательских работ и усилия по внедрению полученных результатов сконцентрированы на следующих направлениях.

**1. Изучение состояния и динамики запаса биологических ресурсов Черного и Азовского морей, других районов Мирового океана**, представляющих интерес для рыбодобывающего флота Украины.

Результаты постоянных исследований являются основой для оценки состояния водных живых ресурсов (ВЖР) и ложатся в основу разработки научных основ рационального рыболовства и промыслового прогнозирования (определению величин запасов различных объектов и лимитов их вылова) в Азовском и Черном морях и промысловых районах Мирового океана. Эти материалы передаются заинтересованным промысловым организациям для повышения эффективности их деятельности, а также используются при разработке мероприятий по рациональному использованию и воспроизводству водных живых ресурсов и обоснованию позиции Украины в решение вопросов эксплуатации и воспроизводства ВЖР в международных организациях.

Фактический вылов прогнозируемых институтом промысловых объектов в 2006 г. в Азовском и Черном морях составил 57,5 тыс. т. Рассчитанный экономический эффект от использования в 2006 г. результатов сырьевых исследований, связанных с прогнозированием уловов в Азовском и Черном морях, определяется на уровне 2,9 млн. грн.

Вылов морских живых ресурсов в Мировом океане за 10 месяцев 2006 г. составил 146,08 тыс. т. Фактический экономический эффект за 10 месяцев 2006 г. от использования результатов сырьевых исследований по прогнозированию уловов в Мировом океане определен на уровне 9,3 млн. грн.

**2. Мониторинг океанографических процессов, определяющих биологическую и рыбопромысловую продуктивность.**

Полученные данные используются при разработке гидрометеорологической составляющей прогнозов различной заблаговременности состояния водных экосистем и являются неотъемлемой составляющей рыбопромысловых прогнозов.

**3. Сохранение архивных экспедиционных данных, разработка программного обеспечения для их обработки и представления результатов разнопланового анализа сформированных банков данных (ихтиология, гидробиология, промысловая статистика, гидрометеорология и океанография).**

Сохраняемые и накапливаемые материалы полевых исследований и получаемые в результате обмена с другими организациями являются информационной базой для научно-аналитической работ института. Создание специализированного программного обеспечения их анализа и представления его результатов в наиболее приемлемой форме для дальнейшего использования в научно-исследовательской работе.

**4. Адаптация современных информационных технологий к нуждам рыбодобывающей отрасли.**

Создание отраслевой геоинформационной системы для Азово-Черноморского бассейна. Экспериментальный модуль прошел апробацию в отделе сырьевых ресурсов Азово-Черноморского бассейна, получена положительная оценка.

Развитие локальной информационной сети ЮГНИРО и сопряжение ее с внешним миром с учетом существующих норм и требований к процессу информационного обмена.

**5. Природоохранные исследования в Азовском и Черном морях** включают экологический контроль состояния морских экосистем, разработку научных основ охраны водоемов от загрязнения, оценку антропогенного влияния на экосистемы (абиотическая и биотическая компоненты).

Практическая значимость работ лаборатории заключается в использовании результатов при изучении закономерностей изменений состояния среды и механизмов формирования кормовой базы промысловых гидробионтов в Азово-Черноморском бассейне и разработке научных рекомендаций по снижению отрицательного воздействия хозяйственной деятельности различного рода на состояние водных экосистем.

Лаборатория охраны морских экосистем аккредитована в системе Госстандарта Украины.

В 2006 г. лабораторией были подготовлены оценки воздействия и определены ущербы, наносимые окружающей природной среде, для семи проектов деятельности предприятий Украины.

**6. Разработка и совершенствование методов повышения промысловой продуктивности прибрежных экосистем и внутренних водоемов** путем развития аква- и марикультуры (рыбоводство, акклиматизация, культивирование морских гидробионтов – мидий, устриц, водорослей).

Разработаны:

- биотехнологии воспроизводства ценных видов рыб (кефалей, камбаловых), водорослей (спирюлины) и моллюсков (мидий, устриц) с целью получения жизнестойкой молоди, используемой для заселения естественных водоемов и повышения их биопродуктивности;
- биотехнологии полноцикличного выращивания рыб, моллюсков (устриц) в условиях хозяйств различного типа.

Технологии защищены патентами Украины.

Применение разработанных рекомендаций на рыбопитомниках по выращиванию молоди ценных морских видов рыб позволяет на 15-20 % увеличить вы-

ход жизнестойкой молоди рыб, а также улучшить их морфо-физиологические показатели. В 2006 г. на экспериментальной базе института была в искусственных условиях получена и выпущена в Керченский пролив жизнестойкая молодь камбалы (400 тыс. экз.) и пиленгаса (2 млн. экз.).

Технология культивирования спирулины для получения сырья с заданными свойствами позволяет довести урожайность вида в среднем до 20 г/м<sup>2</sup>сут.

Биотехника культивирования мидий в прибрежных водах Черного моря вне-дрена более чем на 20 хозяйствах.

## **7. Разработка технологий производства лечебно-профилактических, лекарственных препаратов и биологически активных веществ из гидробионтов.**

Получены препараты нового типа, основанные на биоактивных началах, выделенных из природных компонентов.

### *Лечебно-профилактическая продукция из гидробионтов:*

«БИПОЛАН» – препарат из мидий, обладающий иммуномодулирующими, антиоксидантными и общеукрепляющими свойствами;

«СПИРУЛОН» – комплексный препарат из сырья растительного и животного происхождения. Рекомендуется в качестве лечебного средства при заболеваниях сердца, печени, атеросклерозе, диабете;

«АЛКИНОЛ» – препарат из жира печени черноморской акулы катран. Обладает антиоксидантными, радиозащитными и общеукрепляющими свойствами. Хорошо защищает и восстанавливает костный мозг;

БАЛЬЗАМ «ПАНТИКАПЕЙ» – биодобавка лечебно-профилактического назначения, регулирует функциональную деятельность желудочно-кишечного тракта, показан для людей, подвергшихся радиационному воздействию, с пониженным артериальным давлением и ослабленным иммунитетом.

### *Кормовые продукты и кормовые добавки для с/х животных:*

СУХОЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ КОРМ из отходов мидийного гидролизата и сухого виноградного или томатного жмыха. Отличается хорошей сохранностью и высокой биологической ценностью;

СИЛОС КОРМОВОЙ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ – применяется для кормления свиней, крупного рогатого скота, пушного зверя и в рыбоводстве. Применение силоса увеличивает привесы, повышает надои и жирность молока;

КОРМОВОЙ ПРОДУКТ ИЗ ПОДПРЕССОВОГО РЫБНОГО БУЛЬОНА в виде пасты или сухого порошка с содержанием протеина > 50 % на сухое вещество;

ЛЕЧЕБНАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА «ТАНИБЕЛ» – применяется в качестве профилактической кормовой добавки, предотвращающей инфекционные заболевания кишечника у сельскохозяйственных животных и птиц;

КОРМОВАЯ МУКА ИЗ РЫБ СО СЛАБОЙ СТРУКТУРОЙ ТКАНЕЙ (хамса, килька);

РОСТОСТИМИУЛИРУЮЩАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ СТАРТОВЫХ РЫБНЫХ КОРМОВ – высокоэффективный продукт, предназначенный для активизации обменных процессов и стимулирования роста рыб из отходов переработки черноморской красной водоросли филлофоры;

«МИДИКОМ – П» – кормовая добавка для птицеводства.

*Технологии производства пищевых продуктов на основе морского сырья:*

- консервы «Пиленгас в бело-розовом соусе»;
- консервы «Рапана в томатно-масляной заливке»;
- икра белковая черная зернистая;
- крем-соус типа майонеза;
- варено-копченые рыбные колбасы;
- крекер из морепродуктов;
- пресервы «Рапана в соусе «снежана»

и другая (около 30 наименований), предложенная к производству конкурентоспособная продукция по разработанной в институте технологии не выпускавшейся ранее продукции.

Разработан СПОСОБ КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЕЛКОЙ РЫБЫ (хамса, килька, тюлька).

Технологии защищены патентами Украины, авторскими свидетельствами, разработана нормативная документация.

#### **8. Опытно-конструкторские работы по совершенствованию существующих и созданию новых экологически безопасных орудий и технологий (способов) лова рыбы и других водных живых ресурсов.**

В результате созданы и апробированы современные орудия лова, отвечающие экологическим и природоохранным требованиям:

- штормоустойчивые ставные невода,
- ставные невода с экспериментальными крыльями (адаптация для конкретных районов установки),
- экологически безопасные ловушки,
- снюрревод,
- донный подвижной невод с канатными крыльями,
- селективная бычковая драга.

#### **9. Стандартизация деятельности рыбного хозяйства Украины и адаптация его к международным стандартам.**

Адаптация национальных стандартов к международным, Директивам ЕС в сфере рыбного хозяйства.

В 2006 г. институтом разработаны:

- методические рекомендации «Критерии оценки рыбного сырья»;
- руководящий документ «Порядок присвоения номеров нормативным документам в сфере производства рыбной продукции»;
- ГСТУ 15-2-96 «Рыба, продукция рыбная мороженая для пушных зверей. ТУ»;
- ГСТУ 15-10-97 «Фарш рыбный кормовой. ТУ»;
- ГСТУ 15-23-98 «Рыба, продукция из рыбы и морских беспозвоночных для сельскохозяйственных животных. ТУ»;
- ДСТУ 3358-96 «Мука кормовая из гидробионтов для рыбоводства. ТУ»;
- ТТУ 15-115-98 «Жиромасса кормовая. ТУ»;
- ТТУ 15-116-98 «Баткак кормовой. ТУ».

Документы утверждены, введены в действие, используются субъектами хозяйственной деятельности при производстве рыбной продукции.

#### **10. Инновационные разработки института** по направлениям, связанным с рациональным использованием ВЖР, сохранению и развитию их видового

разнообразия, развитием отдельных регионов Крыма, предприятий и фермерских хозяйств предлагались для внедрения на выставках и ярмарках, проводимых внутри страны и за ее рубежом, информация по разработкам давалась в различных буклетах и публикациях в научных и популярных изданиях.

В результате их внедрения создан ряд марихозяйств по выращиванию мидий. Повышена продуктивность ряда рыбоводных хозяйств, созданы предприятия по производству лечебно-профилактической продукции.

Масштабное, комплексное внедрение инвестиционных разработок института предусматривалось в «Комплексной программе реализации на национальном уровне решений, принятых на Всемирном саммите по устойчивому развитию на 2003-2015 г.» и утвержденной постановлением Кабинета министров Украины от 26.04.2003 № 634, «Общегосударственной программе развития рыбного хозяйства Украины на период до 2010 г.», утвержденной Законом Украины от 19.12.2004 г. № 1516-IV.

В 2005-2006 гг. почти 2 раза увеличился объем госзаказа на НИР, в 1,5 раза – финансирование НИР по договорам с различными предприятиями. На экспериментальной базе «Заветное» возобновлены работы по искусственному воспроизводству кефалей и камбаловых видов рыб. Увеличиваются объемы сырьевых исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Лаборатории обеспечены современными аналитическими приборами и оргтехникой. Ведется ремонт центрального здания, экспериментального участка и базы «Заветное». Аттестованы и сертифицированы лаборатории охраны морских экосистем и разработки биоактивных препаратов. Сохранены и развиваются основные направления исследований. Институт стал учебно-производственной базой для студентов двух керченских университетов.

УДК 639.3/.6

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО В ОБЛАСТИ МАРИКУЛЬТУРЫ

**В. Н. Туркулова, А. А. Солодовников, В. Г. Крючков, О. Е. Битютская**  
ЮгНИРО

Азово-Черноморский бассейн уникален по своей промыслово-биологической продуктивности и рекреационной значимости. В последние десятилетия акватория бассейна, особенно в прибрежной зоне, подвержена значительной антропогенной нагрузке, в результате чего отмечаются устойчивые изменения абиотической части экосистемы. По этой причине уменьшаются производственные возможности бассейна, меняется структура биомассы, происходит вселение новых видов гидробионтов, претерпевают изменения взаимодействия сообществ [16, 26].

В сложившейся эколого-социальной ситуации одним из приоритетных видов хозяйственной деятельности, направленной на повышение биологической продуктивности бассейна, должно стать развитие марикультуры.

Украина – морская держава. В Азово-Черноморском регионе она располагает наиболее протяженным морским побережьем – 2775 км, что, помимо формирования рекреационно-туристического комплекса, традиционно создавало предпосылки к развитию рыбной отрасли, в т. ч. и марикультуры.

Наиболее значимым направлением марикультуры является воспроизводство промыслово-ценных видов гидробионтов с целью сохранения и увеличения численности естественных популяций, получения посадочного материала для организации их выращивания промышленным способом [4].

В Азово-Черноморском регионе Украины исследования в области марикультуры получили развитие в конце 60-х-начале 70-х годов прошлого века. С этого периода ведутся планомерные исследования по культивированию проходных и морских видов рыб, беспозвоночных и водорослей [7, 11, 18, 21, 17].

За длительный период исследований в области марикультуры в ЮгНИРО при тесном сотрудничестве со своими центрами и российскими учеными из родственных учреждений был разработан ряд биотехнологий, методов и рекомендаций по культивированию микроводорослей, моллюсков, морских, солоноватоводных и проходных видов рыб:

- методы культивирования микроводорослей в морской и пресной воде (*Chlorella*, *Monochrasis*, *Isochrysis*, *Nephrochloris*);
- технология получения спирулины (*Spirulina platensis*) в виде сырья с заданными свойствами;
- биотехнология культивирования мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam.), тихоокеанской устрицы (*Grassostrea gigas*), европейской устрицы (*Ostrea edulis*);
- инструкция по биотехнике товарного выращивания мидий в Черном море;
- способы культивирования живых кормов (*Infusoria*, *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*) – в культиваторах, прудах и бассейнах с морской и пресной водой;

- биотехника искусственного воспроизводства черноморских кефалей – лобана (*Mugil cephalus*, *Mugil soiuy*), сингили (*Liza aurata*), дальневосточного акклиматизанта – пиленгаса (*Liza haematochela*) с описанием схемы типового рыбопитомника – использование рециркуляционных установок;
- биотехника искусственного разведения камбалы глоссы (*Platichthys flesus luskus*) с использованием рециркуляционных установок и экстенсивного способа;
- инструкции и рекомендации по формированию маточных стад, выращиванию и получению половых продуктов, жизнестойкой молоди искусственным путем у американского полосатого окуня (*Morone saxatilis*) в морской, пресной воде и в водоемах с повышенной температурой воды – ТЭЦ с использованием замкнутых установок, прудов и садков;
- инструкции и рекомендации по формированию маточных стад, выращиванию и получению половых продуктов (естественное созревание) у стальноголового лосося (*Oncorhynchus mykiss*) с использованием морской и артезианской воды. Содержание маточных стад и получение товарной продукции в бассейнах и прудах;
- методы получения ранней молоди камбаловых – черноморского калкана – *Psetta maeotica* (Pallas) и азовского калкана – *Psetta maeotica torosa* (Ratke) в установках замкнутого типа;
- рекомендации по использованию синтетического препарата сурфагона для стимулирования созревания осетровых рыб в условиях Украины;
- методические указания по заводскому разведению осетровых рыб Азово-Черноморского бассейна;
- временные рекомендации по получению и выращиванию молоди карпа заводским способом в условиях повышенной солености;
- методы управления репродуктивными циклами ценных видов морских рыб (кефалевых, камбаловых, осетровых);
- биотехнология товарного выращивания морских и пресноводных рыб в поликультуре в солоноватоводных водоемах юга Украины;
- рекомендации по размещению марихозяйств в Украине на Азово-Черноморском побережье, заливах, лиманах и внутренних водоемах с повышенным уровнем минерализации.

На побережье Азовского моря сотрудниками ЮГНИРО были проведены исследования по выращиванию в бассейнах в морской воде молоди русского осетра, белуги и бестера.

В 90-е годы интенсивность исследований по всем направлениям марикультуры резко снизилась. Это было обусловлено общим для стран СНГ острым экономическим кризисом. Материально-техническое состояние экспериментальных баз и питомников находилось в плачевном состоянии, требовалась их коренная реконструкция и модернизация, для чего необходимы серьезные капитальные вложения. Были проведены определенные работы по привлечению в развитие марикультуры иностранных инвестиций по Международной экологической программе по Черному морю (BSEP).

По рекомендациям BSEP были определены приоритетные проекты по воспроизводству и выращиванию кефалей, камбал, мидий и устриц в Одесской области и Керченском регионе. К сожалению, до настоящего времени реальной международной поддержки эти проекты не получили.

При всех негативных экономических обстоятельствах, послуживших причиной сокращения работ в области марикультуры, учеными ЮГНИРО была создана прочная биологическая и биотехнологическая основа для развития этой области рыбного хозяйства. Дальнейшее развитие марикультуры в Украине стало возможным, прежде всего, за счет государственной поддержки, привлечения коммерческих структур, а также энтузиазма и высокого профессионального уровня научных сотрудников и специалистов-рыбоводов.

В настоящий период, принятие в Украине ряда законопроектов и Государственных программ, в т. ч. Закона Украины «О животном мире», «О рыбе, водных живых ресурсах и пищевой продукции из них», «Об общегосударственной программе развития рыбного хозяйства Украины на период до 2010 года», «Общегосударственной Программы охраны и воспроизводства водной среды Азовского и Черного моря», Государственной программы «Воспроизводство, охрана, водных живых ресурсов и регулирование рыболовства», Программы «Селекция в рыбном хозяйстве» и других – в значительной степени способствовали интенсификации в Украине научно-практических исследований и работ по марикультуре.

В 2005 г. по заданию Госдепартамента рыбного хозяйства Украины ЮГНИРО и его центрами были определены приоритетные объекты, направления и перечень мероприятий по широкомасштабному развитию марикультуры на основе анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта в этой области. Разработаны предварительные экономические расчеты по выращиванию молоди и товарной продукции морских гидробионтов – рыб и моллюсков [22]. Очевидно, что полномасштабное развитие морской аквакультуры в Азово-Черноморском регионе Украины в настоящий период необходимо проводить по четырем направлениям:

**Рыбы.** Сохранение биоразнообразия и увеличение запасов промысловых рыб Азовского и Черного морей за счет организации широкомасштабного искусственного воспроизводства редких и ценных видов.

Организация интенсивного товарного выращивания деликатесных и пользующихся массовым спросом видов в моно- и поликультуре на базе естественных водоемов, прудовых, бассейновых и садковых хозяйств.

**Моллюски.** Воспроизводство и товарное выращивание двустворчатых моллюсков (мидий, устриц).

**Водоросли.** Выращивание морских и пресноводных макро- и микроводорослей с целью производства из них ценной пищевой, кормовой, фармакологической и косметической продукции.

**Комплексная глубокая переработка морепродуктов.** Глубокая безотходная переработка выращиваемых морепродуктов с целью получения пищевой, кормовой и лечебно-профилактической продукции.

В качестве приоритетных объектов марикультуры в Азово-Черноморском регионе Украины рекомендуются:

- рыбы – азово-черноморские кефали, дальневосточная кефаль пиленгас, черноморский и азовский калканы, камбала глюсса, русский осетр, белуга, севрюга, гибридные формы осетровых. В перспективе планируется воспроизводство и товарное выращивание в морской воде лососевых – черноморского лосося, радужной форели, атлантического лосося, стальноголового лосося, а также ряда евригалинных средиземноморских видов рыб;

- беспозвоночные – двустворчатые моллюски: черноморская мидия, европейская и тихоокеанская устрица. В перспективе планируется промышленное выращивание и других видов двустворчатых моллюсков – мии, кунеарки, брюхоного моллюска – рапаны;
- ракообразные – черноморская креветка адсперзус и элеганс, японская креветка;
- микроводоросли – спиурина, дуналиела;
- макроводоросли – филлофора, энтероморфа, порфира, цистозира;
- морские травы – зостера, занникеллия, руппия, гребенчатый рдест.

Успех развития морского рыбоводства зависит от решения основной задачи – организации получения жизнестойкой молоди в промышленных масштабах, необходимой для пополнения естественных популяций и используемой для товарного выращивания. Решить эту проблему возможно при создании сети Государственных региональных питомников.

В Украине пригодными районами для организации морских аквахозяйств могут стать значительные участки прибрежных акваторий в Крыму, северо-западном регионе Черного моря, северном Приазовье.

В Крыму наиболее подготовлена для научно-исследовательских работ база ЮгНИРО «Заветное», расположенная на побережье Керченского пролива в районе выхода в Черное море, где проходят миграционные пути многих промысловых видов рыб, в т. ч. и кефалевых. В районе Керченского предпроливного плато имеются традиционные места нереста азовского, черноморского калканов, глассы. На НИБ ЮгНИРО «Заветное» в течение почти 40 лет проводятся исследования по культивированию ценных видов рыб (камбаловых, кефалевых, серрановых), моллюсков (мидий, устриц), живых кормов и микроводорослей. Возможно расширение спектра разводимых объектов.

В период с 2003 по 2007 г. на НИБ ЮгНИРО было получено и выпущено для пополнения естественных популяций: жизнестойкой молоди азовского калкана – 1 млн. 266 тыс. экз., пиленгаса – 2 млн. 390 тыс. экз., подрошенной молоди кефали – сингиля – 2500 экз.

В северо-западном Причерноморье в 90-е годы прошлого столетия функционировал рыбопитомник морских видов рыб Хозрасчетного территориального коммерческого объединения (ХТМО, г. Белгород-Днестровский). Исследования по воспроизводству черноморского калкана и пиленгаса здесь выполняли сотрудники ЮгНИРО и его Одесского центра. В 1997-2000 гг. были проведены исследовательские работы по получению молоди черноморского калкана и пиленгаса в замкнутых установках. За этот период было получено и выпущено в Шаболатский, Тилигульский лиманы, прибрежную часть Черного моря 550 тыс. экз. жизнестойкой молоди черноморского калкана и 2 млн. экз. пиленгаса.

В настоящий период питомник находится в состоянии консервации. На его базе возможно проведение работ по получению молоди черноморских кефалей – остроноса и сингиля, дальневосточной кефали – пиленгаса, черноморского калкана и лиманной глассы. После реконструкции на двух указанных хозяйствах предполагается получение около 20 млн. жизнестойкой молоди ценных видов рыб, используемой для пополнения естественных популяций и товарного выращивания.

В районе Присивашья функционирует научно-исследовательская база «Сиваш», в настоящее время являющаяся структурным подразделением ГП «Укррыба». Хозяйство имеет пруды разного уровня минерализации – от 5 до 30 %. С 1996 года здесь отмечается естественный нерест пиленгаса в прудах соленостью от 14 до 30 %. Это уникальный случай естественного нереста пиленгаса в замкнутых водоемах [23]. В 2003-2004 гг. на базе инкубационного цеха НИБ «Сиваш» сотрудниками ЮГНИРО была разработана методика получения половых продуктов, инкубации икры и выращивания жизнестойкой молоди карпа в условиях повышенной солености воды (6-8 %) [11]. С 2000 г. НИБ «Сиваш» принимает участие в реализации Государственной программы «Воспроизводство, охрана водных живых ресурсов и регулирование рыболовства». В рамках реализации программы в Азовское море и прилегающие водоемы выпущено свыше 5 млн. экз. сеголеток пиленгаса и глоссы.

В Северном Приазовье на Молочном лимане сотрудниками Азовского центра ЮГНИРО в течение ряда лет, в соответствии с программой «Воспроизводство, охрана, водных живых ресурсов и регулирование рыболовства», осуществляются работы по воспроизводству пиленгаса, глоссы, азовского калкана. За это время получено и выпущено в Азовское море несколько миллионов жизнестойкой молоди глоссы, азовского калкана и пиленгаса. После реконструкции питомника возможно увеличение объемов выпуска в 1,5-2 раза.

Важной составляющей морской аквакультуры является конхиокультура – культивирование раковинных двустворчатых и брюхоногих моллюсков. В Украине проблеме развития этого направления марикультуры уделено особое внимание – в Законе Украины «Об общегосударственной программе развития рыбного хозяйства Украины на период до 2010 г.» запланировано строительство мидийно-устричного хозяйства в Крыму и создание производства по переработке моллюсков. Однако до сих пор это направление программы не получило финансовой поддержки.

Важнейшими объектами конхиокультуры в Черном море являются двустворчатые моллюски – мидия, устрицы черноморская и интродуцированная в Черное море тихookeанская и гигантская.

В ЮГНИРО для условий Черного моря разработаны биологические основы выращивания этих видов моллюсков и определены пригодные акватории площадью свыше 80 тыс. га. У берегов Крыма свыше 20 предприятий занимаются культивированием мидий по рекомендациям ЮГНИРО, ежегодные объемы выращивания составляют 250 т [14, 15].

По предварительным экономическим расчетам на период до 2010 г. для выращивания 10 тыс. т мидий, 12 млн. экз. устриц и 500 т рапаны необходимы инвестиции в размере 119 млн. грн. (стоимость капитальных вложений, себестоимость выращивания и переработки). При этих затратах ожидаемый объем товарной продукции составит 52 млн. грн. (без учета производства биологически активных добавок) [5, 6].

С целью создания современных технологий получения ценного сырья из микроводорослей и продуктов его переработки в ЮГНИРО разработан и предложен для внедрения способ выращивания синезеленой микроводоросли спирулины с использованием природных соленых минерализованных вод и минеральных удобрений. Выбор такой технологии экономически целесообразен. Исполь-

зование подземных вод не требует их обеззараживания и фильтрации, а природный богатый набор макро- и микроэлементов способствует значительному удешевлению стоимости питательной среды, приготавливаемой на ее основе.

Выращивание спирулины проводят в оранжерее и на открытом воздухе в культиваторах открытого и закрытого типов с площадью водной поверхности до 4 м<sup>2</sup> и толщине слоя среды от 10 до 25 см. На биопродуктивность спирулины и качественный состав получаемого сырья большое влияние оказывает общий тепловой и световой фон в цикле выращивания. Разработаны технологии направленного получения сырья с повышенным содержанием белка или углеводов, а также железа, магния, йода.

Опыт 5-летнего выращивания спирулины в опытно-промышленных условиях экспериментальной базы ЮГНИРО в полупроточном режиме показал возможность длительного поддержания культуры в фазе активного роста. Урожайность вида составила в среднем 20 г/м<sup>2</sup>сут. с сезонными колебаниями от 5 до 33 г/м<sup>2</sup>сут.

Партии сырья, полученные в естественных условиях на основе нашей технологии, по химическому составу, аминокислотному составу белка, содержанию макро- и микроэлементов, присутствию витаминов соответствуют эталонным, известным в мире для данного вида.

В соответствии с программами развития рыбного хозяйства планируется расширение сети хозяйств марикультуры на Азово-Черноморском побережье.

Разработан ряд перспективных инвестиционных проектов по созданию комплексных хозяйств по культивированию разных видов гидробионтов в нескольких районах Крымского полуострова, Херсонской области, северного Приазовья, северо-западного Причерноморья [19, 20].

Наиболее привлекательным для инвестирования и крупным по объемам выращивания продукции является проект «Донузлавмарикультура» [10].

Озеро Донузлав – это уникальный закрытый морской залив, расположенный у западного побережья Крыма.

По ряду параметров этот водоем уникален для одновременного разведения в нем разных объектов марикультуры – мидий, устриц и рыб – камбаловых, кефалевых, осетровых, карповых, лососевых.

В соответствии с разработанным инвестиционным проектом «Донузлавмарикультура» предполагается развитие инфраструктуры региона в следующих направлениях:

- создание мидийных ферм для выращивания 2500-3000 т/год мидий;
- строительство устричного питомника по получению 10 млн. экз. спата черноморских и тихоокеанских устриц;
- организация выращивания на базе мидийных ферм 3 млн. экз. товарных устриц;
- организация сбора рапаны в местах размещения мидийных плантаций в объеме 0,5-1,0 млн. экз.;
- создание специализированного рыбопитомника по воспроизводству 10 млн. экз. жизнестойкой молоди черноморских кефалей (сингиля, лобана) и по 0,5 млн. экз. черноморского калкана и глоссы;
- организация пастбищного выращивания черноморских кефалей, пиленгаса, камбалы калкана и глоссы в объеме 400-500 т/год;

- создание двух полносистемных, комплексных (пруды, садки, бассейны) рыбоводных хозяйств в морской и пресной частях оз. Донузлав по содержанию ремонтно-маточных стад осетровых, лососевых, карповых с целью получения товарной продукции в виде икры, посадочного материала и товарной рыбы. Объем получения товарной рыбы 500-1000 т/год;
- создание двух специализированных тепличных хозяйств по выращиванию 10 т суховоздушных микроводорослей;
- строительство 6-ти комплексных перерабатывающих цехов для выпуска пищевой, кормовой, технической и лечебно-профилактической продукции;
- строительство 2-х комбикормовых заводов по выпуску комбикормов с использованием отходов переработки гидробионтов для обеспечения рыбоводных и сельскохозяйственных предприятий;
- создание научно-методического, инновационного центра марикультуры для стажировки студентов, предпринимателей, рыбоводов-фермеров, специалистов по культивированию и переработке гидробионтов.

Реализация изложенных направлений развития марикультуры на Азово-Черноморском бассейне, при условии их полномасштабного внедрения предприятиями различной формы собственности, позволит ежегодно получать свыше 9 тыс. т ценной пищевой рыбной продукции и свыше 100 тыс. т моллюсков.

Следует отметить, что при развитии марикультуры особую актуальность приобретают исследования, связанные с поиском оптимальных высокорентабельных технологий переработки культивируемых моллюсков, водорослей и рыб, позволяющих получить эффективную и конкурентоспособную диетическую, деликатесную, лечебную и кормовую продукцию. По мнению отечественных и зарубежных исследователей внедрение подобных технологий дает мощный импульс для развития марикультуры и, по сути, определяет ее поступательное движение [4, 9, 16, 25]. Указанным требованиям, по мнению специалистов ЮгНИРО, отвечают белково-углеводные концентраты из мидий широкого спектра лечебного и профилактического действия [12].

Эффективность действия концентратов обусловлена специфичностью состава, присутствием биологически активных природных биополимеров, характеризующихся наличием эссенциальных факторов питания – незаменимых аминокислот, жирных кислот, физиологически важных углеводов и биогенных макро- и микроэлементов.

Проведенными сотрудниками ЮгНИРО исследованиями установлено, что до 46,5 % от массы сухих веществ концентратов присутствует в форме биополимеров. Биополимеры отличаются между собой количественным и качественным составом компонентов, молекулярной массой, антиоксидантной активностью, максимумами УФ-спектра поглощения и биологической активностью. На способ выделения биополимеров получен патент на изобретение [13].

Специалистами ЮгНИРО также разработан способ получения из тканей мидий экстрактов биополимеров, на основе которых создана линия диетических добавок, обогащенных экстрактами растительного происхождения [2, 3]. Начаты работы с Полтавской медицинской Академией Украины, Харьковским национальным университетом им. В. Н. Каразина, институтом проблем эндокринной патологии им. В. Я. Данилевского АМНУ по выявлению эффективности использования экстрактов из мидий и рапаны.

Предлагаемые ЮгНИРО малоотходные комплексные технологии, позволяют максимально сохранить пищевую и биологическую ценность сырья и создать продукты целевого назначения, способные не только восполнить дефицит незаменимых нутриентов, но и активизировать собственные защитные системы организма человека.

### *Литература*

1. **Битютская О. Е., Губанова А. Г., Лавриненко О. И., Овсянникова Т. Н., Горшунская М. Ю.** БАДы на основе экстрактов моллюсков и лекарственных растений – эффективные иммуномодуляторы и антиоксиданты // Тез. докладов 5-ой национальной научно-практической конференции с международным участием: Активные формы кислорода, оксид азота, антиоксиданты и здоровье человека, Россия, Смоленск, 18-22 сентября 2007 г. – Смоленск, 2007. – С. 97.
2. **Битютська О. Є., Овсянникова Т. М., Шевченко І. М.** Імуномодулятори – Флабіомолл – нові дієтичні добавки з молюсків та рослинної сировини // Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції: Актуальні проблеми токсикології. Безпека життєдіяльності людини, Київ, 4-9 червня 2007 р. – Київ, 2007. – С. 75-76.
3. **Битютська О. Є., Почерняєва В. Ф., Муляр Л. А., Шевченко І. М.** Флабіомолл для корекції радіаційних порушень і радіотерапії онкозахворювань // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції: Віддалені наслідки впливу іонізуючого випромінювання, Київ, 23-25 травня 2007 р. – Київ, 2007. – С. 227-228.
4. **Душкина Л. А.** Биологические основы марикультуры. – М.: ВНИРО, 1998. – С. 295-316.
5. **Крючков В. Г.** Организация хозяйства по выращиванию мидий // Обзорная информация ВНИЭРХ: Рыбное хоз-во. – Сер. Марикультура. – Вып. 1. – М., 1992. – 25 с.
6. **Крючков В. Г.** Перспективы выращивания моллюсков в Черном море у берегов Украины // Рыбное хоз-во Украины. – 2004. – № 7 (Спецвыпуск). – С. 164-168.
7. **Куликова Н. И.** Разработка физиологических основ искусственного воспроизводства камбаловых и кефалевых рыб Азово-Черноморского бассейна // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 6-20.
8. **Куликова Н. И., Золотницкий А. П., Соловьевников А. А.** Основные итоги исследований ЮгНИРО в области марикультуры // Труды ЮгНИРО: Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. – Керчь: ЮгНИРО, 1997. – Т. 43 (Юбилейный выпуск). – С. 68-87.
9. **Моисеев П. А.** Некоторые тенденции развития морской аквакультуры // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России. – М.: ВНИРО, 1996. – С. 48-56.
10. **Панов Б. Н., Троценко Б. Г., Соловьевников А. А., Крючков В. Г.** Инвестиционный проект «Донузлавмарикультура» // Труды Крымской АН: Концепция развития Западного Крыма (Спецвыпуск). – Симферополь, 2006. – С. 58-64.

11. **Патин С. А.** Марикультура в СССР // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 12. – С. 7-8.
12. Пат. 17362 А, МКИ 6А 23 J1/04. Способ получения белково-углеводного мидийного концентрата: Пат.17362 А, 6А 23 J1/04; Губанова А. Г., Битютская О. Е., Яшина Л. А., Симонова Л. И. – № 96114414; Заявл. 26.11.96; Опубл. 15.04.97. Бюл. № 4. – 3.1.22 с.
13. Пат. 60504 А, МКИ 7 А61К35/56. Біополімер з тканин молюсків, спосіб його виділення та біологічні властивості: Пат. 60504 А, МКИ 7 А61К35/56; Бітютська О. Є., Овсянникова Т. М., Губанова А. Г., Салахова Н. І., Гудима Б. І., Борисова Л. П. – № 2002108573; Заявл. 29.10.02; Опубл. 15.10.2003. Бюл. № 10. – 3.1.25 с.
14. Получение и подращивание посадочного материала новых видов моллюсков, которые культивируются (мия, кунеарка) в природных условиях / А. П. Золотницкий, В. И. Вижевский и др. – Отчет ЮГНИРО. – Керчь: ЮГНИРО, 2002. – 28 с.
15. Разработать научные основы управления биопродуктивностью и исследовать закономерности формирования урожая моллюсков (мидий, устриц) в условиях марикультуры / А. П. Золотницкий, В. Г. Крючков и др. – Отчет ЮГНИРО. – Керчь: ЮГНИРО, 2003. – 41 с.
16. Разработать рекомендации по выращиванию и комплексной переработке гидробионтов на малых морских фермах / В. Г. Крючков. – Отчет ЮГНИРО / Приложение: Технический проект морской фермы. – Керчь: ЮГНИРО, 1996. – 170 с.
17. **Серобаба И.И.** Современное состояние и использование промысловых ресурсов Азово-Черноморского бассейна// Экологические проблемы Черного моря. – Одесса: ОЦНТЭИ, 1999. – С. 268-273.
18. **Серобаба И. И., Солодовников А. А., Золотницкий А. П.** Современное состояние и перспективы марикультуры в Азово-Черноморском бассейне (Украинское побережье) // Таврійський науковий вісник: Сучасні напрямки та проблеми аквакультури. – Вып. 7. – Херсон, 1998. – С. 340-349.
19. **Солодовников А. А., Золотницкий А. П., Битютская О. Е.** Инновационное обеспечение при создании хозяйств в прибрежных лиманных экосистемах // Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник: Вопросы развития Крыма. – Вып. 14. – Симферополь, 2000. – С. 159-164.
20. **Троценко Б. Г. Солодовников А. А.** Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Крыму // Рыбное хозяйство Украины. – 2006. – № 5/6. – С. 41-46.
21. **Туркулова В. Н.** Вклад ЮГНИРО в развитие аквакультуры в Украине // Рыбное хозяйство Украины (Специальный выпуск подготовлен по материалам III Международной научно-практической конференции: Морские технологии: проблемы и решения – 2004). – Керчь, 2004. – С. 154-164.
22. **Туркулова В. Н., Крючков В. Г., Золотницкий А. П.** Приоритетные направления и мероприятия по развитию марикультуры в Азово-Черноморском бассейне. – Рукопись ЮГНИРО. – Керчь: ЮГНИРО, 2003. – 69 с.
23. **Туркулова В. Н., Новоселова Н. В., Гетта А. С., Борткевич Л. В.** Перспективы выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы в солоноватоводных водоемах НИБ «Сиваш» ЮГНИРО // Рибне господарство. – 2004. – Вып. 63. – С. 234.

24. **Туркулова В. Н., Новоселова Н. В., Солодовников А. А.** Искусственное воспроизводство карпа в условиях повышенной солености // Научный сборник: Проблемы воспроизводства аборигенных видов рыб. – Киев: Світ рибалки, 2005. – С. 151-158.
25. **Хайлов К. М.** Возможны ли экологические принципы аквакультуры // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР / Серия: Биологические ресурсы гидросфера и их использование. – М.: Наука, 1985. – С. 40-54.
26. **Zaitsev Yu. P., Mamaev V. A.** Bioloqical diversity in the Black Sea // United Natioons Publications. – New York, 1997. – 208 p.

УДК 639.3/.6(262.54)

## **АКВАКУЛЬТУРА КАК ПУТЬ К СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЗАПАСОВ ВОДНЫХ ЖИВЫХ РЕСУРСОВ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА**

**Л. В. Изергин, К. В. Демьяненко**

ГП «АзЮгНИРО»

Азовское море, вместе с другими водоемами бассейна, издавна было одним из наиболее рыбопродуктивных морских водоемов мира. И, несмотря на многочисленные негативные изменения в экосистеме бассейна, кардинально (на порядок) снизившие рыбопродукционный потенциал моря, до сегодняшнего времени Азов остается районом обитания ценнейших промысловых объектов, роль которых в продовольственном обеспечении Украины и России трудно переоценить. Хотя сводить значимость Азовского моря лишь к роли внутреннего рыбохозяйственного водоема двух государств нельзя. Отсюда берут свое происхождение такие ценнейшие объекты мировой аквакультуры, как русский осетр, белуга и шип, отсюда начиналось вселение дальневосточной кефали-акклиматизанта – пиленгаса, который в настоящее время является многочисленным промысловым объектом не только в Азовском, но также в Черном и Средиземном морях. Наконец, Азовское море, по своим физическим характеристикам и экологическим условиям, является уникальнейшим водоемом мира, где веками формировалась характерная только для Азовского моря ихтиофауна.

Таким образом, ценность Азовского моря, как одного из уникальнейших районов Мирового океана и рыбохозяйственного водоема Украины и России, не подлежит сомнению. Тем тревожней изменения, происходящие с морем и его бассейном в последние десятилетия.

К сожалению, почти все негативные изменения, которые произошли в ихтиофауне Азовского бассейна, так или иначе связаны с антропогенной деятельностью.

В начале и середине XX века такие изменения ассоциировались с нерациональным рыболовством, а со второй половины XX века началось кардинальное преобразование речных систем Азовского бассейна – Дона и Кубани. Реки были зарегулированы плотинами, вследствие чего были утрачены нерестилища или перекрыты нерестовые пути ценнейших проходных рыб (в первую очередь осетровых). Произошло значительное осолонение Азовского моря, что негативно сказалось на воспроизводстве полупроходных рыб. Изменение водного режима бассейна привело к потере нерестилищ азовских бычков. В районах свалки грунтов также происходило заиление нерестилищ. Вместе с нерациональным рыболовством это привело к потере такого ценного вида ресурса, как азовские бычки, на долгие годы.

Казалось бы, ничего страшного не может произойти с массовыми пелагическими видами – азовской хамсой и тюлькой, однако и они столкнулись с жесткой пищевой конкуренцией по зоопланктону со стороны желетелого вселенца – гребневика, который, по оценкам экспертов, был завезен в Азово-Черноморский бассейн с балластными водами судов.

К сожалению, всегда на Азовском бассейне были браконьерство и любительское рыболовство. Последнее в отношении некоторых объектов промысла

(например бычков) достигает серьезной интенсивности, сравнимой с интенсивностью промысла. Браконьерство стало губительным для наиболее ценных видов рыб Азовского бассейна – осетровых. На сегодняшний день практически уничтожен шип, единично встречается белуга, к критической черте подошла численность популяций русского осетра и севрюги.

И хотя с зарегулированием рек для осетровых, шемаи и рыбца было создано достаточное количество предприятий по их искусственному воспроизводству, очевидно, что данная составляющая без обеспеченной охраны видов в море и на путях их нерестовых миграций не дала желаемого эффекта.

Едва ли не единственным успешным экспериментом человека в рыбном хозяйстве Азовского бассейна стало вселение дальневосточной кефали – пиленгаса. Хотя возможные конкурентные отношения пиленгаса с другими азовскими видами, его способность к хищничеству до сих пор изучаются специалистами, факт остается фактом – пиленгас дает ежегодно более 10 тыс. т ценного рыбного сырья для населения Украины и Российской Федерации.

Несмотря на вышеописанные проблемы, огромный производственный потенциал Азовского моря и сегодня служит поддержанию общего рыбного запаса на относительно стабильном уровне, хотя периоды благоприятствования для отдельных видов чередуются.

В настоящее время, при глубоко депрессивном состоянии популяций осетровых рыб, стабильно низкой численности азовского калкана, низкой численности судака, тарани, леща и некоторых других видов наблюдается рост промыслового запаса пиленгаса, стабильно высокий уровень запаса бычков, относительно высокий уровень запасов тюльки и азовской хамсы.

И все же следует констатировать, что подобная стабильность не является признаком оптимального использования производственного потенциала моря. Большая часть кормовых ресурсов моря не востребуется.

Именно в этом лучше всего видна одна из главных, ключевая проблема рыбного хозяйства Азовского бассейна – это уровень воспроизводства рыб в бассейне Азовского моря, который недостаточен для того, чтобы наполнить море молодью осетровых, калкана, судака, других проходных и полупроходных рыб. И если в отношении морских и полупроходных рыб можно говорить о значимости складывающихся экологических условий для естественного нереста в конкретном году, то в отношении проходных рыб Азовского бассейна ясно – альтернативы их массовому промышленному воспроизводству нет.

Отсюда следует первый вывод – для возрождения запасов рыб Азовского бассейна необходимо заставить эффективно работать существующие рыболовные заводы и создать предприятия для искусственного разведения там, где это еще требуется сделать.

В Украине система искусственного воспроизводства рыбных запасов моря должна заниматься такими видами, как судак, камбаловые, осетровые и кефалевые. Вопросами совершенствования биотехнологий воспроизводства всех перечисленных групп видов занимается Азовский центр ЮГНИРО. Наиболее сложно добиться общего успеха в отношении осетровых видов рыб – численность их популяций настолько подорвана, что работать на производителях, выловленных зрелыми в естественном водоеме, сегодня практически невозможно. Их просто нет. Решение вопроса мы видим только в создании коллекционных ремонтно-маточных стад азовских осетровых.

Формирование таких стад следует вести как через доместикацию диких рыб, так и через выращивание производителей от «аквакультурной икры», закупаемой на рыбоводных предприятиях, которые имеют собственные производственные стада осетровых.

Однако, занимаясь решением проблемы обеспечения населения Украины рыбным сырьем, нельзя забывать о другом источнике его возможного поступления – товарной аквакультуре. К сожалению, на данный момент товарное выращивание азовских промысловых видов рыб в контролируемых условиях аквакультуры равно нулю. Исключение, пожалуй, составляет лишь незначительное выращивание пиленгаса в поликультуре с другими видами.

До настоящего времени почти не развивается товарная аквакультура азовских осетровых, камбаловых рыб или каких-либо других ценных представителей азовской фауны.

В случае с осетровыми понятно, что только создание коллекционных ремонтно-маточных стад сможет решить проблему не только воспроизводства естественных популяций этих видов, но и развития их товарного производства. Для постановки серьезных экспериментов на Азове по становлению товарных ферм по выращиванию камбаловых рыб просто нет средств, хотя марихозяйства по выращиванию подобных морских видов уже давно не являются экзотикой в зарубежье.

Сравнивая два пути развития аквакультуры на Азове – направление развития заводского воспроизводства естественных популяций и направление создания товарных аквахозяйств, – трудно какому-либо из них отдать пальму первенства.

Очевидно, что товарные аквахозяйства раньше позволят увидеть эффект от их деятельности, хотя и воспроизводством заниматься также необходимо.

Возрастание роли товарных аквахозяйств в снабжении населения Украины ценной рыбной продукцией раньше или позже снизит пресс промысла и браконьерства на запасы естественных популяций Азовского бассейна. Пока же рыболовство остается единственным источником получения ценнейших азовских рыб, шансов сохранить биоразнообразие моря, возродить былые запасы значительно меньше.

И потому в качестве одной из наших приоритетных задач на ближайшие годы мы видим развитие отечественной аквакультуры, в частности аквакультуры на Азовском бассейне. Надеемся на поддержку государства и интерес инвесторов к аквакультурным проектам. Украина все еще является государством, где внутреннее производство ценной рыбной продукции крайне незначительно, и инвестиции в аквакультуру обещают дать быстрый и значительный эффект.

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТОВАРНЫХ РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВ В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

С. Г. Бушуев<sup>1</sup>, В. Е. Рыжко<sup>1</sup>, Г. Б. Черников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одесский центр ЮгНИРО, <sup>2</sup>ЧерноморНИИпроект

Создание специализированных товарных рыбных хозяйств (СТРХ) на водоемах общегосударственного пользования проводится с целью повышения их рыбородуктивности за счет направленного формирования ихтиоцена и для рационального использования запасов аборигенных видов рыб. Хозяйства оказывают значительное влияние на экологическое состояние озер, изменения качественный и количественный состав ихтиофауны. Следует отметить, что водоемы области (в т. ч. и те, которые переданы под СТРХ) в значительной степени подвергнуты антропогенному воздействию: они зарегулированы, в них нарушен природный водообмен, а сами водоемы используются в качестве источников водоснабжения, для ирригации, рекреации, других хозяйственных нужд.

Первые озерные товарные рыбные хозяйства (ОТРХ) были созданы в Одесской области в 1984 г. на озерах Китай и Катлабуг общей площадью 11,5 тыс. га. Максимальные объемы добычи ОТРХ были достигнуты в 1988 г. – 2033 т. Далее они существенно снизились до 431 т в 2002 г. Основные причины снижения – экономического порядка, связанные с общим хозяйственным кризисом 1990-х годов.

С введением «Инструкции о порядке проведения искусственного разведения, выращивания водных живых ресурсов и их использования» (№ 154, 1998 г.) существующие ОТРХ были переведены на режим СТРХ. Создано 6 новых хозяйств: на Дофиновском (1999 г.), Хаджибейском (2003 г.), Тузловских лиманах, озерах Ялпуг-Кугурлуй, Кагул-Картал, Сасык (2004 г.).

В результате общая площадь водоемов СТРХ достигла 94 тыс. га (60 % от общей площади внутренних водоемов Одесской области).

В 2006 г. здесь было добыто 3058 т рыбы. На остальных водоемах общей площадью 65 тыс. га – 1306 т (рис. 1). Продуктивность водоемов СТРХ в 2006 г. составила 32,5 кг/га, что заметно ниже показателей естественной продуктивности и ранее достиг-

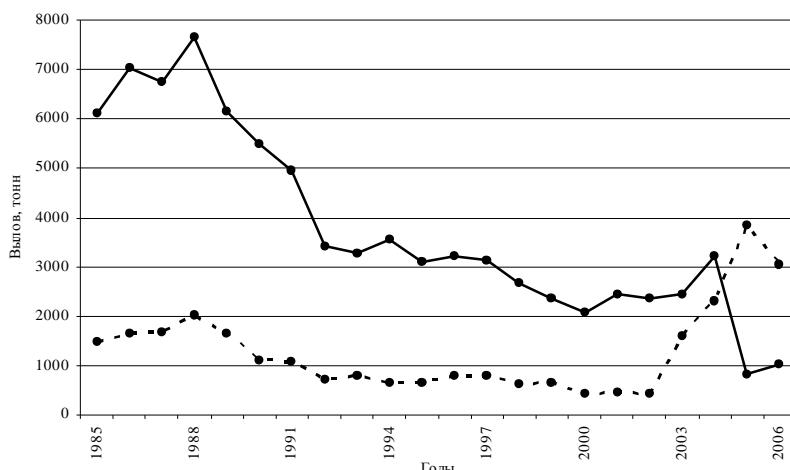


Рисунок 1. Динамика вылова водных живых ресурсов (т) во внутренних природных водоемах Одесской области: —●— водоемы общего пользования; - - - водоемы с режимом СТРХ

нутых показателей для этих водоемов. В то же время рыбопродуктивность прочих естественных водоемов была существенно ниже – 20,1 кг/га (таблица).

### Объемы вылова водных живых ресурсов в водоемах Одесской области

Водоем	Площадь, га	Вылов рыбы по годам, т				
		2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.*
Р. Дунай	-	340,0	309,7	447,5	357,9	320,3
Р. Днестр и Днестровский лиман	40000	461,6	365,0	497,5	544,4	276,5
Шаболатский лиман	3000	8,2	16,1	27,9	35,9	35,4
Тилигульский лиман	16000	193,0	302,2	210,7	339,7	18,5
Григорьевский лиман	1500	0	21,5	26,8	10,1	0,7
Стенцовские плавни	1500	4,0	2,2	0,7	-	0,5
Кучурганское вдхр.	2800	24,7	14,1	16,9	17,5	4,1
Водоемы, переведенные на режим СТРХ	94250	1581,5	2305,7	3813,7	3057,6	1627,4

\*Данные за 8 месяцев.

По другому важному показателю – объемам зарыбления – СТРХ значительно превосходят естественные водоемы – в 15-20 раз (рис. 2). Однако распределение объемов зарыбления крайне неравномерно: примерно половина объема зарыбка выпущено в озера Кагул-Картал. А Тузловские лиманы и Дофиновский лиман в силу специфики этих водоемов искусственно выращенной молодью вообще не зарыблялись. В целом можно констатировать, что эффективность работы СТРХ довольно низкая. Причины этого нельзя объяснить только неблагоприятными экономическими факторами и сложной экологической обстановкой – они практически одинаково влияют и на СТРХ, и на хозяйства, работающие на других естественных водоемах.

Большинство СТРХ созданы недавно, поэтому отдача от вложенных средств

на зарыбление и мелиорацию не может быть получена в полной мере, т. к. хозяйства проходят период становления. Правда, есть хозяйства, взявшие очень хороший старт, – Кагул-Картал (вылов в 2005 г. – 1417 т) и, напротив, практически не выполняющие условия режима – Тузловские лиманы (вылов в 2006 г. – 5,2 т).

Все хозяйства испытывают пресс комплекса проблем,

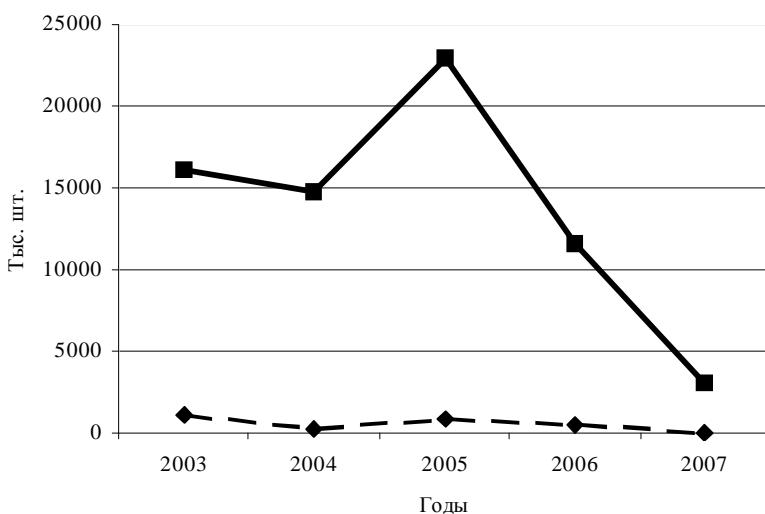


Рисунок 2. Объемы зарыбления природных водоемов Одесской области: —●— водоемы с режимом СТРХ; - -●- - водоемы общегосударственного значения

связанных с несовершенством правовой базы организации и функционирования СТРХ. В результате в течение полутора лет не велась рыбохозяйственная деятельность на озерах Ялпуг-Кугурлуй (включая и зарыбление водоемов), прекращалось действие режимов (а следовательно официальный промысел) на Хаджибейском лимане, Тузловской группе лиманов (новая редакция режима для последних до настоящего времени не утверждена).

В режим СТРХ были переведены крупные водоемы площадью от 5 до 23 тыс. га, существенно преобразованные человеком (многие превращены в водохранилища), имеющие комплексное назначение (оросительные системы, коммунально-бытовое водоснабжение, отстойники сбросных вод и др.). При этом рыбохозяйственное использование является второстепенным, подчиненным. Организации-пользователи СТРХ не могут управлять уровнем, водообменом, обеспечивать качество (соленость) воды (это относится ко всем придунайским озерам, Сасыку и Хаджибейскому лиману); не могут без согласований проводить расчистку водоподающих каналов, строить и эксплуатировать рыбозаградители. Интересы СТРХ не учитываются при планировании и осуществлении таких масштабных проектов, кардинально меняющих судьбу водоемов, как раздамбование Сасыка и резкое снижение уровня Хаджибейского лимана в результате прекращения сброса пресной воды.

В водоемах, переведенных в СТРХ, сформированы специфические ценозы аборигенных видов рыб и вселенцев – занявших доминирующее место в экосистемах. Полностью вытеснить аборигенные виды из водоемов невозможно, а они, в свою очередь, оказывают воздействие на зарыбляемые виды, конкурируя с ними за пищу или поедая их молодь. Здесь затруднительно создать интенсивное рыбоводное хозяйство, продукция которого обеспечивается зарыбляемыми видами, аборигенные виды в крупных природных водоемах всегда будут занимать заметное место.

Водоемы Северо-Западного Причерноморья характеризуются изменчивым гидрологическим и гидрохимическим режимом. Уровни и минерализация воды в них могут варьировать в столь широких пределах, что это способно вызвать не только резкие колебания рыбопродуктивности, но даже полную смену ихтиоценозов – с пресноводных на солоноводные и обратно. Так соленость воды в Хаджибейском лимане в XX веке изменялась от 120 до 3-6 %, в Дофиновском лимане от 5-8 до 80 %, в Тузловских лиманах от 16 до 80 %. Прогрессирующая минерализация воды наблюдается и в придунайских озерах (в оз. Китай – до 3-5 %).

В Хаджибейском лимане вся ихтиофауна менялась с морской (1940-60-е гг.) на пресноводную (1980-е гг.) и на солоноватоводную (1990-2000-е гг.).

Существенный вклад вносят антропогенные факторы. В свое время Сасык из соленого лимана был превращен в пресноводное водохранилище, а сейчас опять ставится вопрос о его раздамбовании и превращении в соленый лиман. Гипергалинний лиман Хаджибей в результате сброса сточных вод Одессы был превращен в пресное водохранилище-накопитель. Произошедшее прекращение поступления пресных стоков приведет к его значительному осолонению и уменьшению объема.

В изменяющихся условиях внешней среды для рассматриваемых водоемов характерны резкие колебания численности отдельных промысловых видов. Наиболее наглядной иллюстрацией является Хаджибейский лиман. В начале 1980-х

годов всего через несколько лет после вселения здесь дал вспышку численности серебряный карась, уловы которого превысили 1000 т. В дальнейшем уловы карася снизились на порядок, и доминирующим видом стал окунь (оловы до 400 т). После осолонения лимана в нем был интродуцирован пиленгас, который в конце 1990-х гг. дал вспышку численности (официальные уловы – 400 т, реальные уловы достигли 1000 т). А в последние годы здесь резко увеличилась численность судака (официальные уловы выросли с 1-5 т до 150 т).

Очень значительные колебания численности отдельных видов рыб и уловов характерны и для лиманов-лагун. Так, даже в экологически благополучные 1950-е гг. уловы в Тузловских лиманах в зависимости от захода рыб из моря и возможности их облова колебались в течение двух соседних лет от 400 т до 5-10 т кефали.

Резкие изменения численности популяций промысловых рыб обусловлены большим количеством природных и антропогенных факторов и весьма трудно прогнозируемы. Очень сложно на крупных естественных водоемах обеспечить стабильную добычу и последовательный рост рыбопродуктивности. Численность различных популяций промысловых и непромысловых видов рыб испытывает постоянные флюктуации с различной периодичностью, а график уловов имеет пилообразный характер. Соответственно объективная оценка работы хозяйства может быть дана только по прошествии его стабильной работы в течение не менее 5 лет.

Естественно, большое значение имеют материально-технические и финансовые возможности пользователей СТРХ. Значительное преимущество у хозяйств, располагающих собственными рыбопитомниками (на озерах Кагул-Картал, Катлабуг, Китай). Более мощные хозяйства способны в достаточных масштабах провести зарыбление, осуществить необходимые мелиоративные работы, наладить охрану водоемов и тем самым быстрее добиться успеха.

В условиях рыночной экономики ограничивающим фактором деятельности СТРХ также является сбыт рыбопродукции. Накопленный опыт свидетельствует, что хозяйствам необходимо активно расширять рынки сбыта, увеличивать ассортимент продукции за счет углубленной переработки.

Нуждается в доработке нормативно-правовое поле деятельности СТРХ. Согласно п. 33 «Временного порядка ведения рыбного хозяйства и осуществления рыболовства (1996)» «...рыбоводство в изолированных естественных рыбохозяйственных водоемах осуществляется согласно Положению о СТРХ, утвержденному Минрыбхозом». Однако положение до сих пор не принято, вместо него действует «Инструкция о порядке осуществления искусственного разведения, выращивания ВЖР и их использования» (утвержденная приказом Госкомрыбхоза № 154 от 28.10.1998 г.), имеющая целый ряд существенных недостатков.

В частности, в Инструкции не предусмотрено зарыбление водоема естественной молодью рыб (кефалевые нагульно-пастбищные хозяйства), а также не определен порядок использования туводных видов (объемы изъятия, плата за изъятие, процедурное оформление вылова и т. д.).

Фактически СТРХ используется как форма закрепления права пользования ВЖР естественных водоемов за определенным пользователем (группой пользователей) без оформления аренды этих водоемов.

Излишне регламентирован и бюрократизирован процесс разработки и согласования режимов СТРХ. В частности, в режиме должны быть расписаны объ-

мы вылова всех (по отдельным водоемам это до 2-3 десятков) промысловых видов рыб на 5-10 лет вперед. Требуется, чтобы вылов ежегодно и неуклонно увеличивался либо, в крайнем случае, был стабильным. В результате используемые правовые подходы противоречат законам природы.

Детальная регламентация объемов вылова на далекую перспективу создает ловушку для пользователей СТРХ. Практически нет хозяйства, где в течение года какой-либо вид рыб не переловили, а другом – наоборот, значительно не доловили. Неизбежно возникает необходимость разработки дополнительного обоснования объемов вылова, которое может согласовываться месяцами. А в это время пользователь либо сдерживает, либо прячет уловы – отсюда и «падение рыбо-продуктивности». Совершенно не оправдано применение громоздкой системы согласования на зарыбляемые виды.

Разработка дополнений к режиму СТРХ для изменения состава орудий лова и промысловой меры на отдельные виды в большинстве случаев также связана с необходимостью изменения объемов и структуры уловов.

Рекомендации по изменению объемов и состава зарыбка, как правило, вызваны невозможностью для хозяйств, не имеющих собственных рыбопитомников, обеспечить требования по зарыблению, указанные в режиме.

Среди водоемов, переведенных в Режим СТРХ, есть лагунные лиманы – Тузловские и Дофиновский. С биологической точки зрения лиманы-лагуны относятся к высокопродуктивным нагульным водоемам, обладающим значительной кормовой базой для рыб. В отдельные годы здесь были получены высокие показатели промысловой рыбопродуктивности. Однако уловы в этих водоемах всегда были крайне нестабильными.

Ведение рыбного хозяйства в лиманах лагунного типа традиционно основывалось на пастбищном рыбоводстве (черноморские кефали, атерина) и в меньшей степени на эксплуатации запасов жилых рыб (бычки, глосса). В последние годы в связи с наметившимся ростом численности аборигенных кефалей в Черном море появились неплохие перспективы восстановления пастбищных хозяйств в лиманах-лагунах.

Опыт работы СТРХ на Дофиновском лимане выявил ряд проблем. В первую очередь – это несовершенство законодательной и нормативной базы, регулирующей работу товарных рыбоводных хозяйств. Действующие инструкции не учитывают специфики пастбищных хозяйств в лиманах-лагунах и ориентированы, главным образом, на регламентацию зарыбления замкнутых водоемов искусственно воспроизводимой молодью рыб. Поскольку зарыбление лиманов-лагун происходит в основном за счет молоди рыб, заходящих сюда из моря, формально рыба, нагуливающаяся в лимане, может рассматриваться как общегосударственный ресурс, не являющийся собственностью пользователя водоема (СТРХ). В связи с этим возникают трудности с определением нормативных показателей зарыбления, платы за пользование водными живыми ресурсами, ответственности в случае возникновения заморных ситуаций, режима использования ресурсов и т. д.

Для данных водоемов важнейшим условием эффективной работы СТРХ является устойчивое функционирование гидротехнических сооружений (соединительных рыбозапускных каналов). В условиях нестабильности уловов, характерной для всех пастбищных хозяйств, значительные затраты на содержание кан-

лов окупаются далеко не каждый год. Поддержание регулярного водообмена крайне важно для экологического благополучия водоемов, в котором остро заинтересовано население, проживающее на их берегах. Должен быть разработан механизм частичной компенсации затрат рыбоводных хозяйств на поддержание водного баланса лиманов за счет средств бюджетных и общественных экологических фондов. Важным условием эффективного функционирования пастбищных хозяйств является закрепление водоемов за конкретными пользователями (объединенными группами пользователей). Существует необходимость разработки отдельной инструкции, регламентирующей деятельность лиманных пастбищных хозяйств.

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМЦОВ  
КЕФАЛИ ЛОБАНА (*MUGIL CHEPHALUS* L.) В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ  
ЕГО НЕРЕСТОВОГО ХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ**

**В. Н. Туркулова**

ЮгНИРО

Ценными промысловыми объектами Азовского и Черного морей являются кефали. Здесь обитают пять аборигенных видов кефалей – лобан *Mugil cephalus* L., сингиль *Liza aurata* (Risso), остронос *Liza saliens*, губач *Chelon labrosus* Risso, головач *Liza ramada* (Risso) и интродуцированный в 70-х годах прошлого столетия из Японского моря пиленгас *Liza haematochila* (Lemmink and Schlegel) (syn. *Mugil soiuy*). Из аборигенных видов только первые три – лобан, сингиль и остронос являются многочисленными и имеют промысловое значение. С последнего десятилетия XX века одним из основных промысловых объектов данного региона стал также и дальневосточный акклиматизант – пиленгас.

Из-за интенсивного перелова и влияния ряда других факторов антропогенного характера в 60-е годы XX века произошло резкое снижение численности естественных популяций азово-черноморских кефалей. В связи с этим были приняты меры, ограничивающие интенсивность промысла. Также были установлены промысловые размеры и сроки запрета на промысел кефалей в определенные периоды года. Осуществление этих мероприятий оказало положительное влияние не только на величину, но и на качественный состав промысловых стад сингиля, лобана и остроноса. По сравнению с предшествующими годами несколько возрос уровень морской добычи кефалей в основных промысловых районах – в водах Крыма, Северного Кавказа и Керченского пролива, увеличился и средний возраст популяции [19, 21].

Одновременно с этими мероприятиями, в начале 70-х годов перед отраслевой наукой Минрыбхозом СССР была поставлена задача: разработать биологические основы и биотехнологию искусственного воспроизводства азово-черноморских кефалей, внедрить научные разработки в практику рыбного хозяйства, обеспечить получение жизнестойкой молоди рыб в промышленных масштабах для пополнения запасов природных популяций и товарного выращивания [11, 18, 20]. С этого периода сотрудники ЮгНИРО и его отделений начали проводить исследования по разработке биотехнологии искусственного воспроизводства и товарного выращивания азово-черноморских кефалей. К 90-м годам был выполнен большой объем комплексных эколого-физиологических исследований различных аспектов биологии объектов культивирования, которые послужили основой для разработки метода гормонального стимулирования созревания и нереста производителей, получения зрелых половых продуктов, выращивания жизнестойкой молоди [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 17].

К началу 90-х годов XX века вновь резко снизились уловы азово-черноморских кефалей. В 1989–91 гг. запасы лобана, сингиля и остроноса сократились до такой степени, что был запрещен их промысел. Численность молоди кефалей в 1992 г. оценили в размере  $7,2 \cdot 10^6$  экз., что соответствует градации «низкая». Наиболее резко уловы сократились в водах Крыма и в Керченском проливе [24].

Маточные стада азово-черноморских кефалей в Украине отсутствуют, и рыболовные работы базируются на производителях, отбираемых из естественных популяций.

Исследования в основном проводят на научно-экспериментальной базе ЮГНИРО НИБ «Заветное», расположенной на берегу Керченского пролива у выхода в Черное море. Материалом для работы служат кефали – лобан и сингиль из популяций, обитающих в северо-восточной части Черного моря, заходящих весной на нагул в Азовское море и совершающих в летне-осенний периоды нерестовую миграцию на нагул в Черное море.

В начале 90-х годов в Керченском проливе было отмечено полное отсутствие нерестового хода лобана и сингиля. В связи с этим, работы по воспроизведству кефалей сотрудниками ЮГНИРО были временно прекращены (табл. 1).

**Таблица 1. Прогнозируемые запасы сингиля и лобана в АЧБ в промысловых районах Украины, т**

Виды	Годы				
	2003	2004	2005	2006	2007
Сингиль	3500,0	3500,0	3900,0	3900,0	3900,0
Лобан	190,0	190,0	200,0	200,0	220,0

РО в 1999 г. был возобновлен промысловый лов азово-черноморских кефалей, преимущественно сингиля. Но запасы сингиля и в большей степени лобана, по-прежнему, невелики, урожайность поколений подвержена значительным колебаниям, в связи с чем уловы весьма незначительны (табл. 2) [25].

**Таблица 2. Вылов азово-черноморских кефалей в промысловых районах АЧБ Украиной, (сингиль, лобан), т**

Годы	Черное море	Азовское море
1995	4,0	0
1996	3,0	0
1997	0	0
1998	5,0	0
1999	3,0	6,0
2000	8,0	18,0
2001	20,0	22,0
2002	14,0	12,0
2003	23,274	43,020
2004	20,552	17,783
2005	29,668	77,580
2006	45,294	28,515

Керченский пролив, соотношение полов в популяции, возрастной состав самцов и их морфофизиологические показатели, уровень подготовленности к нересту [23]. На основании проведенных исследований даны рекомендации по срокам отбора наиболее зрелых самцов и критериями оценки качества спермы. В про-

восстановление численности азово-черноморских кефалей началось с 1994 г., о чем свидетельствовало наблюдение их хода через Керченский пролив. По рекомендации ЮГНИ-

Уловы лобана весьма незначительны, основную часть вылова составляет сингиль.

С этого же периода в институте были возобновлены работы по совершенствованию биотехнологии искусственного воспроизводства аборигенных видов кефалей – сингиля и лобана.

В процессе разработки биотехнологии воспроизводства сингиля были изучены закономерности его нерестового хода через

цессе экспериментальных работ на сингиле было установлено, что реакция спермиации и качество эякулята в значительной степени зависят от степени зрелости половых желез, вида гормонального препарата и схемы его введения, а также от условий содержания [15, 22].

Аналогичные исследования были проведены и на самцах кефали лобана в период с 1982 по 1990 и с 2000 по 2006 гг. В настоящей работе представлены обобщенные результаты.

В табл. 3 приведена комплексная характеристика самцов лобана в разные периоды нерестового хода. Преднерестовый нагул лобана в Азовском море не-

**Таблица 3. Морфофизиологическая характеристика самцов лобана в разные периоды нерестового хода**

Показатели	Периоды хода		
	июнь	июль	август
Количество рыб, шт.	80	104	161
Соотношение полов самки-самцы	1:4; 1:10	1:1	2:1; 4:1
Возрастная группа, %			
2+	—	6	38
3+	34	70	40
4+	50	23	16
5+	10	1	6
6+	6	—	—
Длина тела, см	43,2±0,9	41,1±1,2	40,8±1,6
Общая	39,0-46,0	38,5-45,5	35,4-46,1
Масса тела, г	1040±51	986±50	944±83
	831-1270	610-1200	695-1210
Стадии зрелости гонад, %			
III-IV	—	45	9
IV	100	55	91
Гонадосоматический индекс – ГСИ, %	5,8±0,2 <sup>x</sup> 5,1-6,4	5,2±0,3 4,8-6,3	4,7±0,4 3,7-6,2
Концентрация спермиев, млн./мм <sup>3</sup>	17,5±1,2 14-19	17,6±0,5 16,2-19,3	16,4±0,6 13,2-18,2
Продолжительность оплодо- творяющих фаз движения спермиев, с:			
вихревого	51±10 <sup>x</sup> 20-70	26±5 0-35	34±7 0-50
общего поступательного	184±29 <sup>xx</sup> 100-250	82±11 50-110	106±20 70-190
Число рыб с отсутствием оп- лодотворяющих фаз движения спермиев, %:			
вихревого	0	55	15
общего поступательного	0	38	8

<sup>x</sup> – различия достоверны при  $P > 0,95$ ,

<sup>xx</sup> – различия достоверны при  $P > 0,99$ .

продолжителен. Уже с конца мая-начала июня в Керченском проливе появляются косяки рыб, мигрирующих на нерест в Черное море.

Нерестовый ход лобана продолжается до середины августа. Столь растянутый ход связан с последовательной миграцией ранне- и поздненерестящихся особей [14]. Массовый ход лобана первой группы наблюдается во второй половине июня-первой декаде июля, второй – с конца июля до середины августа.

В начальный период хода в косяках значительно преобладают самки, в конце – самцы. Подавляющее число самцов – четырех- и пятилетки. В августовских уловах резко возрастает доля впервые созревающих молодых особей – трехлеток. Самцы гетерогенны по степени зрелости половых желез. «Текущие» особи, имеющие стадию функциональной зрелости (V стадия), в уловах не встречаются.

Гонады находятся в III-IV и IV стадиях зрелости. Наиболее высокую степень зрелости семенников имеют самцы в июньских уловах. В этот период у всех особей половые железы находятся на IV стадии зрелости и их индекс гонад достоверно выше таковых у рыб, пойманных в июле и августе ( $P > 0,95$ ). В сперме отмечают наличие обеих оплодотворяющих фаз движения спермиев, а их продолжительность достоверно выше таковых в другие периоды ( $P > 0,95$  и  $P > 0,99$ ).

Наименее подготовлены к нересту самцы, мигрирующие в июле. У значительного числа рыб (до 45 %) при надавливании на брюшко капля спермы не выделяется, а присутствует только в щуповой пробе. При надрезе семенника у таких особей его края оплываются, а на гистологических срезах одновременно со сперматозоидами в цистах и вышедшими из них в просветы семенных канальцев видны сперматогенные клетки более ранних стадий. Стадия зрелости таких половых желез определяется как III-IV. В этот период у значительного числа самцов, имеющих IV стадию зрелости гонад, в пробе не отмечают наличия вихревой (55 %) и поступательной (38 %) фаз движения спермиев. Наблюдаются только колебательные движения.

В августе подавляющее число рыб имеет IV стадию зрелости семенников, число особей с отсутствием оплодотворяющих фаз движения спермиев не превышает 15 и 8 %, соответственно. Продолжительность движения сперматозоидов возрастает.

На основании комплекса исследованных показателей можно заключить, что самцы лобана раннерестящихся группы, мигрирующие на нерест в начальный период хода – в июне, являются физиологически наиболее зрелыми. Их ход на нерест совпадает с миграцией самок, характеризующихся высокой чувствительностью к гормонам гипофиза, что позволяет рекомендовать организацию рыболовных работ по получению зрелых половых продуктов лобана в районе Керченского пролива в этот период [2, 4, 10].

### *Литература*

1. Апекин В. С. и др. Индуцирование созревания черноморской кефали сингиля (*Mugil auratus* Risso) гипофизами сингиля и сазана // Вопросы морской аквакультуры. – М.: Пищевая пром-ть, 1979. – С. 33-39.

2. Апекин В. С., Виленская Н. И. Характеристика полового цикла и состояния гонад во время нерестовой миграции черноморской кефали-лобана // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т. 8. – Вып. 3 (110). – С. 494-506.
3. Аронович Т. М. и др. Получение молоди лобана в искусственных условиях // Рыбное хоз-во. – 1986. – № 10. – С. 31-34.
4. Гнатченко Л. Г. Сравнительное исследование чувствительности ооцитов лобана и сингиля к гипофизарным и стероидным гормонам в период нерестовых миграций // Тез. докл. V Всесоюзной Конференции по экологии, физиологии и биохимии рыб, ч. 2. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 18-19.
5. Гнатченко Л. Г. Чувствительность ооцитов сингиля *Liza aurata* (Risso) (Mugilidae) к гипофизарным и стероидным гормонам во время нерестовой миграции // Вопр. ихтиологии. – 1986. – Т. 26. – Вып. 6. – С. 974-979.
6. Демьянова Н. И. Морфо-экологические особенности раннего интогенеза черноморской кефали сингиля *Liza aurata* (Risso) при выращивании в замкнутых системах водоснабжения / Автореф. канд. дисс. – М., 1989. – 24 с.
7. Инструкция по разведению кефали лобана. – М.: ВНИРО, 1986. – 54 с.
8. Инструкция по разведению кефали сингиля. – М.: ВНИРО, 1990. – 69 с.
9. Куликова Н. И. Разработка физиологических основ искусственного воспроизводства камбаловых и кефалевых рыб Азово-Черноморского бассейна // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 6-20.
10. Куликова Н. И. Реакция самок черноморской кефали-лобана на гипофизарные инъекции в разные периоды нерестового хода // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. – М.:ОНТИ ВНИРО, 1981. – С. 35-52.
11. Куликова Н. И., Золотницкий А. П., Солодовников А. А. Основные итоги исследований ЮгНИРО в области марикультуры // Труды ЮгНИРО: Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (юбилейный выпуск). – Керчь: ЮгНИРО, 1997. – Т. 43. – С. 68-87.
12. Куликова Н. И., Куприянов В. С. Способ искусственного разведения кефали сингиля / Патент РФ № 1697655, А 01К 61/00. – БИ. – 1991. – № 46.
13. Куликова Н. И., Куприянов В. С. Устройство для выращивания личинок морских рыб / АС СССР № 16977656, А 01К 61/00. – БИ. – 1991. – № 46.
14. Куликова Н. И., Розенвассер Ю. М. К характеристике внутривидовой структуры лобана (*Mugil cephalus* L.), находящегося в Азовское море // Научн. труды ВНИРО: Физиологические основы воспроизводства морских и проходных видов рыб. – М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1983. – С. 25-30.
15. Куликова Н. И., Федулина В. Н. Реакция черноморского сингиля на гипофизарные инъекции при разных условиях содержания // Научн. докл. шк.: Биологические науки. – 1987. – № 12. – С. 59-66.

16. **Макухина Л. И., Куликова Н. И.** О качестве икры лобана *Mugil cephalis*, получаемой в условиях искусственного воспроизведения // Ранний онтогенез объектов марикультуры. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 3-21.
17. **Микодина Е. В., Норвилло Г. В.** Некоторые морфофизиологические показатели самцов кефалей во время нерестового хода и предварительные данные их гормональной стимуляции // Физиологические основы воспроизводства морских и проходных рыб. – М.: Легкая промышленность, 1983. – С. 14-19.
18. **Солодовников А. А.** Воспроизведение и товарное выращивание морских видов рыб. – Крымский ЦНТЭИ, 1998. – 2 с.
19. **Тимошек Н. Г., Павловская Р. М.** Кефали // Сырьевые ресурсы Черного моря. – М.: Пищевая пром-ть, 1979. – С. 175-208.
20. **Туркулова В. Н.** Вклад ЮгНИРО в развитие аквакультуры в Украине // Рыбное хозяйство Украины (Спецвыпуск подготовлен по Материалам III Международной научно-практической конференции: Морские технологии: проблемы и решения). – Керчь, 2004. – С. 154-164.
21. **Туркулова В. Н.** Современное состояние и перспективы развития товарного кефалеводства в морских водоемах Украины // Матеріали семінарів, проведених 13 та 14 червня 2007 року під час виставки «FishExpo-2007»: Нагальні проблеми розвитку господарства України. – Київ, 2007. – С. 48-58.
22. **Федулина В. Н.** Влияние качества половых клеток самцов кефалей на оплодотворяемость икры // Сб. научн. тр.: Ранний онтогенез объектов марикультуры. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 22-27.
23. **Федулина В. Н., Куликова Н. И.** Морфофизиологическая характеристика самцов кефали сингиля *Liza aurata* (Risso) и их реакция на гипофизарные инъекции в период нерестовой миграции // Вопросы ихтиологии. – 1988. – Т. 28 – Вып. 3. – С. 453-460.
24. **Шляхов В. А.** и др. Современное состояние промысловых ресурсов рыб, беспозвоночных и водорослей Черного и Азовского морей. – Керчь: ЮгНИРО, 1993. – 80 с.
25. **Шляхов В.А.** и др. Оцінка сучасного стану екосистеми Чорного і Азовського морів, запасів промислових риб, безхребетних та водних рослин і прогноз їх вилучення на 2007-2008 роки. – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – 80 с.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОЗРЕВАНИЯ САМОК АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИХ КЕФАЛЕЙ: ЛОБАНА, СИНГИЛЯ И ПИЛЕНГАСА НА РЫБОВОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИКРЫ**

**Л. И. Булли**  
ЮгНИРО

Для работ по искусственному воспроизводству азово-черноморских кефалей: лобана, сингиля и пиленгаса на НИБ ЮгНИРО «Заветное» производителей отлавливают в Керченском проливе в период их нерестовых миграций из Азовского моря в Черное. Гидрологический и гидрохимический режимы пролива крайне неустойчивы, что отражается как на динамике, так и продолжительности хода рыб. С повышением температуры воды в Азовском море (весной и летом) ход пиленгаса и лобана в Керченском проливе интенсифицируется, в уловах возрастает число рыб с завершенной IV стадией зрелости. У сингиля, нерестящегося осенью, наоборот, интенсивность нерестового хода растет на фоне постепенного охлаждения Азовского моря с 24 до 19 °C и обычно достигает максимума в конце августа-начале сентября. В этот период результаты индуцированного созревания кефалей очень сильно зависят от направления течений, так как в бассейны, где содержатся созревающие рыбы, вода подается из Керченского пролива. Во время азовского течения в летний период условия содержания рыб на НИБ ЮгНИРО «Заветное» часто становятся близкими к таковым на местах нагула, температура воды достигает 25-26 °C. Во время же сгонных явлений в Черном море при мощном черноморском течении температура может снижаться до 9-13 °C.

В данной работе мы обобщаем многолетние экспериментальные данные (1985-2007 гг.) по исследованию влияния абиотических условий при индуцированном созревании производителей кефалей на состояние их половых желез и качество зрелой икры.

Исследование этого вопроса является одной из важных задач при искусственном воспроизводстве ценных видов рыб, поскольку совершенствование технологии преднерестового содержания производителей в контролируемых условиях гарантирует стабильное получение качественных икры и личинок.

Работы выполнялись на НИБ ЮгНИРО «Заветное», где использовали «диких» рыб, отлавливаемых в Керченском проливе, а также на экспериментальной базе ХТМО (Будакская коса, Одесская область, 1989-1990 гг.) на производителях пиленгаса маточных стад. Для экспериментов отбирались рыбы с ооцитами, достигшими IV стадии зрелости.

Производителей содержали в бетонированных или пластиковых бассейнах объемом 2,5-3 м<sup>3</sup> при плотности 3-5 экз./м<sup>3</sup> в замкнутых системах и в условиях постоянной проточности при аэрации воды сжатым воздухом.

Были проведены серии экспериментов, в которых производителей кефалей инъектировали гомогенатом ацетонированных гипофизов своего вида и содержали при различных комбинациях солености и температуры воды, соответствовавших наблюдаемым во время нерестового хода: при азовском (12-14 ‰, 24-25 °C), черноморском (18-19 ‰, 17-22 °C) течениях, а также при

плавном снижении температуры воды и повышении солености. Созревания самок в искусственных условиях добивались с помощью инъектирования гормональными препаратами по методам, разработанным в ЮгНИРО [4, 6, 7, 9, 2]. Инъектирование самок лобана проводила Л. Г. Гнатченко, используя свежие и ацетонированные гипофизы своего вида. Икра сингиля и пиленгаса была получена нами совместно с Н. И. Куликовой, с 1993 г. икру пиленгаса получали совместно с А. Ф. Булли.

Результаты гормональной обработки оценивали по состоянию ооцитов в шуповых пробах после действия первой и последующих доз гормонального препарата [1].

Икру оплодотворяли «полусухим» способом и инкубировали в лотках и пластиковых бассейнах объемом от 50 до 400 л при плотности закладки 1 тыс. шт./л при температуре 16-23 °С.

На свежем материале измеряли диаметр овулировавшей икры и жировой капли ( $n = 25-50$  для каждой самки), подсчитывали количество икринок в навеске, взвешенной на аналитических весах, и определяли среднюю массу одной икринки. Содержание влаги в икринках определяли высушиванием навески 0,5-1,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы. По массе высушенной навески определяли среднюю сухую массу икринки.

Для определения биохимического состава икру фиксировали в смеси Фолча. Содержание общих липидов, обезжиренного сухого вещества и влаги определяли методом Фолча в модификации Лапина и Черновой [8].

Икра каждой самки осеменялась спермой 3-4 самцов и инкубировалась в отдельных емкостях в соответствии с методиками [7, 2].

В табл. 1 приведены результаты экспериментов по созреванию самок лобана в разных условиях при одинаковой схеме введения гипофизарных гормонов. Как видно из таблицы, во все варианты опыта были отобраны самки с ооцитами, близкими по исходному состоянию, т. е. достигшими дефинитивных размеров. Однако результаты различались как по числу самок, отреагировавших созреванием на гормональные инъекции, так и по качеству икры.

В условиях, близких к условиям нагула в Азовском море, при солености 13-14,5 ‰ и повышающейся температуре воды с 23 до 25,5 °С, созревание лобана заканчивается овуляцией икры лишь у части рыб – 5-10 %. Процент ее оплодотворения, как правило, низкий – 27-29 %.

Как показано нами ранее [5], содержание рыб в этих условиях более 3 суток приводит к утрате их способности реагировать на введение гипофизарных гормонов, быстрому ухудшению самочувствия производителей: потере чешуи, появлению на этих участках тела кровоподтеков и дегенеративным изменениям в ооцитах.

В то же время, в условиях постепенно повышающейся солености и понижающейся температуры, практически у всех рыб наблюдалась овуляция зрелой икры (табл. 1). При этом отмечалась тенденция повышения сухой массы овулировавшей икры по мере снижения температуры воды во время созревания производителей. Этот показатель, по-видимому, является одной из важнейших рыбоводных характеристик качества икры. Ранее нами [3] было показано, что величина сухой массы овулировавшей икры кефалей, представляющей собой в основном трофические компоненты (белок и липиды), за счет которых развиваются буду-

**Таблица 1. Характеристика икры лобана, созревавшего в разных условиях**

Исходный диаметр ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса яйца, мкг		Влага, %	% оплодотворения	Время в опыте, час	Число созревших рыб, % (n)
		сырая	сухая				
Условия нагула (азовское течение): 23-25,5 °C и 13-14,5 %							
494,15 ±8,49	678,0 ±8,77	163,17 ±4,57	29,54 ±0,92	81,87 ±0,44	27-29	38-61	7
Постоянные условия: 20,5-21 °C и 20 %							
502,3 7,74	674,0 ±3,62	162,27 ±5,47	29,19 ±1,13	81,99 ±0,50	53-95	43-57	91
Постоянные условия: 22-23 °C и 15,8 %							
498 ±1,93	688,05 ±8,44	180,08 ±5,78	31,19 ±0,95	81,99 ±0,25	42-95	42-65	70
Снижение температуры и повышение солености: с 25,5 до 22,5 °C и с 16,5 до 18 %							
488,7 ±7,3	661,87 ±8,2	154,67 ±2,53	28,67 ±1,76	82,56 ±0,27	10-86	42-62	100
Снижение температуры: с 18 до 16-15 °C при 17-18 %							
496,16 ±8,95	686,25 ±11,44	173,4 ±2,19	33,0 ±1,32	80,86 ±0,77	48-71	39-71	100

щие эмбрион и личинка, положительно коррелирует с размером желточного мешка личинок и их выживаемостью до 15-суточного возраста.

Очевидно, сроки миграций, их продолжительность, а также структура популяций и вариабельность физиологического состояния производителей кефалей в период нерестовых миграций связаны, прежде всего, с особенностями преднерестового развития гонад, биологии видов и степени совершенства у них механизма адаптации к созреванию и размножению (воспроизводству) в водах низкой солености.

Так, период нереста у сингиля, в отличие от такового у лобана, очень короткий. Кроме того, нерест сингиля происходит осенью и осложняется частыми сменами погодных условий: штормами, изменением направления течений, нередко резким снижением температуры воды.

Нерестовые миграции из Азовского моря в Черное у сингиля начинаются обычно в середине августа и продолжаются около месяца. В начале хода у большинства самок гонады находятся на III стадии зрелости, ГСИ варьирует от 4 до 17,9 %, средний диаметр ооцитов – от 125 до 450 мкм. Среди мигрирующих рыб в этот период преобладают самцы в соотношении 4:1 и 8:1. Самки с гонадами IV стадии зрелости (размер клеток – 470-540 мкм) составляют не более 10 %.

В пик хода соотношение полов становится равным 1:1, а в конце миграции косяки состоят преимущественно из самок (3:1, 10:1). В разгар хода – в конце августа-первой декаде сентября и в его конце ооциты самок, как правило, находятся на незавершенной и завершенной IV стадии зрелости, ГСИ достигает 26,3 %. В этот момент иногда встречаются зрелые самки, у которых ГСИ составляет 60-70 %.

Таким образом, в конце августа-первой половине сентября через Керченский пролив мигрируют физиологически наиболее подготовленные к нересту производители сингиля. Однако даже в этот период лишь 30-50 % самок имеют ооциты, достигшие дефинитивных размеров (> 500 мкм).

По нашим наблюдениям, период нерестового хода кефалей, когда в Керченском проливе происходит постепенное понижение температуры воды и повышение ее солености, наиболее благоприятен для созревания производителей. При

проводении рыбоводных работ в сериях опытов, в которых комбинации солености и температуры воды соответствовали наблюдаемым во время выхода этих рыб из теплых вод Азовского моря в более холодные воды Черного моря, нарушений созревания производителей не наблюдалось (табл. 2). В то же время, созревание рыб в 2007 г., при аномально высокой температуре воды 24-26 °С, проходило с нарушением и заканчивалось либо тотальной резорбцией, либо гибелью рыб. Лишь после снижения температуры воды в бассейнах замкнутой системы с 24 до 18 °С (в течение 5 суток) чувствительность к гормональным препаратам у самок повысилась, была получена зрелая икра (см. табл. 2).

Как видно из табл. 2, созревание самок сингиля при температуре 21-22,5 °С происходит за более короткий промежуток времени, чем при снижающейся температуре. Однако в последнем случае качество икры выше: по мере снижения температуры и повышения солености во время созревания производителей отмечается тенденция повышения величины основных рыбоводных показателей зрелых ооцитов. Средние показатели сухой массы икры в крайних вариантах различаются достоверно ( $P < 0,95$ ).

Сходная тенденция наблюдается также при сравнении показателей сухой массы икры «дикого» пиленгаса, созревавшего в разных условиях (табл. 3). В икре рыб маточных стад таких различий не обнаружено. Вероятно, это свидетельствует о том, что параметры среды, в которых проводились эксперименты по получению зрелой икры от рыб, выращенных в искусственных условиях, варьировали в пределах, близких к оптимальным для вида.

При температуре воды выше 24 °С у пиленгаса, как и у других кефалей, отмечаются нарушения в созревании ооцитов, появляются дегенеративные изменения. Содержание рыб в таких условиях уже через двое суток приводило к утрате их способности реагировать на введение гормональных препаратов, быстрому ухудшению самочувствия и тотальной резорбции половых клеток. Понятно, введение гормональных препаратов при высокой температуре и низкой солености воды прерывает процесс нормального завершения вителлогенеза, что в итоге ведет к снижению сухой массы зрелого яйца.

Высокая температура блокирует не только созревание, но и процесс овуляции у кефалей. Оболочки неовулировавшей и невыметанной икры могут уплотняться, «спрессовываться» в твердые образования. Подобная картина отмечается и у самок черноморских кефалей (лобана и сингиля). Эти образования могут иметь значительные размеры, сохраняться в течение ряда лет и отражаться на степени развития гонад в последующие нерестовые сезоны.

В то же время, в условиях повышающейся солености (с 13-14 до 18-19 ‰) и плавно поникающейся температуры (с 22-20 до 18-16 °С) практически у всех рыб наблюдалась овуляция зрелой икры. Американские исследователи [10] также отмечали, что для осуществления нормального нереста кефалиям необходимы более низкие температуры по сравнению с теми, при которых идет активный трофоплазматический рост.

Резкое снижение температуры воды приводит к резорбции ооцитов.

Таким образом, результаты наших экспериментов показывают, что нормальное завершение созревания ооцитов кефалей всех трех исследуемых видов происходит в температурном диапазоне – от 16 до 23 °С. При постепенном снижении температуры и повышении солености отмечается тенденция увеличения ряда

**Таблица 2. Характеристика икры сингilia, созревавшего в разных условиях**

Температура, °C	Соденность, %	Диаметр ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Время в опыте, час	Масса яйца, мкг	Содержание влаги, %	Содержание в сыром веществе яйца, мкг		Развитие, %	Количество рыб, шт.
							сырая	сухая		
<b>Интактные рыбы:</b>										
20-22,5	18	611,5 «ГОМ»	814,68 ±18,42	0-16	269,44 ±10,33	42,34* ±2,71	83,91 ±0,87	22,64 ±1,50	10,23 ±1,05	23,97 6
20	14	«ГОМ»	800 ±10,5	1-2	283,4 ±18,4	35,69 ±0,96	87,36 ±0,26	-	-	96-93 2
<b>Гормональное инъектирование</b>										
17-18	17,2	585,51 «2-4ЖК»	871	21	339,2	43,04*	87,49	-	-	21 1
<b>Снижение:</b>										
с 21 до 17	17,2	579,0- 544,5	850,5	41-61	290,3 ±3,7	40,94 ±3,26	85,73 ±1,12	-	-	30-87 2
с 20-21 до 19,5	14	513,21 ±7,23	776,42 ±11,77	47-65	248,5 ±9,74	36,32 ±2,13	85,23 ±1,70	16,94 ±1,31	14,10 ±0,87	46-93 7
с 24 до 18 (за 5 суток)	18	506,1 ±5,95	713,25 ±10,56	70-73	231,53 ±0,88	36,75 ±0,91	84,80 73	-	-	48-10 3
<b>Постоянныe условия:</b>										
20-21	18	515,61 ±2,16	773,79 ±8,94	32-56	261,54 ±8,82	35,96 ±0,81	86,23 ±0,38	16,89 ±0,68	14,21 ±0,64	30-86 10
21-22,5	16,5-18	521,92 ±6,53	758,23 ±10,18	31-60	247,22 ±13,92	31,84* ±1,17	86,26 ±0,35	16,60 ±0,88	15,55 ±5,18	8-90 10

\* данные достоверно ( $P<0,99$ ) различаются. «ГОМ» – в клетках наблюдается гомогенизация желтка; «2-4 ЖК» – в клетках наблюдается слияние жировых капель до 2-4.

**Таблица 3. Характеристика икры пиленгаса, полученной в условиях искусственного воспроизведения**

Температура, °C	Соленость, %	Диаметр исходного ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса, мкг		Влага, %	Оплодотворение, %	Число рыб, шт.
				сырая	сухая			
Естественные популяции								
16,5-18	17-18	607,6 ±6,58	815,3 ±6,35	321,96 ±7,49	65,66 ±1,77	79,30 ±0,51	44 (0-86)	20
23-24	11-13	623,6 ±15,45	861,12 ±18,97	333,9 ±25,35	62,71 ±4,71	81,25 ±3,15	24 (0-66)	3
Интактные самки								
19-20	16-18	-	823,0 ±14,42	349,37 ±13,52	74,34 ±3,63	78,75 ±0,53	60 (0-92)	10
23-25	13	-	781,8 ±17,5	275,06 ±22,9	56,23 ±3,80	80,14 ±2,34	5 (0-10)	3
Маточные стада								
16-19	20-23	621,0 ±17,9	826,04 ±6,15	343,06 ±3,38	66,43 ±1,68	79,68 ±0,53	86 (61-94)	8
20-22	17	625,16 ±15,07	817,71 ±7,03	338,43 ±10,12	68,78 ±1,77	80,61 ±0,59	68 (35-84)	10

важнейших рыбоводных характеристик овулировавшей икры: размеров, сырой и сухой массы, количества сухого обезжиренного вещества, а также ее оплодотворяемости. Созревание кефалей при 25-26 °C в большинстве случаев сопровождается различными нарушениями, часто появляются признаки резорбции желтковых ооцитов. У рыб снижается чувствительность к гормональным препаратам, отмечаются покраснение плавников, потеря чешуи, а нередко и гибель. Содержание рыб во время экспериментов в замкнутых рециркуляционных системах, в которых температурные и соленостные параметры среды соответствуют оптимальным (17-22 °C и 17-20 % – предпочтительно плавное снижение первых и повышение вторых в пределах указанных значений), значительно повышает эффективность рыбоводных работ, позволяет избегать негативных влияний внешней среды.

Следовательно, для нормального завершения вителлогенеза в яйцеклетках азово-черноморских кефалей, обеспечивающего повышение уровня чувствительности к гормональным препаратам и качества половых продуктов, необходимы регулируемые условия, которые могут быть созданы только в замкнутых системах и терmostатированных помещениях.

### Литература

1. Апекин В. С., Вальтер Г. А., Гнатченко Л. Г. Изменение ооцитов при созревании и получении зрелой икры с помощью гомопластических инъекций у лобана (*Mugil cephalus* L.) // Труды ВНИРО. – М., 1976. – Т. 115. – С. 13-23.
2. Биотехника искусственного воспроизведения кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. / Составители: Куликова Н. И., Шекк П. В. – Керчь: ЮГНИРО, 1996. – 27 с.

3. **Булли Л. И.** Связь общего биохимического состава икры пиленгаса с качеством получаемого потомства // Труды ЮГНИРО. – Керчь: ЮГНИРО, 1996. – Том 42. – С. 221-224.
4. **Вальтер Г. А.** Особенности созревания самок сингиля (*Mugil auratus* Risso) в зависимости от размера их ооцитов, а также дозы введенного гипофиза сазана // Физиология морских рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 70-77.
5. **Гнатченко Л. Г., Федулина В. Н., Булли Л. И.** Определение оптимальных условий преднерестового содержания черноморского лобана для перевода в нерестовое состояние // Тезисы докл.: VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб. Т. 1. – Петрозаводск, 1992. – С. 69-70.
6. Инструкция по разведению кефали лобана / Составители: Аронович Т. М., Маслова О. Н., Лапина Н. М., Куликова Н. И., Гнатченко Л. Г., Демьянова Н. И., Куприянов В. С., Шершов С. В. – М.: ВНИРО, 1986. – 54 с.
7. Инструкция по разведению кефали-сингиля / Составители: Куликова Н. И., Демьянова Н. И., Хомутов С. М., Гнатченко Л. Г., Федулина В. Н., Семик А. М., Куприянов В. С., Макухина Л. И., Писаревская И. И., Копейка Н. В., Фитингов Е. М. – М.: ВНИРО, 1990. – 69 с.
8. **Лапин В. И., Чернова Е. Г.** О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10. – Вып. 4. – С. 753-756.
9. Методические указания по разведению кефали-пиленгаса *Mugil so-iuy* (Basilewsky) в водоемах юга Украины / Шекк П. В., Куликова Н. И., Федулина В. Н., Яровенко А. В., Макухина Л. И., Булли А. Ф., Воля Е. Г. – Киев: Укррыбхоз, 1993. – 19 с.
10. **Kuo C.-M., Nash C. E., Shehadeh Z. H.** The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.) // Aquaculture. – 1974 b. – V. 3. – No 1. – P. 25-43.

УДК 639.3.043.2:639.4/.5

## К МЕТОДИКЕ МАССОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЖИВЫХ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ МОЛОДИ ЦЕННЫХ МОРСКИХ ВИДОВ РЫБ

**Н. В. Новоселова, В. Н. Туркулова**  
ЮгНИРО

В течение ряда лет сотрудниками ЮгНИРО проводились работы по массовому культивированию живых кормов для молоди камбаловых и кефалевых рыб, выращиваемых в разные сезоны года. Результаты работ были опубликованы и защищены патентами [3, 12].

Камбаловые виды рыб нерестятся зимой и весной, кефаль сингиль – осенью. В связи с этим работы по разведению личинок проходят на фоне низкой температуры. Для молоди камбаловых и кефалевых рыб существует свой температурный оптимум. У камбалы глюссы развитие личинок и молоди происходит в течение января-марта на фоне изменения температуры от 6 до 12 °C, черноморского и азовского калкана – от 8 до 17 °C, у кефали сингиля – при понижении от 17 до 10 °C. Продолжительность метаморфоза у этих видов рыб составляет от 45 до 75 суток. На этом этапе развития личинки и ранняя молодь потребляют только живой корм. В процессе разработки технологии массового выращивания зоопланктона для летне-нерестящихся видов рыб было установлено, что температурный оптимум для развития культивируемых организмов составляет 20 °C [25]. Вместе с тем, при проведении работ с рыбами, нерестящимися при более низкой температуре, появились трудности в массовом получении для их питания кормовых организмов и возникла острая необходимость разработки методов культивирования зоопланктона в условиях низкой температуры. Это обусловило проведение специальных исследований по подбору эвритеческих видов зоопланктона, ингредиентов среди культивирования для наращивания ими биомассы и определения границ интервала, при которых возможно осуществить массовое выращивание морского зоопланктона.

Целью данной работы явилось обобщение результатов по разработке методов массового культивирования зоопланктона в условиях низкой температуры. В процессе исследовательских работ мы поставили перед собой следующие задачи:

- сбор и анализ имеющихся материалов, экспериментальных данных по влиянию низкой температуры на изменение популяционной структуры разных видов зоопланктона, темпа прироста его биомассы;
- выявление особенностей биотехнологических схем культивирования инфузорий, коловраток, ракообразных в условиях низкой температуры;
- подготовка рекомендаций по массовому культивированию зоопланктона в условиях низкой температуры для молоди морских видов рыб (камбаловых, кефалевых).

Научно-исследовательские работы по массовому культивированию живых кормов проводились на экспериментальной базе и в аквариальной ЮГНИРО, рыбопитомниках морских рыб в Одесской области и Краснодарском крае в период с 1985 по 2005 г. Зоопланктон выращивали в закрытых помещениях, на открытых площадках и под навесом. Использовали различные емкости: рыбоводные лотки (4,5 м х 0,68 м х 0,45 м), стеклопластиковые емкости от 100 до 6000 л, земляные пруды по 0,1-0,5 га, железобетонные бассейны 50-150 м<sup>3</sup>. Регулярно вели контроль за основными гидрохимическими показателями среды; содержание растворенного в воде кислорода и температуру определяли термооксиметром фирмы «Mariet givion», соленость в промилле (%) – ручным рефрактометром фирмы «Atayou».

Расчеты проводимых параметров и определение видов проводили по общепринятым методикам [2, 4, 6, 10, 21].

В настоящее время существует ряд фундаментальных работ по культивированию пресноводных инфузорий, коловраток и ветвистоусых раков [2, 9]. Еще в 70-е годы исследователи отмечали, «...что многие морские организмы рано или поздно могут служить объектами искусственного разведения. Неудачи следует объяснить плохой разработкой методики или недостаточностью финансирования этих работ, так как разработка методов марикультуры требует больших капиталовложений» [23].

Разработанные за последние десятилетия методы массового производства живого корма позволили перейти к искусственно му морскому рыборазведению на уровне отрасли хозяйств. Среди организмов, разводимых в качестве живого корма, ведущее место принадлежит бранхиоподам *Artemia salina* и коловраткам *Brachionus plicatilis*, в то время как разведение морских инфузорий и копепод, наиболее предпочтаемого корма [13, 15, 18], остается малоосвоенным.

Разведение и применение живых кормов, каковы бы они не были, требуют создания дорогостоящих установок и многочисленного квалифицированного персонала. Это привело к тому, что в 80-е годы для увеличения продукции и повышения рентабельности культивирования морских гидробионтов стали использовать более экономные способы массового разведения живых кормов, которые заключались в применении различных питательных сред в комбинации с удобрениями, биологически активными веществами и микроэлементами [19, 20]. Эти добавки позволяют значительно сократить трофическую цепь при выращивании морских рыб [18].

Трудность культивирования гидробионтов в массовом количестве заключена в переходе от многочисленных лабораторных экспериментов к промышленному разведению. В литературе к наиболее технологичным и широко применяемым видам живого корма в морском рыбоводстве относят коловратку *Brachionus plicatilis*, ресничных инфузорий отрядов Hypotricha, Gymnostomata, морских копепод отрядов Nargacticoida и Calanoida [10, 18].

Все выращиваемые нами объекты успешно использовались в ЮГНИРО для кормления личинок и молоди камбаловых и кефалевых рыб [3, 10, 11, 15]. У всех

этих видов рост и скорость развития тесно связаны с температурой культуральной среды.

Влияние температурного фактора на производственные возможности оценивается во многих работах. Прекрасный обзор по продуктивности гидробионтов в зависимости от различных абиотических факторов дан В. Е. Заикой [11]. Зависимость продуктивности культивируемых нами гидробионтов от температуры также описывается степенным уравнением [10]. У инфузорий родов *Euplates* и *Mesodinium* высокая удельная продукция снижается с увеличением массы инфузорий, что происходит при повышении времени генерации при пониженных температурах и увеличивается, соответственно, при возрастании температуры. Для родов *Euplates* и *Mesodinium* удельная продукция при 7-15 °C не превышает (по литературным данным) 0,78 сут.<sup>-1</sup> [8]. При выращивании инфузорий некоторые авторы применяют для увеличения роста популяций тиамин, лизин, витамины [16, 22]. Отмечают также благотворное влияние различных биоактивных веществ на размножение инфузорий при различных неблагоприятных факторах, в том числе при пониженных температурах [1, 4, 6, 7, 26]. В своих исследованиях мы применяли витамины группы В и метионин. Удельная продукция при культивировании инфузорий при 8-15 °C составила 1,0-1,8 сут.<sup>-1</sup> [11, 14]. Для коловратки *Br. plicatilis* Л. В. Спекторовой было установлено, что температурный оптимум культивирования составляет 25-28 °C. Имеются также работы, доказывающие возможность выращивания данного вида при более низких температурах (11-20 °C), но при этом указывают на увеличение размеров коловраток, что нежелательно для стартовых кормов. Удельная продукция коловраток при таких интервалах температуры 0,52-0,61 сут.<sup>-1</sup> [17, 24]. В наших исследованиях стабилизатором роста коловраток был метионин, а среднесуточная продукция при массовом культивировании в условиях низких температур при применении разработанных нами питательных смесей составила 4,0-6,0 млн. экз./м<sup>3</sup> [5, 9].

На данный период в литературе не встречается описание способов массового культивирования веслоногих ракообразных. Имеются многочисленные работы на уровне эксперимента [5, 21]. Культуры копепод для выращивания требуют обычно использования бактерио- и фитопланктона. Поэтому главной задачей наших исследований при культивировании раков было создание единой трофической цепи – бактериопланктон-фитопланктон-микрозоопланктон-мезозоопланктон. В соответствии с этим вели подбор удобрений, микроэлементов, биоактивных веществ [12]. Предлагаемый нами способ массового выращивания веслоногих ракообразных позволяет получать высокие плотности раков (до 3-5 экз./мл) и в условиях низких температур (8-15 °C).

По литературным данным у веслоногих ракообразных отряда Награсткоида удельная продукция снижается с понижением температуры. При изменении температуры от 5 до 25 °C удельная продукция увеличивается с 0,04 до 0,34 сут.<sup>-1</sup>; у копепод отряда Каланоида при 5 °C удельная продукция составила 0,046 сут.<sup>-1</sup>, а при 19-20°C – 0,5 сут.<sup>-1</sup>. Авторы отмечают также, что решение вопросов по по-

вышению удельной продукции состоит, в основном, в разработке методов обеспеченности пищей культивируемых гидробионтов [8].

В наших исследованиях удельная продукция веслоногих раков при низких температурах соответствовала 0,36-0,99 сут.<sup>-1</sup>.

На основании обобщений результатов собственных исследований, проведенных в период с 1985 по 2007 г., нами подготовлены рекомендации по массовому культивированию зоопланктона в условиях низкой температуры.

В табл. 1 представлены виды, имеющие высокую термоустойчивость и способные при приграничных значениях температуры интенсивно наращивать биомассу.

**Таблица 1. Виды зоопланктона, рекомендуемые для разведения в условиях низкой температуры и основные параметры их содержания**

Вид организмов	Размеры, мкм	Тип питания	Оптимальная соленость, ‰	Предельные значения солености, ‰		Оптимальная температура, °C	Предельные значения температуры, °C	
				min	max		min	max
Класс Ciliata Eulotes Charon, OF Muller, 1786	70-100	миксотрофы: бактериопланктон, детрит, мелкий фитопланктон	12-18	6	35	15-25	2	37
Euplotes affinis, Dujardin, 1842	40-70	- " -	12-18	4	33	18-25	4	37
Mesodinium pulex, Stein, 1862	30-80	- " -	12-20	4	37	18-25	4	37
Класс Rotatoria Br. plicatilis, O.F. Müller, 1786	80-300	полифаг: бактерии, детрит, водоросли, мелкие инфузории, жгутиковые	пресноводный вид	пресная вода	38	20-26	6	37
Подкласс Sopropoda Класс Crustacea Acartia clausi, Giesbrecht, 1889	0,9-1,8	смешанный: бактерии, простейшие, инфузории, детрит, водоросли	18-24	6	38	18-25	4	35
Diaptomus salinus, E. Daday, 1885	0,6-1,4	- " -	12-15	4	30	20-25	4	35
Calanipeda ajuedulcis, Kriczagin, 1873	0,8-1,6	- " -	10-14	2	30	18-25	4	35
Tisbe Furcata, Baird, 1837	0,4-1,4	- " -	18-24	6	38	18-25	4	35

В табл. 2, 3 представлен перечень рекомендуемых ингредиентов, используемых для культивирования живых кормов в условиях низкой температуры.

Предлагаемую методику рекомендуется использовать для массового культивирования гидробионтов в прудах, железобетонных танках, различных емкостях объемом не менее 1 м<sup>3</sup>.

**Таблица 2. Ингредиенты, используемые для культивирования инфузорий и коловраток, нормы и способы внесения, объем культуральной среды 700 л**

Температура	Неорганические удобрения	Питательные среды
8-15 °C	Мочевина – 100 г КН <sub>2</sub> РО <sub>4</sub> – 100 г NaNO <sub>3</sub> – 50 г NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> – 50 г Смесь удобрений вносится за 15 суток до внесения маточной культуры, затем ½ кол-ва смеси каждую неделю	Основа: прокипяченный сенной настой (4 кг на 20 л пресной воды) + глюкоза, Д-маннит – 30-50 г, витамины группы В (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> ) – 0,05-0,08 мкг/мл; FeCl <sub>3</sub> , MnCl <sub>2</sub> , ZnCl <sub>2</sub> – по 0,5-1 мг через 3 суток. Метионин – 20-40 мкг/мл, Пекарские дрожжи – 5 г. Эта смесь вносится 1 раз в сутки равномерно по всей поверхности
15-22 °C при температурах выше 22 °C все нормы уменьшаются в 2-3 раза	Мочевина – 50 г КН <sub>2</sub> РО <sub>4</sub> – 80 г NaNO <sub>3</sub> – 20 г Смесь удобрений вносится за 3-5 суток до внесения маточной культуры	Основа – коровий навоз, настоянный 12 часов на морской воде (2 кг на 20 л) + Витамины B <sub>12</sub> и С – 0,02-0,05 мкг/л Д-маннит М – 10 г MnCl <sub>2</sub> , FeCl <sub>3</sub> , CoNO <sub>3</sub> , ZnCl <sub>2</sub> – по 1 мг через 3-5 суток

Примечание: Неорганические удобрения предварительно растворяют в пресной воде. Для коловраток лучше использовать кормовые или гидролизные дрожжи.

**Таблица 3. Ингредиенты, используемые для культивирования копепод, нормы и сроки внесения удобрений и питательных сред, объем 900 л**

Температура	Неорганические удобрения	Питательные среды
8-15 °C	Мочевина – 100 г КН <sub>2</sub> РО <sub>4</sub> – 50 г NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> – 50 г NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> – 30 г Растительная зола – 500 г. Смесь этих удобрений вносится за 15 суток до внесения маточной культуры.	Настой коровьего навоза (5 кг на 20 л морской воды), профильтрованный через газ N 64, с добавлением фуразолидона 0,5-1 г + витамин С, каждые 5 суток по 0,05 мкг/л, витамины группы В, каждые 3 суток по 0,05-0,1 мкг/л, глюкоза 10-20 мг, молибденово-кислый аммоний (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> – 50-60 мг каждые сутки, крахмал картофельный или рисовые отруби – 30 г через сутки. FeCl <sub>3</sub> , MnCl <sub>2</sub> , H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , ZnCl <sub>2</sub> , CoNO <sub>3</sub> – 0,3-0,7 мг/л через 3 суток

Примечание: При температурах выше 15 °C нормы внесения уменьшаются в 2-3 раза. Во все емкости для культивирования гидробионтов, бассейны и пруды рекомендуется на дно вносить кораллово-ракушечный песок из расчета 5-6 кг/м<sup>2</sup> за 20 суток до проведения работ.

### *Литература*

- Бейкер Г., Фрэнк О. Использование простейших для анализа биологических жидкостей и тканей на витамины // Успехи протозоологии. – 1969. – Т. 3. – С. 307-312.

2. Биологические основы культивирования водных организмов. – Кишинев, 1983.
3. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей, с описанием схемы типового рыбопитомника. – Керчь: ЮгНИРО, Минрыбхоз Украины, НАН Украины, 1996. – 27 с.
4. **Бурковский И. В.** Экология свободноживущих инфузорий. – М.: МГУ, 1984. – 208 с.
5. **Винберг Г. Г.** и др. Продукция планктонных ракообразных в трех озерах разного типа // Зоологический журнал. – 1965. – 44. – Вып. 5. – С. 676-687.
6. **Догель В. А.** и др. Общая протозоология. – М.-Л.: АН СССР, 1962. – 592 с.
7. **Догель В. А.** Общая протистология. – Л.: Советская наука, 1951. – 603 с.
8. **Заика В. Е.** Сравнительная продуктивность гидробионтов. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 205.
9. **Кокова В. Е.** Непрерывное культивирование беспозвоночных. – М.: Наука, 1982. – 198 с.
10. Методические рекомендации по культивированию микроводорослей и коловраток при искусственном разведении морских рыб (ВНИРО). – М.: Наука, 1981. – 50 с.
11. **Новоселова Н. В.** Влияние некоторых биологически активных веществ на рост популяций коловраток и инфузорий // Корма и методы кормления объектов культивирования. – М.: ВНИРО, АзНИИРХ, 1986. – С. 33-42.
12. **Новосьолова Н. В.** Декларацийний патент 34843 А. Спосіб культивування веслоногих ракоподібних. А.01К61/00, 2001.
13. **Синюкова В. И.** Об обеспеченности пищей личинок рыб в Черном море // Биология моря. – 1969. – Вып. 17. – С. 197 – 200.
14. **Спекторова Л. В.** и др. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток. – М.: ВНИРО, АзНИИРХ, АзЧерНИРО, ВНИ Биотехника, МГУ, 1987. – 97 с.
15. **Фитингов Е. М., Демьянова Н. И., Новоселова Н. В.** Избирательность питания личинок сингиля при выращивании их в искусственных условиях // Корма и методы кормления объектов марикультуры. – М.: ВНИРО, АзНИИРХ, 1988. – С. 39-47.
16. **Чорик Ф. П., Викол М. М.** Использование полунепрерывного метода для культивирования инфузорий // Биологические основы культивирования водных организмов. – Кишинев, 1983. – С. 35-44.
17. **Bohac M., Medakovic D.** Modificirana tehnica uzgoja rotatorija za hranidby liciki lubina // Mor .riber. – 1983. – V. 35. – № 1. – P. 13-16.
18. **Girin et al.** L'elevage larvaire des poissons marine: chaines alimentaires et aliments composés // Bull. franc. – 1977. – 49. – No 26. – P. 88-101.
19. **Hirayama K., Funamoto H.** Supplementary effect of several nutrients on nutritive deficiency of bakeries years for population growth of the rotifer Br. Plicatilis // Bull. Jap. Soc. Fish. – 1983. – V. 49. – No 4. – P. 505-510.

20. **Joseph K. O.** at al. Role of trace element in brackish water aquaculture // Proc. Nat. Acad. Sci. India. – 1981. – B. 51. – No 3. – P. 221-226.
21. **Josianne G.** et al. The cultivation of *A. tonsa* Dana for use a live food source for marine fish larvae // Aquaculture. – 1986. – V. 52. – P. 87-96.
22. **Kidder G., Devey V.** Studies on the biochemistry of *Tetrahymena* // Arch. Biochem. – 1999. – V. 21. – P. 66-73.
23. **Kinne O.** International symposium: Cultivation of marine organism and its importance for marine biology. – Helgolander Wiss. Meeresunt., 1970. – P. 20.
24. **Nagata W. D.** Long-term acclimation of a parthenogenetic strain of *Br. plicatilis* to subnormal temperatures // Bull. of marine science. – 1985. – V. 37. – No 2. – P. 716-725.
25. **Nagata W. D.** Influence on size, growth and reproduction // Bull. of marine. – 1985. – 37 (2). – P. 716-725.
26. **Schmidt H. J.** New method for cultivation, harvesting and purifying mass cultures of the Hypotrich ciliate *E. aediculatus* // J. Protozool. – 1982. – V. 29. – No 1. – P. 132-135.

## К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ КРУПНОМАСШТАБНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ УСТРИЦ В ОЗЕРЕ ДОНУЗЛАВ

**А. П. Золотницкий<sup>1</sup>, А. Н. Орленко<sup>2</sup>, В. Г. Крючков<sup>1</sup>, Н. А. Сытник<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ЮгНИРО, <sup>2</sup>Херсонская государственная аграрная академия

В настоящее время наиболее ценными объектами мировой марикультуры являются устрицы, важнейшие представители которых – это виды семейств Crossostreidae и Ostreidae [7, 31]. Они издавна считаются деликатесными продуктами и высоко ценятся в странах Европы и Северной Америки [7, 11].

В Черном море обитает один вид устриц – *Ostrea edulis* L., которую называют плоской или грядовой устрицей [7, 15]\*. Еще в начале XX века устричные банки (устричники) были широко распространены в шельфовой зоне моря у берегов Кавказа, Крыма, в Керченском проливе и в заливах северо-западной части Черного моря, что давало возможность проведения их промысла [7, 11, 16]. В большом количестве устриц добывали на отмелях Тендровской косы, у входа в Егорлыцкий залив, в Каркинитском и Джарылгачском заливах, вдоль всего побережья Крыма и на Кавказе – в районах городов Гудауты, Туапсе, Адлера [16, 23]. Однако к середине XX века их запасы заметно сократились, что и обусловило необходимость организации устричных хозяйств [2, 7].

В связи с этим в начале 60-х гг. в ЮгНИРО (АзЧерНИРО) были начаты исследования, связанные с разработкой биотехники культивирования данного вида [2, 7]. На основе изучения отдельных сторон биологии устриц была разработана «Временная инструкция по биотехнике культивирования устриц в полуциклических хозяйствах северо-западной части Черного моря» [8].

Основой метода выращивания являлся сбор спата этих моллюсков на коллекторы в естественных условиях, а выращивание его до товарного размера (60 мм и более) осуществлялось в бассейнах или садках на естественной кормовой базе [2, 7, 8]. Для культивирования этого вида на Черном море были созданы два хозяйства: Егорлыцкое опытно-промышленное устричное хозяйство (ЕОПУХ) и Черноморское экспериментальное устричное хозяйство (ЧЭУХ). В первом плавировалось получение молоди и доращивание моллюсков до товарного размера в бассейнах, во втором – подращивание в садках [2, 7] полученной на ЕОПУХ молоди до промысловой величины.

Однако в результате дальнейшего ухудшения экологической ситуации в северо-западной части Черного моря, особенно ярко проявившейся в 70-х гг., обусловленной зарегулированием стока рек, загрязнением прибрежных районов токсикантами, эвтрофированием вод, а также возникшим на этом фоне грибковым заболеванием моллюсков (болезнь раковины) [1], были существенно подорваны естественные запасы устриц [1, 9, 23]. В связи с этим разработанные ранее биотехнологии, основанные на сборе спата в естественных условиях, оказались не-пригодными при промышленном выращивании.

---

\*Ряд авторов [11, 16, 24, 28] выделяют в малакофауне Черного моря два или три вида – *O. taurica* (Krun.), *O. lamellosa* (Mil.) *O. adriatica* (Lmk.). Поскольку вопрос о таксономическом статусе черноморских устриц до сих пор является дискуссионным [23], ниже мы будем говорить об одном виде устриц – *Ostrea edulis* L.

Анализ сложившейся ситуации показал два реальных пути для дальнейшего развития устрицеводства [12]. Первый связан с сохранением и увеличением запасов аборигенного вида – черноморской устрицы. Второй – с введением в экосистему Черного моря экологического эквивалента устриц, имеющего высокую коммерческую ценность, но в то же время экологически безопасного для экосистемы Черного моря.

Работы по черноморской (плоской) устрице в первую очередь были направлены на разработку биотехнологии массового получения личинок в искусственных условиях и их выращивания до стадии жизнестойкого спата. В ходе проведенных исследований была разработана методика температурной индукции созревания и нереста производителей [12], уточнены отдельные звенья кормления и выращивания личинок до стадии великонх, а также определены пределы критических значений абиотических и биотических факторов среды, необходимых для нормальной жизнедеятельности этого вида [12, 29]. Результаты работ показали, что спат, полученный в искусственных условиях, как и осевший в природной среде, можно успешно выращивать до товарного размера за трехлетний период [4].

Второе направление устрицеводства было связано с акклиматизацией в Черном море тихоокеанской (японской, гигантской) устрицы – *Crossostrea gigas* (Thunberg). На основе биологического обоснования на интродукцию этого вида, разработанного ТИНРО [25], в 80-х гг. в Черное море было трансплантировано 7 партий устриц (от 2 до 10 тыс. экз.) сначала на побережье Северного Кавказа (мыс Большой Утриш), затем в другие районы Черного моря – побережье Крыма, Джарылгачский залив, Керченский пролив [17, 18]. До начала 90-х гг. исследования по акклиматизации тихоокеанской устрицы проводились у побережья Северного Кавказа (мыс Б. Утриш), а после распада СССР работы были перенесены в украинскую зону Черного моря – в Керченский пролив, южное (район м. Карадаг) и западное (оз. Донузлав) побережье Крыма.

Интродуцированные особи хорошо перенесли пониженную соленость вод Черного моря. Темп роста одноразмерных особей существенно не отличался от такового моллюсков естественного местообитания (залива Посыета Японского моря) [5, 14]. Гистологическое изучение состояния гонад также не выявило аномалий в прохождении полового цикла [21]. Кроме того, предварительные опыты по индукции созревания и нереста с помощью температурной стимуляции с последующим оплодотворением выметанных яиц показали, что эмбриональное и личиночное развитие происходит без нарушений, а на установленных коллекторах была обнаружена осевшая молодь [14].

Поскольку эффективность акклиматационных мероприятий в первую очередь связана с гарантированным получением посадочного материала, основное направление работ было связано с вопросами индукции созревания и нереста, инкубации икры, выращиванием личинок и сбором спата на коллекторы [14, 19, 20]. Параллельно с указанными работами проводились технические исследования, связанные с подбором субстрата оптимальной формы и материала для оседания педивелигеров устриц [10].

На основании проведенных исследований в конце 80-х годов в ЮГНИРО была разработана биотехнология массового получения спата тихоокеанской устрицы в Черном море [10]. Указанная технология была апробирована в различ-

ных районах Черного моря (побережья Крыма, оз. Донузлав, Джарылгачский залив) и показала эффективность ее применения для массового получения спата в искусственных условиях. Вместе с тем обнаружены значительные резервы для совершенствования и повышения ее эффективности.

Таким образом, в настоящее время имеются весьма реальные предпосылки для возрождения и дальнейшего развития устрицеводства в Черном море.

В связи с этим для дальнейшего развития марикультуры устриц и повышения экономической эффективности их культивирования необходимо создание опытно-промышленной морской фермы (пилотного модуля) для разведения и выращивания моллюсков. На его базе можно было бы совершенствовать разработанные ранее и создавать новые биотехнологии и технические средства для массового получения молоди и ее выращивания в различных районах Черного моря, а также получать продукцию устриц в условиях, максимально приближенных к промышленным образцам.

Создание такой морской фермы в открытых акваториях моря обуславливает определенный риск при выращивании устриц в садках во время сильных штормов, которые наблюдаются практически круглый год. Использование закрытых акваторий моря, имеющих оптимальные глубины, малые волновые нагрузки, значительную приближенность к береговой линии, позволяет снизить возможные негативные последствия неблагоприятных гидрологических условий. Вместе с тем, закрытые и сравнительно небольшие акватории позволяют применять для культивирования моллюсков более простые и дешевые технические средства, маломерный флот, до минимума сократить водолазные работы, что, в конечном счете, позволит существенно снизить себестоимость получаемой продукции.

В 80-х гг. сотрудниками ЮГНИРО и ИнБЮМ НАН Украины [3, 26] в оз. Донузлав были проведены комплексные исследования по гидрологии вод озера, структуре планктона и бентоса, кормовой базе моллюсков, загрязненности вод различными токсикантами. Было показано, что оз. Донузлав является одним из наиболее высокопродуктивных районов Черного моря и по своим океанографическим параметрам соответствует биологии и экологии двустворчатых моллюсков, в том числе устриц.

Гистологический анализ половых желез у обоих видов устриц показал, что гаметогенез и половые циклы у черноморской и тихоокеанской устриц в оз. Донузлав проходят нормально и их можно использовать в качестве производителей. Например, в середине 90-х гг. тихоокеанские устрицы оз. Донузлав были использованы в качестве производителей при получении личинок и жизнестойкой молоди в аквариальной Карадагского заповедника (южный берег Крыма). В дальнейшем эта молодь была выращена в садках до особей товарного размера, от которых в свою очередь получили еще одно поколение тихоокеанских устриц. Эти работы подтвердили высокое качество производителей устриц, содержащихся в условиях оз. Донузлав.

Немаловажным обстоятельством для создания морской фермы является и то, что в оз. Донузлав сохранились микропопуляции черноморской устрицы, которые могут использоваться для формирования маточного стада.

Проведенные в 90-х-начале 2000-х гг. работы по выращиванию моллюсков показали, что товарного размера черноморская устрица достигает за 22-26 меся-

цев, а тихоокеанская – за 12-15 месяцев. Молодь устриц можно выращивать в береговых питомниках, а культивирование до товарных размеров проводить на фермах в море (в выбранных акваториях) на естественной кормовой базе.

В настоящее время в связи с закрытием базы Черноморского флота и отка- зом от строительства крупного перегрузочного терминала антропогенный пресс на оз. Донузлав значительного уменьшился. В начале 2000-х гг. ЮГНИРО в этом водоеме провел работы по созданию маточного стада тихоокеанской устрицы, кроме того, было зарегистрировано восстановление микропопуляции черномор- ской устрицы.

Таким образом, акватория оз. Донузлав является благоприятным районом как для содержания маточного стада, так и получения посадочного материала для дальнейшего товарного выращивания.

При внедрении разработок по марикультуре устриц необходимо учитывать не только экологические, но и экономические, и социальные факторы. Ранее счи- талось, что при организации и выборе мест для морских ферм по культивирова- нию моллюсков экологические факторы являются определяющими, но теперь становится ясно, что не менее, а скорее более важными являются социально-экономические предпосылки создания такого марихозяйства [27, 30]. Именно величина капиталовложений, объем и качество подготовки продукции, ее цена, наличие рынков сбыта, высококвалифицированных трудовых ресурсов (в том числе экспертов), сроки вывода деятельности хозяйства на рентабельное произ- водство – вот определяющие факторы.

Проведенные социологические исследования [22] свидетельствуют о зна- чительных объемах потенциальных рынков сбыта выращенных устриц в Крыму. Особенно возрастают потребности в деликатесной продукции в период пика ту-ristического сезона (летний период). Озеро расположено недалеко от многих курортных центров Крыма и связано с ними транспортными магистралями.

Предварительные экономические расчеты (по состоянию цен в 2005 г.) по- казывают, что для морской фермы с береговым питомником и ежегодным выра- щиванием 400 тыс. экз. молоди устриц (размером 3-5 мм) на коллекторах и еже- годным выращиванием 200 тыс. экз. устриц товарного размера капитальные вло- жения составляют 320 тыс. грн., в т. ч.:

- затраты на строительство береговых сооружений – 200 тыс. грн.;
- стоимость коллекторов, садков и гидробиотехнических сооружений – 55 тыс. грн.;
- стоимость плавсредств, оборудования водолазного снаряжения – 65 тыс. грн.

Ежегодные затраты ( себестоимость ) выращивания устриц на ферме состоят из следующих основных статей:

- затраты на ремонт и содержание береговых построек, оборудования, при- боров и снаряжения;
- затраты на ремонт коллекторов, садков и сооружений, выставленных в море;
- затраты на содержание обслуживающего флота (закупают маломерный ка- тер-буксир, катер с подвесным двигателем и платформу транспортно-вспо- могательную);
- заработка плата работников (среднесписочная численность – 10 чел.);
- транспортные и неучтенные расходы.

Себестоимость выращивания по нашим ориентировочным расчетам составляет 232 тыс. грн., т. е. себестоимость одной устрицы товарного размера 1 грн. 16 коп.

Рыночная стоимость одной товарной устрицы – 3,7 грн. При стабильном выращивании на устричной ферме ежегодно 200 тыс. экз. стоимость этой товарной продукции будет составлять не менее 740 тыс. грн.

Рентабельность деятельности такого питомника и фермы в отношении к себестоимости составит порядка 20 %, а к производственным фондам – 146 %. Срок окупаемости хозяйства такой мощности – 4 года. После окончания 4-го года будет получена прибыль свыше 280 тыс. грн. (с учетом беспрецентного погашения затрат на капитальные вложения), в последующие годы она стабилизируется на уровне 320 тыс. грн.

Увеличение объемов выращивания должно проводиться с учетом экологической безопасности акватории водоема. Исходя из данных ЮГНИРО, в оз. Донузлав можно получать до 4,0 млн. экз. спата и выращивать до 2,0 млн. товарных устриц.

Необходимо отметить, что строительство пилотной устричной фермы на оз. Донузлав включено в Закон Украины «О перспективах развития рыбного хозяйства до 2010 г.». В то же время государство не может профинансировать работы по ее созданию в полном объеме. Поэтому для успешной реализации такого проекта нужны инвестиции порядка 1,4 млн. грн. с полным возвратом этой суммы (без процентных надбавок) после четырехлетней деятельности и последующим получением ежегодной гарантированной прибыли более 320 тыс. грн.

Таким образом, биоэкологические, океанологические и социально-экономические факторы свидетельствуют о перспективности создания на оз. Донузлав одного питомника для выращивания устриц ежегодной производительностью 2,0 млн. экз. товарных моллюсков.

### *Литература*

1. Губанов В. В. Болезни культивируемых моллюсков. – Обзор информ. ЦНИИТЭИРХ. – М., 1987. – Сер. Марикультура. – Вып. 1. – 41 с.
2. Домаскин В. В. Биологические основы и биотехника культивирования устриц в Джарылгачском заливе // Матер. Всес. совещ. по морской аквакультуре. – Керчь. – 1976. – С. 43-45.
3. Вижевский В. И. Биологические основы промышленного культивирования мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря. – Дисс. ...канд. биол. наук. – Керчь. – 1990. – 174 с.
4. Золотницкий А. П., Монин В. Л. Рост спата черноморской устрицы, полученного в искусственных условиях // Рыбное хоз-во. – 1988. – № 9. – С. 51-53.
5. Золотницкий А. П., Монина О. Б. Рост и продукция японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизированной в Черном море // Экология моря. – Киев: Наукова думка, 1992. – С. 77-80.
6. Золотницкий А. П., Орленко А. Н. Размножение тихоокеанской устрицы в Черном море // Рыбное хозяйство Украины. – 2003. – № 3-4. – С. 23-26.

7. **Кракатица Т. Ф.** Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами ее воспроизводства // Биол. основы морской аквакультуры. – Вып. 2. – Киев: Наукова думка, 1976. – С. 3-79.
8. **Кракатица Т. Ф.** Временная инструкция по биотехнике культивирования устриц в полуциклических хозяйствах северо-западной части Черного моря. – М: ВНИРО, 1978. – 18 с.
9. **Кракатица Т. Ф.** Сокращение ареала и уменьшение численности устриц в Егорлыцком заливе // Моллюски. Основные результаты их изучения. – Л.: Наука, 1979. – С. 112-114.
10. Методические рекомендации по получению личинки и спата тихоокеанской устрицы, акклиматизируемой в Черном море / Отчет ЮгНИРО. – Авторы: Золотницкий А. П., Орленко А. Н. и др. – Керчь, 1990. – 57 с.
11. **Милашевич К. О.** Моллюски русских морей. Т. 1. Моллюски Черного и Азовского морей // Фауна России и сопредельных стран. – Петроград, 1916. – С. 171-180.
12. **Монин В. Л.** Биологические основы разведения черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.). – Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. – Севастополь, 1990. – 24 с.
13. **Монин В. Л., Золотницкий А. П.** Половая структура и величина индивидуальной плодовитости черноморской мидии (*Mytilius galloprovincialis* Lam.) и устрицы (*Ostrea edulis* L.) // Тез. докл. IV Всес. конф. по пром. беспозвон. – Севастополь, 1986. – С. 261-262.
14. **Монина О. Б.** Получение и выращивание личинок и молоди тихоокеанской устрицы в Черном море // Тез. докл. IV Всес. конф. по пром. беспозвон. – М., 1986. – Ч. II. – С. 263-264.
15. **Невесская Л. А.** Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. – 1965. – Т. 105. – С. 116-121.
16. **Никитин В. Н.** Устрицы Черного моря и их промысловое значение // Рыбное хозяйство. – 1940. – № 10. – С. 15-16.
17. **Орленко А. Н.** Репродуктивный цикл и соотношение полов у гигантских устриц *Crasostrea gigas* в Керченском проливе // Тез. докл. Конф. молод. ученых, Владивосток, 19-21 мая 1992 г. – Владивосток: ТИНРО, 1992. – С. 65-76.
18. **Орленко А. Н.** Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Grassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // Зоологический журнал. – 1994. – Вып. 1. – С. 51-54.
19. **Орленко А. Н., Золотницкий А. П.** Опыт получения спата японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море // Тез. докл. Межд. симп. по совр. пробл. марикультуры в соц. странах, Большой Утриш, 25 сентября-1 октября 1989. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 68-69.
20. **Орленко А. Н., Золотницкий А. П., Спектрова Л. В.** Получение спата японской устрицы в Черном море // Рыбное хозяйство. – 1990. – № 3. – С. 60-62.

21. Орленко А. Н., Монина О. Б. Половой цикл гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизированной в Черном море // VIII Всесоюзное совещание по изучению моллюсков: Моллюски, результаты и перспективы их исследований. – Автореф. докл. – Л.: Наука, 1987. – С. 358-359.
22. Орленко А. Н. Отношение жителей Крыма к развитию марикультуры моллюсков в Азово-Черноморском бассейне (результаты социологического опроса в 1998-1999 гг.) // Информационный листок № 36-2000. – Симферополь: КРЦНТИ, 2000. – С. 1-3.
23. Переладов М. В. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Труды ВНИРО: Прибрежные гидробиологические исследования. – М.: ВНИРО, 2005. – Т. 144. – С. 254-274.
24. Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Сравнительная характеристика личинок двух видов черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L., 1758 и *O. lamellosa* Brocchi, 1814; сем. Ostreidae), выращенных в питомнике // Экология моря. – 2001. – Вып. 55. – С.40-44.
25. Раков В. А. Биологическое обоснование акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море. – Владивосток: ТИНРО, 1978. – № гос. регистрации 73045601. – 58 с.
26. Самышев Э. З., Сеничкина Л. Г., Сергеева Н. Г., Михайлова Т. В., Панкратова Т. М. Структура и функционирование сообществ планктона и бентоса оз. Донузлав в условиях антропогенного загрязнения и оценка перспектив его рыбохозяйственного использования // Сб. науч. трудов МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2001. – С. 301-325.
27. Силкин В. А., Хайлов К. М. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. – Л.: Наука, 1988. – 230 с.
28. Скарлато О. А., Старобогатов Я. И. Класс двустворчатые моллюски – Bivalvia. // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наукова думка, 1972. – Т. 3. – С. 178-249.
29. Хребтова Т. В. Питание и пищевые потребности личинок промысловых моллюсков Черного моря в условиях культивирования: автореф. дисс. ...канд. биол. наук. – М: ВНИРО, 1986. – 24 с.
30. Щербань В. Д. Концептуальные основы развития марикультуры на Дальнем Востоке // Экономика использования сырьевых ресурсов внутренних водоемов и прибрежных зон рыболовства. – Владивосток, 1987. – С. 77-85.
31. FAO Yearbook. Fishery Statistics. – 2000. – V. 91. – 622 p.

УДК 582.273(262.5)

**МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ  
РОДА *PHYLLOPHORA* GREV. В УСЛОВИЯХ ПОЛЯ ЗЕРНОВА  
(ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

**И. К. Евстигнеева, М. В. Нехорошев**

Институт биологии южных морей НАН Украины (ИнБЮМ)

В Черном море произрастает свыше 90 видов красных водорослей, среди которых ведущее место по величине биомассы, занимаемой площади и практическому значению принадлежит видам рода *Phyllophora* Grev. (*Phyllophora nervosa* (DC.) Grev., *Ph. brodiaei* (Turn.) J. Ag.) [3, 8]. Промысловые скопления *Ph. nervosa*, известные как Филлофорное поле Зернова, расположены в северо-западной части Черного моря. В 70-е годы прошлого столетия наметилась тенденция к уменьшению запасов этого вида, а к середине 80-х годов ценная водоросль теряет сырьевое значение [5, 4]. Озабоченность состоянием уникального природного объекта, каковым является поле Зернова, потребовала проведения многоцелевых экспедиционных работ, позволивших изучить особенности макрофитобентоса данного региона в современных условиях. Часть результатов, полученных в экспедициях 1986 и 1989 гг., были опубликованы [4], тогда как результаты исследований в 1991 и 1993 гг. по причине, не зависящей от авторов, напечатаны не были. Это привело к тому, что последующие исследователи сообщества поля Зернова [11] вынуждены обращаться к ранним результатам, минуя более поздние. Поэтому считаем целесообразным публикацию статей, основанных на результатах более поздних экспедиций, в задачу которых, в частности, входило изучение морфо-функциональных особенностей ценозообразующих водорослей *Ph. nervosa* и *Ph. brodiaei*.

О функциональных особенностях макроводорослей можно судить по линейному и весовому росту слоевища, а также по количественному и качественному составу их фотопигментов. Филлофора, как представитель класса Флоридеевых, характеризуется апикальным ростом, при котором осевые элементы слоевища удлиняются за счет образования молодых сегментов. Красные водоросли, к числу которых относится и род *Phyllophora*, отличаются сложным набором пигментов, входящих в состав светособирающего комплекса хлоропластов и не тождественных у разных видов водорослей [7]. С пигментами связано функционирование фотосинтетического аппарата, а, значит и всего организма.

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы стало изучение пространственной морфодинамики слоевищ двух видов филлофоры и содержания в их молодых сегментах фотопигментов как показателей функционального состояния ведущих видов водорослей поля Зернова.

**Материал и методы**

Работа проведена в 34 рейсе НИС «Профессор Водяницкий», организованном Институтом биологии южных морей НАН Украины в августе 1991 г. Пробы водорослей отбирали траалом Сигсби и дночерпателем «Океан-0,25». Из 46 выполненных станций водоросли были собраны на 31. Выходными морфометрическими параметрами стали длина и масса слоевища *Ph. nervosa* и *Ph. brodiaei*,

количество, длина и ширина старых сегментов, образующих главную ось слоевища *Ph. nervosa*, а также длина и общая масса молодых (апикальных) сегментов боковых осей обоих видов филлофоры. Длину слоевища и его сегментов измеряли линейкой, массу определяли путем взвешивания с точностью до 1 мм и 1 мг соответственно. На основании полученных цифровых данных вычисляли продукцию в процентах от массы старой части слоевища.

Для биохимических исследований были отобраны растения с 10 станций (ст. 3-6, 8, 10, 16, 21, 49, 51) I и II разрезов. Станции 3-6 относятся к первому разрезу и охватывают глубины от 20 до 41 м, а остальные – ко второму разрезу и глубинам от 17 до 47 м. Молодые сегменты этих растений очищали от механических загрязнений, промывали дистиллированной водой, обсушивали фильтровальной бумагой. Оптимальная масса навески – 0,030-0,040 г. Водоросли растирали в фосфатном буфере и полученный гомогенат центрифугировали 20 минут при скорости 5000 оборотов в минуту. Полученный остаток растирали в ацетоне и вновь центрифугировали с последующим определением концентрации хлорофилла «а». Спектры поглощения водных и ацетоновых экстрактов получали с помощью спектрофотометров «Specol UV-VIS» и «Specol EK-5». Концентрацию (мг/мл) фикобилипротеинов ( $\text{C}$ ) R-фикоэритрина и аллофикоцианина рассчитывали по формулам [10]:

$$\text{для R-фикоэритрина } \text{C} = 0,014\Delta_{678} - 0,072\Delta_{626} + 0,122\Delta_{565},$$

$$\text{для аллофикоцианина } \text{C} = 0,147\Delta_{678} - 0,02\Delta_{626},$$

где  $\Delta$  – оптические плотности при 565 нм, 626 нм и 678 нм в максимумах поглощения.

На основе найденных значений рассчитывали процентную концентрацию пигментов (C) по формуле:

$$\text{C} = [\text{R-фикоэритрин или аллофикоцианин}] \cdot V \cdot 100 / m,$$

где  $V$  – объем экстракта в мл, а  $m$  – навеска водоросли в мг.

Концентрацию хлорофилла «а» определяли по формуле:

$$[\text{хл. «а»}] = 11,85 \cdot (\Delta_{664} - \Delta_{750}) \cdot V \cdot 100 / m.$$

## Результаты и обсуждение

Тенденции пространственной динамики размерно-весовых характеристик слоевищ двух видов филлофоры в разных точках поля Зернова описаны в более ранней работе [4]. Установлено, что средняя высота слоевищ *Ph. nervosa* варьирует от 30 до 220 мм и в среднем для всего поля составляет  $109 \pm 10$  мм. Самые крупные по размерам особи филлофоры обнаружены в центральной части поля, на его периферии размеры слоевища постепенно снижаются. Индивидуальная масса растений колеблется от 0,1 до 2,2 г и в среднем составляет  $0,8 \pm 0,1$  г. Наибольшей массой отличаются особи *Ph. nervosa* на севере и в центре поля, где до недавнего времени находился промысловый пласт. В северной части поля особи филлофоры данного вида мелкие, но кустистые, что определяет высокую индивидуальную массу. Второй вид филлофоры *Ph. brodiaei* в исследуемый отрезок времени произрастал по всему полю. Высота ее слоевищ колеблется от 10 до 380 мм и в среднем составляет  $80 \pm 10$  мм. Мелкоразмерная часть населения ценопопуляции произрастает на восточной окраине поля ( $48 \pm 6$  мм). Индивидуальная масса *Ph. brodiaei* и ее среднее значение ( $0,15 \pm 0,03$  г) заметно ниже, чем у *Ph. nervosa*. На западной и восточной окраинах поля средняя масса особей в ценопопуляции соответственно в 3 и 6 раз меньше, чем в его центре.

Линейно-весовой прирост слоевищ, рассчитанный на момент исследования – показатель функционального состояния филлофоры. Особенностью обоих видов является то, что основной вклад в прирост вносят молодые апикальные сегменты. По данным [2] молодые сегменты филлофоры делятся на основные, ведущие начало от центральной жилки, и пролификации, возникающие по краям пластины. Первый тип сегментов обеспечивает линейно-весовой прирост слоевища и относится к его постоянным элементам. Пролификации носят временный характер и у глубоководной пластообразующей формы *Ph. nervosa* на поле Зернова развиты слабо. Основные сегменты образуются на вершине боковых веточек группами по 3-5 экземпляров, из которых на следующий год остается 2-3. Во время проведения работ молодые сегменты обнаружены на 31 станции у 3-5 (10) % особей в ценопопуляции.

**Морфометрический анализ слоевищ** *Ph. nervosa* с молодыми сегментами показал, что их средняя длина находится в пределах  $57\pm6$  –  $178\pm22$  мм с максимумом на востоке поля и минимумом на юго-западе (табл. 1). Пределы варьирования массы слоевища составили  $0,13\pm0,03$  и  $1,03\pm0,56$  г с максимумом в центре поля и минимумом на его южной границе, где во время экспедиции были зарегистрированы признаки замора.

**Таблица 1. Морфометрическая и продукционная характеристика *Phyllophora nervosa* на поле Зернова\***

Признак	max	min	Среднее	V, (%)	Балл вариабельности	Участок поля	
						для max	для min
Длина слоевища	$178\pm25$	$57\pm5$	111,3	34	3	в	ю
Масса слоевища	$1,03\pm0,5$	$0,13\pm0,03$	0,52	75	5	ц	ю
Количество старых сегментов	$10\pm2$	$2,9\pm0,5$	6,3	36	3	ц(в)	ц
Длина старых сегментов	$18\pm2$	$2,8\pm0,5$	12,2	41	3	с(ц)	ц(в)
Ширина старых сегментов	$4\pm0,3$	$2,0\pm0,2$	2,9	34	3	св, с	ц, ю
Длина молодых сегментов	$7\pm0,7$	$1,6\pm0,3$	3,8	61	4	с	ю
Масса молодых сегментов	$0,65\pm0,2$	$0,001\pm0,001$	0,04	69	5	ц	ц
Количество молодых сегментов	18	2	6,9	-	-	с	ц
Продукция	23,5	0,25	5,3	-	-	с	ц

\*здесь и в табл. 2 – с, ц, в, ю, св – север, центр, восток, юг, северо-восток поля, V – коэффициент вариации, «-» – нет данных.

Количество сегментов, слагающих главную ось слоевища, колеблется от  $3\pm0,5$  в южной части поля и до  $10\pm2$  в центре и на востоке поля. Ширина таких сегментов, условно принятых за старые, и размах ее вариации (2,1) были меньше по сравнению с таковыми для длины старых сегментов в 3-7 и 2,5 раза соответственно.

Количество молодых сегментов у *Ph. nervosa* колеблется от 2 до 18, составляя в среднем  $6,7\pm0,8$ . Максимальный предел данного признака характерен для растений северной части поля, минимальный – для центральной, где во время драгирования слоевища подвергаются механической фрагментации. На северных станциях 31, 37, 39 и 40 растения имеют равное число молодых сегментов (9-10). Размах вариации этого признака (20-22) наиболее велик на ст. 6, 8, 10, 37, 38, 39, где было зарегистрировано максимальное среднее количество молодых сегментов на одном слоевище.

Длина молодых сегментов *Ph. nervosa* изменяется в пределах от 1,6 до 7,3 мм и в среднем достигает  $3,8\pm0,7$  мм. Высокие значения этого параметра (7,3 и 6,7 мм) отмечены у растений на двух противоположно расположенных станциях № 9 на севере и № 19 на юге поля. В остальных случаях длина молодых сегментов близка к своему среднему значению. Размах вариации признака (5,7 мм) невелик и свидетельствует о его константности.

Суммарная масса молодых сегментов варьирует в широких пределах: от 0,002 до 0,650 г. Наибольшими ее значениями отличались растения на юго-западной станции № 22, наименьшими – растения большинства станций центра поля. Прирост массы молодых сегментов (продукция) у *Ph. nervosa* колеблется от 0,25 до 23,5 %, составляя в среднем  $5,3\pm2,8$  % общей массы слоевища. Высокий весовой прирост характерен для растений северной части поля. Более того, в северо-восточной части (ст. 44, 48, 49) этот вид растет интенсивнее, чем в северо-западной (ст. 44, 48, 49). На ст. 6, 8, 10 в центре северной части поля (зона промысла филлофоры) весовой прирост достигает максимума (17,8-23,5 %).

В целом, максимальные значения всех анализируемых признаков *Ph. nervosa* с молодыми сегментами приходятся на северо-восточную и восточную части поля, а также на его центр. Минимальные уровни перечисленных параметров зарегистрированы у растений южной части поля и наиболее близких к ней центральных участков. Высокой изменчивостью отличаются масса слоевища (75 %) и масса молодых сегментов (69 %). Такая вариабельность признаков относится к высокому классу, оцениваемому в 5 баллов [1]. Вариабельность остальных признаков невелика (3 балла), и среди них наиболее константными являются длина слоевища и ширина старых сегментов (по 34 %).

Длина слоевищ второго вида филлофоры *Ph. brodiaei*, обладающих молодыми сегментами, находится в пределах  $36\pm7$  –  $167\pm25$  мм и по своему среднему значению ( $81\pm10$  мм) не отличается от средней высоты слоевищ этого вида на всем поле (табл. 2). Длина растений особенно велика в центре поля и мала – на его севере и северо-востоке. Среднее значение коэффициента вариации высоты растений достигает 59 %. Исходя из шестибалльной шкалы вариабельности, длина *Ph. brodiaei* относится к признакам с высоким четвертым баллом изменчивости.

Индивидуальная масса слоевищ *Ph. brodiaei*, снабженных молодыми сегментами, колеблется от  $0,04\pm0,02$  до  $0,34\pm0,06$  г, достигая в среднем  $0,16\pm0,04$  г, что тождественно таковой для всего поля. Масса слоевищ – весьма вариабель-

ный признак, о чем свидетельствует среднее значение коэффициента вариации, равное 110 % и позволяющее присвоить этому параметру максимальный балл вариабельности (6). Особенно велика масса слоевищ с молодыми сегментами (0,30-0,34 г) в центре и мала (0,04-0,07 г) – на его севере и востоке. Масса слоевища на участках поля, где осуществляется промысел филлофоры, характеризуется заметной изменчивостью.

**Таблица 2. Морфометрическая и продукционная характеристика *Phyllophora brodiaei***

Признак	max	min	Среднее	V, (%)	Балл вариабельности	Участок поля	
						для max	для min
Длина слоевища	167±25	36±7	81±6	59	4	ц	с, св
Масса слоевища	0,34±0,06	0,04±0,02	0,16±0,04	110	6	ц	с, в
Длина молодых сегментов	15±2,4	4,3±1,4	9,7±1,2	50	4	с, ц	ц
Масса молодых сегментов	0,04±0,01	0,003±0,001	0,02±0,01	73	5	с	ц, ю
Количество молодых сегментов	5	1	2,5±0,9	-	-	с	ц, ю
Продукция	55	5,5	19,9±4,3	-	-	с, св	ц

Длина молодых сегментов *Ph. brodiaei* изменяется в широких пределах, достигая в среднем  $9,7\pm1,2$  мм. Максимальная длина этих новообразований обнаружена у растений севера и от части центра поля, то есть там, где произрастает наиболее крупновесовая и крупноразмерная часть ценопопуляции *Ph. brodiaei*. Исходя из среднего значения коэффициента вариации длины молодых сегментов (50 %), изменчивость длины молодых сегментов относится к тому же высокому разряду (4 балла), что и высота растения. Самые мелкие молодые сегменты обнаружены у растений некоторых участков центра поля.

Общая масса молодых сегментов *Ph. brodiaei* в расчете на одно слоевище достигает  $0,003\pm0,001 - 0,04\pm0,01$  г. Вариабельность этого признака (73 %) выше, чем у их размеров и меньше, чем у массы слоевища целиком. Высокий уровень суммарной массы молодых сегментов находится на северную окраину поля, а низкий – на юго-восточную и от части центральную часть. Количество молодых сегментов в пределах слоевища достигало 1-13 при среднем значении 1-5 штук. Относительно много таких новообразований у растений на севере поля и мало – на некоторых центральных и южных станциях.

Весовой прирост слоевищ за счет развития молодых сегментов к моменту исследования изменялся в очень широких границах и в среднем составлял  $19,9\pm4,3$  % общей массы слоевища. Велик вклад этих сегментов в общую продукцию в северной и северо-восточной частях поля. В центре поля Зернова, где велся промысел *Ph. nervosa*, отмечены низкие значения прироста массы (продукция) у близкородственного вида.

В целом, максимальные значения всех морфометрических параметров слоевища *Ph. brodiaei* приходятся на северную и центральную часть поля, а минимальные – на северо-восточную, южную и юго-восточную части. Весовые характеристики слоевища и его молодых сегментов вариабельнее размерных. Сопоставление основных морфобиологических показателей двух видов филлофоры, свидетельствующих о линейно-весовом росте слоевищ, показало, что *Ph. brodiaei* отличается вдвое длинными молодыми сегментами и вчетверо большей продукцией. Вместе с тем длина и масса слоевища, масса молодых сегментов *Ph. brodiaei* характеризуются более высокой пластичностью, чем у *Ph. nervosa*. У *Ph. nervosa* средние длина и масса слоевища, количество и масса молодых сегментов в 2-3 раза больше, чем у родственного вида. Если на северо-востоке поля Зернова у *Ph. nervosa* многие морфобиологические признаки достигают максимального уровня, то у *Ph. brodiaei* они именно здесь будут минимальными, что свидетельствует о наличии конкурентности во взаимоотношениях двух видов.

Сходство двух видов филлофоры проявляется в виде высокой изменчивости массы слоевища и молодых сегментов и относительной консервативности высоты растений.

К настоящему времени известно незначительное число работ, посвященных исследованию фикобилиновых пигментов видов *Phyllophora* в Черном море [6, 7, 9]. Из них следует, что фикобилиновые комплексы *Ph. nervosa* включают фикоэритрин, фикоцианин и аллофикацианин. Первый из перечня пигментов преобладает, составляя 66 % общего количества фикобилипротеинов. На долю двух других красителей приходится по 17 %. Подобные сведения для *Ph. brodiaei* нам неизвестны, как и неизвестны исследования пигментного состава молодых сегментов обоих видов, обеспечивающих их весовой рост. Для устранения такого пробела в знаниях химического состава ценных красных водорослей нами были отобраны растения, обитавшие в центральной части поля (ст. 16, 46, 51), северной (ст. 6, 8, 10), южной (ст. 21), юго-восточной (ст. 3), восточной (ст. 4) и северо-восточной (ст. 5). На этих станциях растения отличались крупным слоевищем, или многочисленностью молодых сегментов, или высокой продукцией. Кроме того, выбор таких станций позволяет проследить особенности вертикального распределения пигментов (табл. 3). Спектральный анализ экстракта из апикальных сегментов позволил установить, что оба вида имеют стоящие рядом три максимума поглощения (498, 545, 568 нм), характерные для R-фикоэритрина и еще один (679 нм) – для аллофикацианина. Основным пигментом, определяющим окраску филлофоры, является R-фикоэритрин, тогда как фикоцианин присутствует в минорных количествах. Водные экстракты, полученные из молодых сегментов обоих видов филлофоры, отличаются окраской, и причиной этому может быть разное количество в них синего аллофикацианина. Максимальная концентрация R-фикоэритрина у *Ph. brodiaei* составляет 0,46-0,50 %, а у *Ph. nervosa* – 0,56-0,75 %, причем это касается сегментов растений, обитающих на юго-востоке, юге и в центре поля. Среднее содержание фикоэритрина в молодых сегментах *Ph. nervosa* в 1,3 раза больше, чем у *Ph. brodiaei*. Содержание аллофикацианина у *Ph. brodiaei* изменяется от 0,08 % в центре поля до 0,29 % на его севере, то есть там, где было отмечено большое количество молодых сегментов, приходящееся на одно слоевище. Размах вариации количества аллофикацианина у *Ph. nervosa* не отличается от такового у родственного вида (0,21 %), его макси-

**Таблица 3. Распределение (%) R-фикоэритрина, аллофикацианина и хлорофилла «а» в молодых сегментах *Ph. brodiaei* (1) и *Ph. nervosa* (2)**

Номер станции	Глубина, м	R-фикоэритрин		Аллофикацианин		Суммарное содержание белковых пигментов		Хлорофилл «а»	
		1	2	1	2	1	2	1	2
3	41	0,50	0,56	0,19	0,44	0,69	1,00	0,012	0,21
4	35	0,33	0,27	-*	-	-	-	-	-
5	26	0,30	0,43	0,14	0,23	0,44	0,66	0,024	0,022
6	20	0,19	0,50	0,11	0,37	0,30	0,87	0,026	0,027
8	17	0,43	0,45	0,22	0,31	0,65	0,76	0,020	0,012
10	20	0,35	0,44	0,29	0,30	0,64	0,74	0,040	0,017
16	47	0,46	0,51	0,18	0,25	0,64	0,76	0,008	0,017
21	38	0,45	0,75	0,24	0,29	0,69	1,04	0,011	0,021
49	39	0,29	0,38	0,08	0,30	0,37	0,68	0,010	0,011
51	36	0,46	0,47	0,20	0,36	0,66	0,83	0,016	0,027
Среднее		0,38 ± 0,10	0,50 ± 0,11	0,18 ± 0,07	0,32 ± 0,06	0,56 ± 0,15	0,82 ± 0,13	0,01 ± 0,003	0,02 ± 0,002

\* – нет данных.

мум (0,44 %) приходился на юго-восток, а минимум (0,23 %) – на северо-восток поля. Среднее значение процентного содержания аллофикацианина у *Ph. nervosa* ( $0,32 \pm 0,06$  %) вдвое выше, чем у *Ph. brodiaei*. Максимумы суммарного содержания белковых пигментов у обоих видов приходятся на одни и те же станции, где масса слоевища и количество молодых апикальных сегментов были минимальными. Низкое суммарное содержание белковых пигментов у обоих видов отмечено на станциях 5, 6 (северо-восток) и 49 (центр поля). Слоевища *Ph. nervosa* с минимальным количеством фикобилипротеинов отличались очень широкими стадиями сегментами, а также количеством молодых сегментов и продукцией, близких к среднему уровню, тогда как такие же слоевища *Ph. brodiaei* имели небольшие длину, массу, продукцию и среднее количество молодых сегментов.

Содержание хлорофилла «а» у *Ph. brodiaei* в центре поля достигает 0,008 и 0,040 % на его севере, составляя в среднем  $0,019 \pm 0,003$  %, что не отличается от такового у *Ph. nervosa*. Тем не менее, пределы варьирования этого показателя у *Ph. nervosa* заметно меньше. В целом, низкое содержания хлорофилла «а» у двух видов филлофоры приходится на центр поля, высокое – на его северные участки. У *Ph. brodiaei* максимум хлорофилла и аллофикацианина обнаружен у растений на одной и той же ст. 10, где растения имеют максимальное для поля число молодых сегментов (4,2), а также их суммарную массу, близкую к максимальной ( $0,03 \pm 0,01$  г). Минимальное количество хлорофилла было присуще особям *Ph. brodiaei*, морфо-функциональные показатели которых по своей величине соответствовали среднему уровню. Особи *Ph. nervosa* с наибольшим содержанием хлорофилла «а» отличались самой высокой продукцией (23,5 %), а особи с низким содержанием зеленого пигмента, как и у *Ph. brodiaei*, имели средние по величине морфометрические и продукционные показатели.

Рассмотрим распределение пигментов по глубинам. У *Ph. brodiaei* на станциях первого разреза по мере увеличения глубины повышается содержание фи-

коэритрина, аллофикацианина и их суммарное содержание, при этом количество хлорофилла уменьшается. На станциях второго разреза четкой зависимости содержания пигментов в молодых сегментах *Ph. brodiaei* от глубины не выявлено, причем количество фикоэритрина и всех белковых пигментов одновременно на разных горизонтах не отличалось. У *Ph. nervosa* на станциях первого разреза содержание фикоэритрина уменьшалось в слое от 20 до 35 м и возрастало на глубине 41 м до уровня, максимального для данного разреза. Здесь же у *Ph. nervosa* с ростом глубины увеличивается суммарное содержание белковых пигментов и уменьшается концентрация хлорофилла. На станциях второго разреза у *Ph. nervosa* с глубиной возрастает количество фикоэритрина, уменьшается содержание хлорофилла, тогда как количество белковых пигментов, подобно родственному виду филлофоры, с глубиной не меняется.

Аллофикацианин по своей природе менее устойчив, чем другие пигменты. На основании того, что его содержание в *Ph. nervosa* почти вдвое больше, чем в *Ph. brodiaei*, можно предположить, что меньшее количество этого нестабильного пигмента позволяет второму виду быть более экологически устойчивым, тем более, что для него обнаружена тенденция роста с глубиной содержания фикоэритрина, поглощающего на нижних горизонтах зеленый цвет. Такое соотношение пигментов в слоевищах и характер распределения их по глубинам должны обеспечить для *Ph. brodiaei* более высокую степень адаптивности на поле Зернова.

### **Выводы**

1. Слоевища изученных видов филлофоры имеют некоторые морфобиологические отличия: у *Ph. brodiaei* вдвое длиннее молодые сегменты и вчетверо больше продукция, у *Ph. nervosa* средние длина и масса слоевища, количество и масса молодых сегментов выше в 2-3 раза.
2. Сходство *Ph. nervosa* и *Ph. brodiaei* между собой и с другими видами водорослей проявляется в высокой степени вариабельности весовых и стабильности размерных характеристик слоевища.
3. Максимумы некоторых признаков одного вида филлофоры географически совпадают с их минимумами у другого, что является косвенным свидетельством наличия конкурентных взаимоотношений.
4. Молодые сегменты исследованных видов отличаются содержанием фикобилипротеиновых пигментов: у *Ph. nervosa*, по сравнению с *Ph. brodiaei*, больше фикоэритрина и аллофикацианина.
5. Максимальное содержание белковых пигментов у обоих видов приходится на одни и те же станции и одинаково коррелируют с минимумами массы слоевища и количества молодых сегментов.
6. *Ph. nervosa* характеризуется вдвое большей средней концентрацией хлорофилла «а», минимумы которой у обоих видов приходятся на центр поля, а максимумы – на его северные участки. Низкое содержание зеленого пигмента характерно для слоевищ со средними по величине морфопродукционными параметрами.
7. Суммарное содержание белковых пигментов с глубиной меняется незначительно, а концентрация фикоэритрина, как правило, на нижних горизонтах возрастает.

8. Низкое содержание аллофикацинина на фоне увеличения с глубиной концентрации фикоэритрина в апикальных сегментах *Ph. brodiaei* позволяет сделать вывод о больших адаптационных возможностях этого вида, вытесняющего на поле Зернова близкородственный вид *Ph. nervosa*.

### *Литература*

1. **Зайцев Г. Н.** Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
2. **Калугина-Гутник А. А.** Биология и продуктивность массовых видов фитобентоса Черного моря // Биологическая продуктивность южных морей. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 29 – 42.
3. **Калугина-Гутник А. А.** Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 246 с.
4. **Калугина-Гутник А. А., Евстигнеева И. К.** Донная растительность филлофорного поля Зернова Черного моря // Биология моря. – 1994. – Т. 20. – № 4. – С. 264-270.
5. **Каминер К. М.** Промысловый фитобентос северо-западной части Черного моря в условиях новой экологической ситуации // Тез. докл. 5 съезда Всес. гидробиол. о-ва, Тольятти, 15-19 сентября 1986 г. – Ч. I. – С. 89-90.
6. **Лебедев С. И.** Исследование пигментов филлофоры (*Phyllophora nervosa*) // Тез. докл. Второй Всесоюз. конф. по фотосинтезу. 21-26 января 1957 г. – М., 1957. – С. 147-148.
7. **Лось С. И., Фомишина Р. Н.** Фотосинтезирующие пигменты и хлорофиллаза Rhodophyta // Альгология. – 1996. – Т. 6. – № 2. – С. 158-166.
8. **Мильчакова Н. А.** Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под редакцией В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2003. – С. 152-193.
9. **Поспелова Н. В., Нехорошев М. В.** Содержание фикобилипротеинов в некоторых видах красных водорослей Черного моря // Экология моря. – 2003. – С. 37-42.
10. **Стаднийчук И. Н.** Фикобилипротеины // Итоги науки и техники. Биологическая химия. – 1990. – 40. – 196 с.
11. **Ткаченко Ф. П.** Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Черного моря (Украина) // Альгология. – 2004. – Т. 14. – № 3. – С. 277-291.

**СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ СФЕРЫ  
*ZOSTERA MARINA L.* И *ZOSTERA NOLTII HORNEM.*  
 В ЛИМАНАХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ И ПРИАЗОВЬЯ**

**Е. В. Киреева**

ИнБЮМ

Морские травы являются ведущим компонентом донных фитоценозов в большинстве лиманов Черного и Азовского морей, где они произрастают преимущественно на глубине от 0,5 до 2 м [5, 9]. В результате активного освоения береговой зоны, усиления антропогенного воздействия на экосистемы лиманов Азово-Черноморского бассейна происходит изменение их гидродинамических и гидрохимических условий [7], что приводит к сокращению естественных ареалов видов морских трав, снижению продукционного потенциала и деградации структуры сообществ макрофитов. В связи с этим возникает проблема не только рационального использования, но и восстановления сообществ макрофитов. Поскольку морские травы являются эффективными индикаторами состояния среды, определение качества которой осуществляется на основе изменения анатомической и морфологической структуры вегетативных органов растения [24, 28], цель работы состояла в выявлении анатомо-морфометрических особенностей вегетативной сферы массовых видов морских трав и влияния на них специфических гидродинамических и гидрохимических условий лиманов.

Полученные данные представляют особый интерес, поскольку позволяют проводить сравнительный анализ экосистем буферных зон [7], к которым принаследуют лиманы, и морских акваторий, где морские травы играют ключевую роль [27].

**Материал и методы**

Анатомо-морфометрические исследования выполнены для двух массовых видов морских трав: *Zostera marina* L. и *Z. noltii* Hornem. Сбор материала проводили в период их активной вегетации (май-август 2004 г.). Образцы отобраны на глубине 1-1,5 м в лиманах Северо-Западного Причерноморья (Тилигульский и Сухой) и северного Приазовья (Молочный и Утлюкский), которые характеризуются рядом особенностей (таблица).

Для анализа отбирали по 20 зрелых вегетативных побегов каждого вида. В средней части вегетативного органа на поперечных срезах измеряли и рассчитывали 31 анатомо-метрический параметр (11 принадлежат листу и по 10 корню и корневищу). Анатомо-метрические измерения выполняли на живых, свежесобранных, нефиксированных вегетативных побегах. При их отсутствии использовали гербаризированные растения, при исследовании которых применяли соответствующие методы микроскопического анализа [3, 11]. Всего для исследуемых видов выполнено более 8 тыс. анатомо-метрических измерений вегетативной сферы.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ анатомической структуры *Z. marina* из Сухого и Молочного лиманов выявил значительные отличия в габитусе растений, которые определяются развитием тканей вегетативных органов.

**Гидролого-гидрохимическая характеристика лиманов Черного и Азовского морей [2, 4, 6, 16, 17, 18, 21, 30]**

Лиман (тип лимана)	Соле- ность, ‰	Средне- летняя температура воды, °C	Прозра- чность, м	Абсолютное содержание O <sub>2</sub> , мг/л	Тип грунта
<b>Черное море</b>					
Тилигуль- ский лиман (закрытый)	12,0-18,0	23,0	2-4	8,61-15,24	илы, илисто- песчаные
Сухой ли- ман (откры- тый)	14,0-17,0	16,3	-	5,27	черные илы с примесью ракушки и песка
<b>Азовское море</b>					
Утлюкский лиман (открытый)	9,7-11,6	22,5-23,0	0,1-1	-	серые илы с примесью ракушки
Молочный лиман (по- лузакрытый)	18,4-21,0	25,0-26,0	1-2	-	песчаные, илисто- песчаные
Примечание: прочерк обозначает отсутствие данных.					

Анатомо-метрические параметры корня в 1,5-2 раза больше у зостеры из Молочного лимана, за исключением толщины слоя ризодермы и линейных размеров ее клеток (рис. 1).

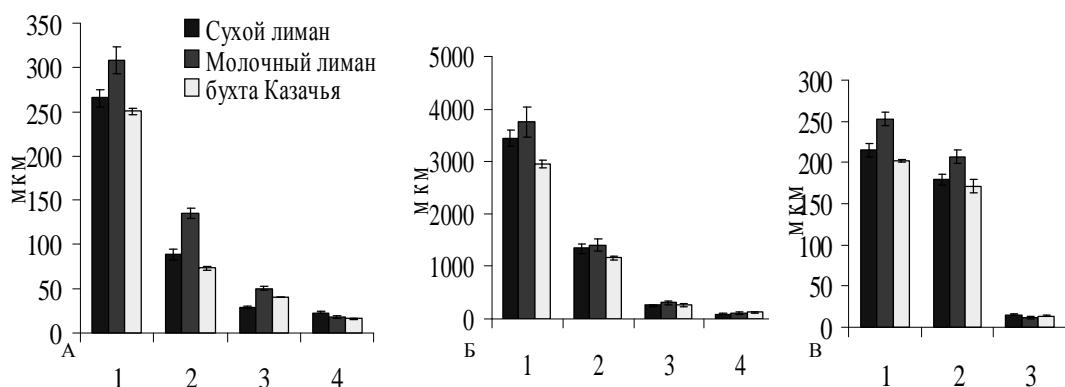


Рисунок 1. Изменение основных анатомо-метрических параметров корня (А), корневища (Б) и листа (В) *Z. marina* в Сухом и Молочном лиманах.

А: 1 – диаметр корня, 2 – толщина мезодермы, 3 – толщина ризодермы, 4 – диаметр центрального цилиндра; Б: 1 – диаметр корневища, 2 – толщина мезодермы, 3 – толщина дермы, 4 – диаметр центрального цилиндра;  
В: 1 – толщина листа, 2 – толщина мезофилла, 3 – толщина эпидермиса

Сходные изменения зафиксированы для параметров корневища и листовой пластинки *Z. marina*. Так, в Молочном лимане у зостеры зарегистрированы наибольшие значения толщины слоя дермы и мезодермы корневища, последняя определяется линейными размерами клеток и количеством развитых воздушных полостей; толщины листовой пластинки и тканей листа, исключение составляет толщина эпидермиса (рис. 1).

Таким образом, наилучшее развитие вегетативных органов *Z. marina* наблюдается в Молочном лимане. Исходя из полученных данных, можно высказать предположение, что определяющим фактором развития растений *Z. marina* в разных лиманах является тип и структура донных осадков, которые в них существенно различаются. Например, при доминировании в структуре донных осадков илов, что характерно для Сухого лимана, выявлены низкие значения анатомо- и морфометрических параметров подземной сферы и невысокая толщина листовой пластинки. Сходные данные обнаружены у *Z. marina*, произрастающей на таких же грунтах в заливах и бухтах различных регионов [1, 12, 14]. Кроме того, низкие показатели корней и небольшой диаметр корневища *Z. marina* в Сухом лимане, по-видимому, объясняется влиянием высокой эвтрофикации [8], поскольку под ее воздействием обнаружено угнетение подземной сферы зостеры [23]. В условиях Молочного лимана, где преобладают песчаные донные осадки, наблюдается увеличение толщины листовой пластинки за счет развития лакунарной системы, диаметра центрального цилиндра корня и корневища, что обусловлено количеством склеренхимных волокон. При этом дерма корневища утолщается, повышая защитные свойства ткани и соответственно подземной сферы всего растения *Z. marina* [13, 29].

Данные сравнительного анализа анатомической структуры растений *Z. marina* из обоих лиманов и бухты Казачья (Севастопольское взморье, Черное море) на глубине 1 м указывают на то, что развитие их подземной сферы в бухте значительно ниже, чем в лиманах (рис. 1) [10]. Некоторые количественные параметры надземной сферы, такие как толщина листовой пластинки, мезофилла листа и объем воздухоносных полостей, у *Z. marina* из бухты сходны с таковыми у растений из Сухого лимана (рис. 1). Наличие сходных черт в анатомическом строении вегетативных органов, возможно, определяется высокой фенотипической пластичностью различных экотипов зостеры [22]. Кроме того, Сухой лиман является открытым, в связи с этим гидрохимическая характеристика его вод более сходна с морской акваторией, по сравнению с Молочным лиманом, который является полузакрытым [20]. В целом, растения *Z. marina* из бухты Казачья мельче по габитусу, что, вероятно, связано с воздействием высокого уровня инсоляции при большей прозрачности вод, характерной для этой условно чистой акватории региона Севастополя [15].

Сравнительный анализ анатомометрии *Z. noltii*, произрастающей в Тилигульском, Сухом, Утлюкском и Молочном лиманах, показал следующие отличия тканей и клеток вегетативных органов растений.

При анализе растений из двух лиманов северного Причерноморья, выявлено, что диаметр корня, толщина ризодермы и мезодермы у *Z. noltii* из Тилигульского лимана незначительно меньше, чем у растений из Сухого лимана (рис. 2).

Наибольшие количественные параметры основных тканей и клеток, образующих корневище, зафиксированы у *Z. noltii* из Сухого лимана (рис. 2). Так, в этом лимане диаметр корневища зостеры больше в 1,7 раза, толщина мезодермы

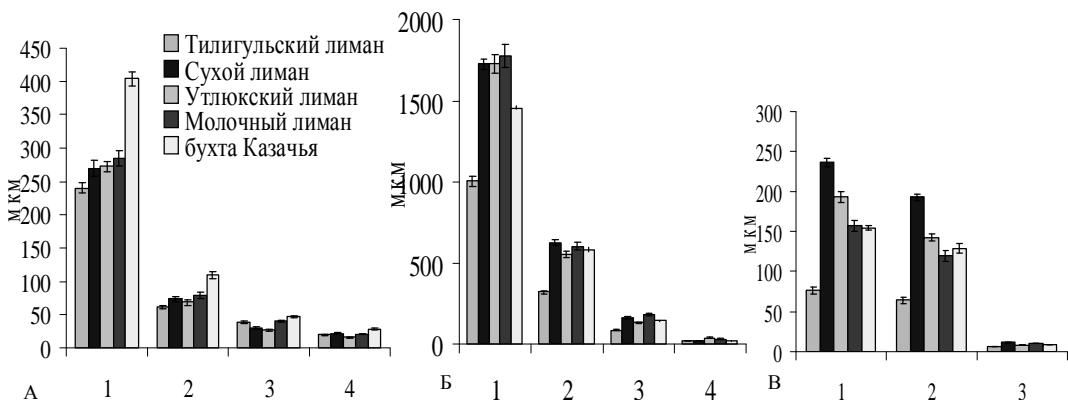


Рисунок 2. Изменение основных анатомо-метрических параметров корня (А), корневища (Б) и листа (В) *Z. noltii* в Тилигульском, Сухом, Утлюкском и Молочном лиманах.

А: 1 – диаметр корня, 2 – толщина мезодермы, 3 – толщина ризодермы, 4 – диаметр центрального цилиндра; Б: 1 – диаметр корневища, 2 – толщина мезодермы, 3 – толщина дермы, 4 – диаметр центрального цилиндра;  
В: 1 – толщина листа, 2 – толщина мезофилла, 3 – толщина эпидермиса

и диаметр центрального цилиндра – почти вдвое по сравнению с данными параметрами растений из Тилигульского лимана, и только толщина покровной ткани сходна в обоих лиманах (рис. 2). Показательно, что растения *Z. noltii* из Тилигульского лимана обладают очень тонкими листовыми пластинками, их толщина, величина слоя мезофилла в три раза ниже, чем данные параметры у зостеры из Сухого лимана (рис. 2). Сходные, но менее выраженные отличия характерны для покровной ткани, толщина которой вдвое меньше у *Z. noltii* из Тилигульского лимана по сравнению с растениями из Сухого лимана.

Таким образом, анатомо-метрические параметры вегетативных органов *Z. noltii*, особенно корневища и листа, из Сухого лимана значительно выше, чем в Тилигульском, что, возможно, объясняется, повышенной гидродинамикой мелководных участков последнего и высоким уровнем инсолиации в условиях высокой прозрачности вод лимана (см. таблица) [21], что негативно сказывается на параметрах вегетативных органов [14, 25].

Сравнительный анализ особей *Z. noltii* из двух лиманов Приазовья выявил, что у растений из Молочного лимана по сравнению с зостерой из Утлюкского лимана обнаружены максимальные размеры у диаметра корня и его центрально-го цилиндра, толщины мезодермы, хотя в целом отличия незначительны (не более чем в 1,2-1,5 раза). У растений *Z. noltii* из обоих лиманов параметры корневища и листа также не имеют значительных отличий (рис. 2).

В результате сравнения основных анатомо-метрических параметров вегетативной сферы *Z. noltii* из четырех лиманов Северного Приазовья и Причерноморья, а также из бухты Казачьей (глубина 1 м) выявлено, что растения из бухты обладают более крупными корнями, их диаметр и толщина мезодермы в 1,5-1,7 раза больше данных параметров у зостеры из лиманов (рис. 2). Толщина тканей корневища у *Z. noltii* из бухты Казачья более чем в 1,5 раза выше по сравнению с растениями из Тилигульского лимана, но незначительно ниже (в 1,2-1,3 раза), чем у зостеры из других лиманов. Такие признаки листа, как толщина листовой

пластиинки, мезофилла и кутикулы, а также объем его воздухоносных полостей у растений из бухты Казачья близки по своим значениям с данными параметрами особей из Молочного лимана. Возможно, этот факт можно объяснить тем, что, в отличие от других лиманов, для бухты Казачьей и Молочного лимана характерно наличие песчаного грунта (см. таблицу), который считается оптимальным для роста и развития *Z. noltii* [14, 19, 23].

Известно, что анатомические и морфологические параметры корневища и корня морских трав зависят также от жизненной стратегии вида в различных экологических условиях [25]. Так, длина корневищ, их междуузлий в многолетних зарослях *Z. noltii* в 2-4 раза меньше по сравнению с корневищами растений, колонизирующих новые участки. В свою очередь длина корней у таких растений в 3,5 раза меньше длины корней в зарослях [19]. По-видимому, этим можно объяснить наличие хорошо сформированных корней в многолетних сообществах зостеры в бухте Казачья.

### **Выводы**

1. Анатомическая структура вегетативных органов *Zostera marina* и *Z. noltii* в лиманах Северного Причерноморья и Приазовья не имеет качественных отличий от типичного строения растений данных видов в бухтах, тогда как изученные количественные показатели значительно варьируют.

2. Максимальные величины вегетативных органов *Z. marina* в Молочном лимане определяются для корня и корневища диаметром центрального цилиндра и толщиной мезодермы с большим количеством крупных воздухоносных полостей, а у листа – толщиной мезофилла и количеством воздухоносных полостей.

3. К анатомо-метрическим особенностям вегетативной сферы *Z. noltii* относятся: в Утлюкском лимане – максимальная толщина покровной ткани корневища, в Сухом – максимальная толщина мезодермы корневища и листовой пластинки, в Молочном – крупный центральный цилиндр и диаметр корневища, а также корня.

4. Особи *Z. marina* и *Z. noltii* из Сухого лимана характеризуются хорошо развитой надземной вегетативной сферой, тогда как подземные вегетативные органы находятся в угнетенном состоянии, что отражается в низких значениях их анатомо-метрических параметров.

5. Растения *Z. noltii* в Тилигульском лимане имеют наименьшие размеры вегетативных органов, что, вероятно, связано, с резкими колебаниями уровня воды в исследуемой акватории, вызывающими значительные изменения температурного режима и инсоляции на мелководье, негативно отражающимися на состоянии вегетативных органов морских трав.

6. Морские травы, произрастающие в лиманах открытого типа, обладают сходными чертами с растениями из бухты. Закрытые лиманы характеризуются специфическими признаками, которые определяют наличие особенностей анатомо-метрических параметров вегетативной сферы растений.

### **Литература**

1. Александров В. В. Взаимосвязь морфоструктуры черноморской *Zostera marina* L. и гранулометрического состава донных осадков // Экология моря. – 2001. – № 58. – С. 45–49.

2. Альтман Э. Н., Безбородов А. А., Богатова Ю. М. Практическая экология морских регионов. Черное море / Монография. – Киев: Наукова думка, 1990. – 252 с.
3. Березовская Т. П., Дощинская Н. В., Серых Е. А. Методы микроскопического анализа ботанических объектов: Учебн. пособ. – Томск: Красное знамя, 1978. – 139 с.
4. Волков Л. И. Материалы к флоре Азовского моря // Труды Ростовского областного биологического общества. – Ростов-на-Дону, 1940. – № 4. – С. 114–137.
5. Генералова В. Н. Водная растительность Утлюкского лимана и Арабатской стрелки в Азовском море // Труды Азово-Черноморского НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии: сборник работ по Азовскому морю. – Симферополь, 1951. – № 15. – С. 331–338.
6. Зайцев Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28. – № 4. – С. 3 – 18.
7. Иванов В. А., Долотов В. В., Гурьева Л. А. Экологическая безопасность прибрежной зоны Черного и Азовского морей и комплексное использование ресурсов шельфа // Исследование шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь, 1995. – С. 8–18.
8. Лонин С. А., Тучковенко Ю. С. Оценка влияния проектируемых перевозочных комплексов на загрязнение Сухого лимана // Исследование шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь, 1995. – С. 141–147.
9. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря / Монография. – Киев: Наукова думка, 1975. – 246 с.
10. Киреева Е. В. Особенности анатомического строения морских трав Черного моря в связи с глубиной произрастания // Экология моря. – 2001. – № 56. – С. 46–50.
11. Киреева Е. В. Методика определения объема полостей листа и стебля высших водных и наземных растений // Экология моря. – 2001. – № 58. – С. 84–86.
12. Куликова Н. М., Иванова И. К. Анатомо-морфологическая характеристика *Zostera marina* L. из Севастопольской бухты // Биология моря. – 1972. – № 26. – С. 133–145.
13. Культиасов И. М. Экология растений / Монография. – М.: МГУ, 1982. – 384 с.
14. Мильчакова Н. А. Статистический анализ влияния гранулометрического состава донных осадков на численность и размерную структуру популяций морфоструктуры *Zostera marina* L. в Черном море // Экология моря. – 1989. – № 32. – С. 59–63.
15. Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Экологическая характеристика бухты Казачьей (Черное море) // Экология моря. – 2002. – № 61. – С. 85–89.
16. Митяй И. С., Заброда С. Н., Власов И. И. Особенности гидрологического и гидрохимического режимов Молочного лимана // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-та. Серія: Біологія. Спец. випуск: Гідроекологія. – 2001. – Вип. 3 (14). – С. 214–215.

17. Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / В. Н. Грэзе, Г. Г. Полякарпов, В. Д. Романенко и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 224 с.
18. **Рыжко В. Е., Бушуев С. Г., Воля Е. Г.** Некоторые аспекты изменений экосистемы Тилигульского лимана в условиях сложившийся тенденции к осолонению // Труды ЮГНИРО. – Керчь, 1996. – № 42. – С. 263-266.
19. **Садогурский С. Е.** Растительность мягких грунтов Арабатского залива (Азовское море) // Альгология. – 1999. – Т. 9. – № 3. – С. 49-57.
20. **Симов В. Г.** Гидрология устьев рек Азовского моря / Монография. – М.: Гидрометеоиздат, 1989 – 327 с.
21. **Тимченко В. М.** Эколого-гидрологические исследования водоемов северо-западного Причерноморья / Монография. – Киев: Наукова думка, 1990. – 240 с.
22. **Backman T. W. H.** Genotypic and phenotypic variability of *Zostera marina* in the west coast of North America // Canada Journal of Botany. – 1991. – Vol. 69. – No 6. – P. 1361–1371.
23. **Cabaco S., Machas R., Santos R.** Impact of a sewage treatment station on *Zostera noltii* Meadows at Ria Formosa Lagoon, Southern Portugal // Gulf of Mexico Science. – 2003. – Vol. 21. – No 1. – P. 137.
24. **Duarte C. M.** Seagrass depth limits // Aquatic Botany. – 1991. – Vol. 40. – No 4. – P. 363–377.
25. **Katwijk van M. M.** Possibilities for restoration of *Zostera marina* beds in the dutch Wadden Sea: Master Thesis Ph. D. Dissertation / University of Nijmegen the Netherland. – Nijmegen, 2000. – 160 pp.
26. **Kautsky L.** Life strategies of aquatic soft bottom macrophytes // Oikos. – 1988. – Vol. 53. – P. 126-135.
27. **Milchakova N. A.** The seagrasses of the Black, Azov, Caspian and Aral seas // World Atlas of Seagrasses. – Berkeley (USA): University of California Press, 2003. – P. 59–64.
28. **Short F. T.** The seagrass, *Zostera marina* L.: plant morphology and bed structure in relation to sediment ammonium in Izembek Lagoon, Alaska // Aquatic Botany. – 1983. – Vol. 16. – No 2. – P. 149–161.
29. **Phillips R. C.** The ecology of eelgrass meadows in the Pacific Northwest: A community profile / Monograph. – Portland: U. S. Fish and Wildlife Service, 1984. – 85 pp.
30. **Zaitsev Y. P., Alexandrov B. G.** Black Sea biological diversity Ukraine / Monograph. – New York: United Nations Publications, 1998. – 351 pp.

УДК 593.7:639.6

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГИДРОИДА *OBELIA LOVENI* (ALLM.) И ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСЕЛЕНИЙ

**Л. Б. Далёкая**

ИнБЮМ

Гидроиды – чрезвычайно распространенный и разнообразный компонент зооценозов обрастания естественных и искусственных субстратов в морских, солоноватых, пресных и океанических водах [3, 2, 1, 15, 30, 33, 38, 36, 35, 34, 37, 14].

В обрастании Севастопольской бухты гидроид *O. loveni* составляет основу одной из продолжительных стадий сукцессии [4, 7, 10].

Сезонные различия абиотической среды обуславливают динамику оседания гидроидов в течение года [8] и формирование доминирующих стадий сукцессии различной продолжительности и интенсивности [7, 10]. Развиваются популяции с различным соотношением сопутствующих видов [11, 12] и со специфическими морфо-физиологическими особенностями, имеющими важное значение при культивировании гидробионтов.

### **Материалы и методы**

Наблюдения за формированием и развитием сообществ обрастания проводили в Севастопольской бухте в период с 1979 по 2000 год. Использовали попарно соединенные стеклянные пластины с активной поверхностью 40 см<sup>2</sup>. Субстраты укрепляли в вертикальной плоскости в море на глубине 1,0-1,5 м при общей глубине 4-6 м. Ориентация пластин выдерживалась с севера на юг.

В начале каждого месяца устанавливали и проводили съемку образцов, одновременно наблюдая за развитием сукцессии в 12 сообществах 1-12-месячного возраста. При достижении необходимого срока экспонирования пластины (4-6 шт. для каждой серии наблюдений), не нарушая целостности сообщества, разъединяли и проводили количественный подсчет обрастателей на живом материале в кюветах с морской водой под бинокуляром.

Интенсивный рост колоний гидроидов в условиях оптимальных температур [9] в течение нескольких недель обеспечивает сплошное обрастание субстратов и густое ветвление побегов, достигающих длины 5-7 см. Для подсчета численности в этих условиях использовали зависимости между количеством тек и весом колоний для растущих и размножающихся колоний [13].

### **Результаты и обсуждение**

Начало экспонирования субстратов в море обуславливает существенные различия последовательности, продолжительности функционирования видов, интенсивности освоения субстрата и количественные характеристики популяций [10].

Стадия доминирования гидроида *Obelia loveni* выявлена в сообществах многочисленного обрастания, формирующихся с **октября-апреля**. Освоение субстрата в этот период происходит незамедлительно и продолжается от 4 до 9 месяцев за счет оседания планул и роста колоний. Полностью исчезают из обрастания гидро-

иды в июне-июле, вытесняясь ботриллюсами в фазе редукции колоний (рисунок).

На пластинах, экспонируемых с **октября**, наблюдается интенсивное оседание и развитие гидробионтов в первые 4 месяца. Субстрат заселяется гидробионтами густо, однако длина побегов к истечению 4 месяцев не превышает 3 см.

Поверхность колоний почти без эпифитов. Численность гидротек в колониях на 1-4 месяцах развития поселений находится в пределах  $lg 0,97-3,77$  экз./40 см<sup>2</sup>, достигая максимальных значений. Далее значения численности постепенно снижаются, колонии редуцируются, и в мае гидроиды отсутствуют в сообществе. В январе отмечали наличие единичных гонотек. Массовое размножение в колониях происходит на 7



Динамика численности гидроидов в сообществах, развивающихся в различные сезоны

месяце экспонирования субстратов в апреле. Длина основной массы побегов в период размножения составляет 2 см, хотя отдельные достигают длины 4,5 см.

При экспонировании субстратов с **ноября** происходит постепенный рост колоний. Первые 3 месяца численность гидротек существенно ниже, чем в сообществах, развивающихся с **октября**. Только к 5-месячной экспозиции (март) на пластинах развиваются колонии с длиной побегов до 5,5 см, содержащие огромное количество гидротек. Численность гидротек на одном побеге достигает 100 экземпляров. На средней и верхней части побегов формируются гонотеки. Рассполагаются ветви редко, поверхность их покрыта диатомовыми водорослями. Инфузории в качестве эпифитов почти не встречаются. В течение следующего месяца (апрель) происходит значительное увеличение численности, дальнейший рост боковых ответвлений (до 2,5 см), формирование гонотек и оголение нижней части колоний. В мае начинается редукция колоний. Основная масса побегов в этот период не превышает 2 см, хотя встречаются отдельные длиной до 6 см. На столонах в массовом количестве развиваются диатомовые водоросли и инфузории. В июле гидроиды полностью редуцируются и на их смену поселяются мшанки, а затем ботриллюсы.

Характер развития гидроидов в сообществах, формирующихся с **декабря**, аналогичен предыдущей популяции. К 4-месячной экспозиции пластины сплошь покрыты колониями высотой 3,5-4,0 см. Наблюдаются слабое обрастание побегов диатомовыми водорослями, прикрепленными инфузориями рода *Ephelota*, незначительным количеством представителей рода *Vorticella* и единичными экземплярами рода *Folliculina*. Некоторые побеги у основания покрыты детритом. Отмечается наличие незначительного количества гонотек. В следующем месяце

(апрель) происходит массовое размножение колоний. Побег длиной 5,5 см в среднем содержит 72 гидротеки и 64 гонотеки, основная масса которых сосредоточена в верхней части колоний. Нижняя часть побегов оголяется иногда наполовину. В мае основная масса побегов расположена редко и имеет длину 2-4 см. Размер отдельных побегов, расположенных, как правило, по краю пластин, может составлять 9 см. В июне продолжается редукция колоний до 0,5-0,2 см и начинается освоение субстрата оболочниками.

На пластинах, экспонируемых с **января**, развитие гидроидов происходит аналогично ноябрьским и декабрьским образцам. В январе-марте обрастание пластин практически одинаково, если не учитывать заиливание образцов 2-3-месячной экспозиции в большей степени и количественное соотношение прикрепленных инфузорий. Низкая температура моря в этот период препятствует активному росту осевших экземпляров, и численность тек в колониях невелика. Позже многомесячная экспозиция имеет преимущества в плане развития ранее осевших особей. В апреле происходит интенсивное оседание и бурный рост колоний. Субстрат полностью покрывается гидроризой, разветвления колоний густо переплетаются и достигают длины 5-6 см. Максимального размера (7 см) гидроиды достигают в апреле. К этому моменту колонии вступают в фазу массового размножения. В мае период размножения завершается и происходит редукция колоний. Основная масса побегов в этот период не превышает 1,5-3,0 см. В июне размер столонов сокращается до 0,3-0,6 см. Отдельные побеги имеют длину до 1,5 см.

Низкие температуры воды в море в феврале и марте препятствуют развитию гидроидов в сообществах, развивающихся с **февраля**. На 3-м месяце экспонирования субстратов на пластинах развиваются колонии высотой 2,0-2,5 см. В течение следующего месяца (май) наблюдали интенсивный рост и размножение колоний. Длина основных столонов колоний достигает 7 см. В течение июня происходит редукция колоний, и побеги, полностью лишенные гидротек, не превышают 0,5-1,5 см. Аналогичная закономерность наблюдается на пластинах, экспонируемых с **марта**.

На пластинах, установленных в **апреле**, в течение первого месяца происходит бурное оседание планул и интенсивный рост колоний. Точка начала экспонирования субстратов совпадает, вероятно, с оптимумом для развития гидроидов. В течение двух месяцев пластина покрывается густой сетью колоний. Длина побегов со слабым ветвлением (2-4 гидранта) составляет 4-6 см. В этих сообществах в течение 2-х месяцев достигается максимальная численность гидротек, превышающая таковую во всех рассматриваемых поселениях. Эпифионтами являются прикрепленные инфузории рода *Vorticella*. В течение июня происходит редукция колоний. Пластины покрыты оставами побегов 0,5-3,5 см без гидротек. Период массового формирования гонотек в популяциях гидроидов на пластинах с началом экспонирования в апреле не выявлен. На 4-м месяце экспонирования субстрат покрывается оболочниками.

На субстратах, установленных в море в **мае-августе**, стадия доминирования гидроида *Obelia loveni* не выявлена [10]. Первые этапы развития сообщества с **сентября** также определяют другие виды, и значительное количество гидроидов обнаружено только с 8-го месяца экспонирования за счет весеннего оседания.

Таким образом, период доминирования гидроидов на пластинах, начало экспонирования которых совпадает с осенней и весенней генерациями организ-

мов, различен. Значительно отличаются интенсивность роста колоний, особенности распределения по субстрату, численность и структурные характеристики отдельных фаз онтогенеза (оседание и метаморфоз, активный вегетативный рост, размножение колоний) (таблица).

### **Некоторые характеристики гидроидов в сообществах, развивающихся в различные сезоны**

Начало развития сообществ	Продолжительность развития	Максимальный размер			Размножение	
		длина, см	экспозиция, месяцы	календарный месяц	календарный месяц	экспозиция, месяцы
октябрь	8	4,5	7	апрель	апрель	7
ноябрь	9	6,0	5	март	апрель	6
декабрь	7	9,0	9	май	апрель	5
январь	6	7,0	4	апрель	апрель	4
февраль	5	7,0	4	май	май	4
апрель	4	4,0	3	июнь	-	-
сентябрь	4	7,0	8	апрель	-	-

Так, период роста столонов в колониях до максимальных размеров продолжается от 3 до 9 месяцев. По мере приближения сроков начала экспонирования к оптимуму для развития гидроидов этот период сокращается. При этом длина побегов также имеет существенные различия и составляет от 4 до 9 см. Сроки достижения популяциями максимальной численности гидротек также различаются и составляют от 1 до 5 месяцев.

Период массового формирования гидротек, как правило, наблюдается в апреле на 4-7 месяце экспонирования субстратов, т. е. при длительном функционировании гидроидов в обрастании. На пластинах, экспонируемых с **апреля и сентября**, где период функционирования гидроидов ограничен 4 месяцами, период массового формирования гонотек не выявлен.

Численность же гидротек в популяциях, имеющих различные размерные характеристики колоний, может иметь близкие значения и достигаться благодаря существованию незначительного количества сильно разросшихся или за счет равномерного распределения по субстрату мелких одноразмерных колоний. В сообществах, развивающихся с **октября-декабря**, происходит сначала равномерное распределение по субстрату одноразмерных колоний, а в последние месяцы существования популяции высокая численность достигается, в основном, за счет отдельных сильно разросшихся колоний.

Перечисленные различия структурных характеристик гидроидов в сообществах, развивающихся с различных начальных точек экспонирования субстратов, связаны с особенностями оседания и развития гидробионтов под влиянием факторов абиотической среды, существенно отличающихся в сезонном аспекте. Известно, что жизненная активность колониальных полипов обнаруживает характерную цикличность [25, 39, 40, 9].

Годовые изменения температуры воды и биомассы зоопланктона практически целиком определяют закономерную смену этапов жизненной активности колониального морского гидроида *Dynamena pumila* (L), что, по-видимому,

справедливо и для других литоральных гидроидов северных широт, т. к. основные узловые стадии развития беломорской, балтийско-североморской и черноморской популяции гидроидного полипа *O. loveni* идентичны [5].

В зимние месяцы (декабрь-февраль) биомасса зоопланктона наименьшая и рост колоний ограничен, слабо выражена пищевая активность гидрантов, и их размеры меньше летних [25]. Пассивное состояние колоний позволяет им переносить охлаждение, промерзание и даже временное осушение [22, 24].

Значительную часть рациона *O. loveni* составляют пелагические личинки разных беспозвоночных, и состав пищи гидроидов соответствует составу планктона в момент исследования [26, 28]. Пищевой спектр весьма широк и не может ограничивать выбор биотопа [29]. Состав рациона различается у разных видов, что связано с различиями в размерах гидрантов и в месте обитания [31].

При высокой температуре и максимальной биомассе планктона гидроиды достигают наибольшего размера, состояния полового созревания и размножения [23, 6]. Более высокие температуры и снижение биомассы зоопланктона вызывают депрессию колоний [25]. Осеннее снижение температуры и дальнейшее уменьшение биомассы планктона способствует переходу гидроидов на зимнее существование [5].

С балансом пищи связаны основные локальные процессы, которые связаны с формированием верхушек роста и рассасыванием структур [17, 18]. Локальные процессы в колониях (рост верхушек побегов и столонов, ветвление или появление новых верхушек роста и рассасывание частей колоний) связаны между собой опосредованно через общеколониальный интегральный прирост [19].

После формирования первичного гидранта может наступать остановка роста до появления пищи. При равномерном поступлении пищи наблюдается линейный рост первичного побега, а при избытке – появляются дополнительные верхушки роста [27]. Наблюдаются движение колонии *O. loveni* по субстрату в сторону поступления пищи путем рассасывания участков и формирование новых без фактического изменения размеров [16].

Небольшое количество среднесуточной пищи ограничивает длину и ветвление столонов, толщину трубки ценосарка, а в некоторых случаях приводит к редукции столонов и гидрантов. Высокая интенсивность питания обуславливает предельные значения линейных и объемных параметров и образование новых зон роста [29, 21]. Степень разветвленности растет прямо пропорционально интенсивности питания [20].

В период наиболее интенсивных ростовых процессов у сублиторальных беломорских видов *Obelia*, кроме чередования медузоидных и полипоидных поколений, а также при регенерации колоний после повреждения, наблюдается фрустуляция (отделение участков ценосарка размером 0,1-0,6 мм, которые прикрепляются к субстрату и дают начало новой колонии) [32].

Таким образом, особенности ростовых процессов в колониях определяются динамикой кормовой базы, которая оптимальна в период с марта по июнь. Поэтому установку субстратов для культивирования гидроида *O. loveni* в условиях Севастопольской бухты рационально проводить в весенний период. При установке субстратов с октября по апрель высокая численность гидратек в сообществах наблюдается с марта по июль, а продолжительность экспозиции субстратов при этом варьирует от 5 до 1 месяца. Получение доминирующих поселений

гидроида с максимальной численностью оптимально осуществлять в марте-апреле. Установка субстратов в другие сроки существенно удлиняет сроки экспонирования.

### *Литература*

1. Арбузова К. С. Обрастание в юго-восточной части Балтийского моря (Предварительное сообщение) // Тр. ИО АН СССР. – М., 1963. – Т. 70. – С. 41-51.
2. Багавеева Э. В., Кубанин А. А., Чаплыгина С. Ф. Роль судов во вселении гидроидов, полихет и мшанок в Японском море // Биология моря. – 1984. – № 2. – С. 19-26.
3. Белова Л. М., Бондаренко Т. А. Состав биоценза обрастания и его формирование в Мироновском водоеме-охладителе // Тез. докл. IV съезд Всеобщего гидроб. о-ва, 1-4 декабря 1981. – Киев: Наукова думка, 1981. – 4.3. – С. 6-7.
4. Брайко В. Д. Обрастание в Черном море. – Киев: Наукова думка, 1985. – 250 с.
5. Бурыкин Ю. Б. Роль экологических факторов в смене этапов жизненной активности у колониального морского гидроида *Dynamena rutila* (L.) (Hydrozoa Sertulariidae) // Вестник МГУ. – 1984. – Сер. 16. – Биология. – № 3. – С. 25-27.
6. Бурыкин Ю. Б., Марфенин Н. Н. Прикрепление и метаморфоз планулы гидроида *Dynamena rutila* (L.) // Биоповреждения материалов и защита от них. – М., 1978. – С. 54-56.
7. Далекая Л. Б. Некоторые особенности сукцессии сообщества обрастания в Севастопольской бухте // Тез. докл. III Всесоюз. конф. по морской биологии. – Севастополь, 1988. – С. 212-213.
8. Далекая Л. Б. Роль макрообрастателей в колонизации субстрата // Тез. докл. IV Межотраслевой н.-т. конф.: Защита судов от обрастания и коррозии. – Мурманск, 1989. – С. 135-137.
9. Далекая Л. Б. Влияние температуры окружающей среды на оседание и развитие гидроидов // Перший з'їзд гідроекологичного товариства України. – Київ, 1994. – С. 227.
10. Далекая Л. Б. Особенности сукцессии сообществ обрастания на искусственных субстратах // Рыбное хоз-во Украины. – 2004. – № 7. – С. 182-188.
11. Далекая Л. Б. Прикрепленные инфузории сообщества обрастания на стадии доминирования гидроида *Obelia loveni* (Allm.) // Наукові записки. – Сер.: біологія. – Спеціальний выпуск: гідроекологія. – № 4 (27). – Тернопіль: Тернопільський педуніверситет, 2005. – С. 63-65.
12. Далекая Л. Б. Массовые виды сообщества обрастания на стадии доминирования гидроида *Obelia loveni* (Allm.) // Рыбное хоз-во Украины. – 2005. – № 7. – С. 76-80.
13. Далекая Л. Б. Определение структурных характеристик популяции гидроида *Obelia loveni* (Allm.) // Рыбное хоз-во Украины. – 2005. – № 7. – С. 80-82.
14. Ильин И. Н. Экологические предпосылки защиты и борьбы с океаническим обрастанием // Тез. докл. III Всесоюзн. конф. по биоповреждениям, Донецк. – М., 1987. – Ч. II. – С. 268-269.

15. Капаев Н. Н. Кишечнополостные (Жизнь пресных вод СССР, т. 2). – М., Л.: АН СССР, 1949. – С. 220-228.
16. Косевич И. А. Перемещение колонии *Obelia loveni* (Allm.) (Hydrozoa, Thecaphora, Campanulariidae) по субстрату // Актуальные проблемы океанологии. – М., 1984. – С. 43-51.
17. Косевич И. А. Взаимодействие локальных и общелокальных процессов в росте колонии *Obelia loveni* (Allm.) (Hydrozoa, Campanulariidae) / Автореферат канд. дисс. – М., 1988. – 23 с.
18. Косевич И. А. Взаимодействие локальных и общеколониальных процессов во время роста колонии *Obelia loveni* (Allm.) // Губки и кидарии: Современное состояние и перспективы исследования. – Л., 1988. – С. 85-90.
19. Косевич И. А. Взаимодействие локальных и общелокальных процессов в росте колонии *Obelia loveni* (Allm.) // Тез. докл. Беломор. биост. МГУ: Фундаментальные исследования современных губок и кишечнополостных. – Л., 1989. – С. 51-52.
20. Леонтович А. А., Марфенин Н. Н. Влияние питания на рост и формирование столонов в колонии гидроидного полипа *Cordylophora inkermanica* Marfenin, 1980 // Тез. докл. Беломор. биост. МГУ: Фундаментальные исследования современных губок и кишечнополостных. – Л., 1989. – С. 61-63.
21. Леонтович А. А., Марфенин Н. Н. Влияние питания на рост столонов в колониях гидроидного полипа *Cordylophora inkermanica* Marfenin, 1980 // Тр. 18 науч. конф. молод. ученых биол. фак. МГУ: Проблемы современной биологии, Москва, 1987 г. – М., 1987 (Рукопись деп. в ВИНИТИ 14.09.87. N6654-B87). – Ч. 3.
22. Марфенин Н. Н. Интеграция колонии гидроидного полипа *Dynamena pumila* (Hydrozoa, Leptolida). Реакции колоний на промерзание зимой // Докл. АН СССР. – М., 1971. – Т. 199. – № 2. – С. 489-492.
23. Марфенин Н. Н. Морфология роста в колонии гидроидного полипа *Dynamena pumila* (L.) (Hydrozoa, Leptolida) // Журн. общ. биол. – 1973. – Т. 34. – № 5. – С. 727-737.
24. Марфенин Н. Н. Структура колоний гидроидного полипа *Dynamena pumila* (L.) (Hydrozoa, Leptolida) // Тр. Беломорской биол. станции МГУ. – М.: МГУ, 1974. – С. 140-147.
25. Марфенин Н. Н. Основные морфофункциональные состояния колонии у гидроида *Dynamena pumila* (L.) в естественных условиях // Докл. АН СССР. – М., 1980. – Т. 255. – № 1. – С. 253-256.
26. Марфенин Н. Н., Косевич И. А. Морфология колоний у гидроида *Obelia loveni* (Allm.) (Campanulariidae) // Вестн. МГУ. – 1984. – Сер. 16: биология. – № 2. – С. 37-46.
27. Марфенин Н. Н., Косевич И. А. Основные этапы возрастания скорости роста колоний у гидроидов // Тез. докл. регион. конф.: Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. – Архангельск, 1985. – С. 144-145.
28. Марфенин Н. Н., Косевич И. А. Биология гидроида *Obelia loveni* (Allm.): образование колоний, поведение и жизненный цикл гидрантов, размножение // Вестник МГУ. – 1984. – Сер. 16: биология. – № 3. – С. 16-24.

29. **Марфенин Н. Н., Косевич И. А., Леонтович А. А., Малютин О. И., Хоменко Т. Н.** Комплексное изучение экологии гидроидов // 3 конф. МГУ: Исследование Мирового океана. Биология океана, Москва, 19-22 мая 1986 г. – М., 1988. – С. 41-49.
30. **Марфенин Н. Н., Малютин О. И.** Положение побегов и гидрантов разных видов гидроидов в потоке воды // III съезд океанологов: Биология океана. – Л., 1987. – Ч. 2. – С. 130-132.
31. **Марфенин Н. Н., Хоменко Т. Н.** Спектр питания массовых видов беспозвоночных // Тез. докл. Беломор. биост. МГУ: Фундаментальные исследования современных губок и кишечнополостных. – Л., 1989. – С. 80-83.
32. **Макаренкова Е. П., Макаренков С. Н.** Флустуляция у сублиторальных гидроидов рода *Obelia* (Leptolida, Campanulariidae) как обязательная стадия их жизненного цикла // Тез. докл. регион. конф.: Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. – Архангельск, 1985. – С. 130-131.
33. **Разумов А. С.** Биологические обрастания в системе питьевого и технического водоснабжения и меры борьбы с ним. – М.: Наука, 1969. – 53 с.
34. **Синицын В. О., Резниченко О. Г.** Обрастание мелкоразмерного плавника северо-западной части Тихого океана // Экология массовых видов океанического обрастания. – М.: ИО АН СССР, 1981. – С. 18-69.
35. **Старостин И. В., Кузнецова И. А., Ильин И. Н., Морозова Т. В.** Обрастание в Саргассовом море // Экология обрастания и бентоса в бассейне Атлантического океана. – М.: Ин-т океанол. им. П. П. Ширшова АН СССР, 1980. – С. 6-14.
36. **Турпаева Е. П.** О возможности борьбы с обрастанием в системах технического водоснабжения // Изучение процессов морского биообрастания и разработка методов борьбы с ним. – Л., 1987. – С. 95-106.
37. **Турпаева Е. П., Арсеньев В. С., Морозова Т. В.** Обрастание в северо-западной части Тихого океана // Экология массовых видов океанического обрастания. – М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1981. – С. 7-17.
38. **Чаплыгина С. Ф.** Гидроиды в обрастании северо-западной части Японского моря // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток, 1980. – С. 56-71.
39. **Broch H.** Growth, development and longevity rhythms in *Campanularia flexuosa* // Amer. Zool. – 1974. – 4. – No 2. – P. 757-771.
40. **Wedler E.** Okologische Untersuchungen an Hydroiden des Felslitorals von Santa Marta (Kolumbien) // Helg. Wiss. Meeresunters. – 1975. – 27. – No 3. – P. 324-363.

УДК 581.526.323

## **МАКРОФИТОБЕНТОС МЕЛКОВОДЬЯ ЗАПАДНОГО КРЫМА**

**И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская**

ИнБЮМ

Донные макрофиты – важнейшие компоненты морских экосистем, поскольку являются продуцентами органического вещества, убежищем и местом нереста для рыб и размножения для беспозвоночных. Несмотря на обширные знания об этой группе гидробионтов, альгология находится в начале пути комплексного исследования макроводорослей мелководной зоны Черного моря, через которую осуществляются энергомассообмены между сушей и морем. Такие зоны относятся к прибрежному экотону, который в силу малых размеров наиболее подвержен внешнему воздействию и потому может быть отнесен к открытым неустойчивым геоэкосистемам. Примером такой системы может служить мелководная область со своим гидролого-гидрохимическим режимом, расположенная вдоль западного прибрежья Крыма. К настоящему времени сведения о видовом составе и особенностях количественного роста макроводорослей мелководья данного региона Крыма в литературе отсутствуют. Поэтому целью работы стало изучение видового состава, таксономической структуры, встречаемости и особенностей формирования и распределения фитомассы макроводорослей на мелководных участках западного прибрежья Крыма в летний период вегетации.

### **Материал и методы**

Исследования охватили три гидроботанических района, выделенных А. А. Калугиной-Гутник [2]. К ним относятся прибрежная акватория Каркинитского залива вблизи поселков Портовое, Межводное, Черноморское, мыса Тарханкут, а также Евпаторийско-Севастопольский район, представляющий собой пространство в Каламитском заливе между мысами Тарханкут и Коса Северная (бухта Евпаторийская, поселки Новофедоровка, Береговое, Песчаное, Андреевка, Орловка, Любимовка). Кроме того, исследовано прибрежье района Севастопольской бухты вдоль линии, соединяющей выходы из бухт Песочная, Стрелецкая, Круглая, Камышовая, Казачья, пляж парка Победы и мыс Херсонес. В перечисленных районах находятся населенные пункты, коммуникации, рекреационные объекты. Берега в пределах первых двух районов относительно невысокие, но крутые, обрывистые, окаймленные песчано-галечными пляжами и являющиеся высокоопасными в отношении отвалов пород под действием ветра и шторма [6]. Впадающие в море реки и, прежде всего Альма, Кача и Бельбек, поставляют в прибрежье гравийно-галечные наносы до 10 тыс. м<sup>3</sup>/год [7]. В таких условиях донные водоросли поселяются на немногочисленных валунах, волнорезах и бетонных стенах. Остальные участки берега, особенно на выходе из севастопольских бухт, а также вблизи мысов сложены твердыми грунтами, что способствует активному развитию макрофитов. Мысы Тарханкут и Херсонес далеко выступают в море, активно омываются его водой и не подвержены влиянию пресных вод.

Отбор проб производили вручную на глубине 0,2-0,5 м по методике, изложенной в работе [2]. При обработке материала определяли видовой состав водо-

рослей, биомассу фитоценоза, доминантов и содоминантов. На основе полученных данных выявляли количественное соотношение видов, рассчитывали индекс видового разнообразия Шеннона ( $H$ ) и гомотонности ( $J$ ), коэффициент встречаемости ( $R$ ) и флористического сходства по Жаккарду ( $K_J$ ) [5, 4, 8, 1].

### **Результаты и обсуждение**

Черноморский макрофитобентос мелководья Западного Крыма в летний период вегетации включает 76 видов из 45 родов, 28 семейств и 19 порядков, что во флоре всего Черного моря составляет 32, 35, 51 и 79 % таксонов соответствующего ранга. В свою очередь, на долю этих макроводорослей только в один сезон приходится 53 % видов, 52 % родов, 68 % семейств и 90 % порядков бентосной флоры Западного Крыма, сведения о которой представлены в обобщенной сводке [3]. Такое сопоставление свидетельствует о высоком таксономическом обилии макрофитов исследованного региона на одной глубине и в течение одного летнего месяца. По числу видов, родов и семейств господствуют Rhodophyta (41 вид, 24 рода, 13 семейств). Число порядков красных водорослей совпадает с таковым у Phaeophyta [7], которые по остальным надвидовым таксонам занимают вторую позицию. У Chlorophyta число видов в 1,5 раза выше, чем у Phaeophyta, однако по другим таксонам зеленые водоросли находятся на последнем месте.

Chlorophyta на мелководье Западного Крыма летом представлены 37 % видов, 36 % родов, 42 % семейств и 71 % порядков флоры этого же отдела, но в масштабах всего Черного моря. Доля видов и родов Phaeophyta данного региона по отношению к таковой в Черном море невелика (22 и 32 %), тогда как у надродовых таксонов она близка к 80 %. Число видов и родов Rhodophyta сопоставимо с таковым у Chlorophyta, а на долю их семейств и порядков приходится 54 и 100 % таковых в черноморском фитобентосе.

Таким образом, из флоры Черного моря в данном регионе по относительному числу видов наиболее полно представлены Chlorophyta и Rhodophyta, родов – Rhodophyta, а по числу порядков и семейств – Phaeophyta.

Среди порядков по числу семейств в фитобентосе мелководья Западного Крыма лидируют Chordariales, Nemalonales (по 3 семейства) и Ceramiales (4 семейства). Из общего числа семейств шесть относятся к многородовым (3-4 таксона): по одному из Chlorophyta и Phaeophyta и четыре – из Rhodophyta. Группа многовидовых родов невелика (9 % общего числа родов в регионе) и включает Enteromorpha и Cladophora из Chlorophyta, Ceramium и Polysiphonia из Rhodophyta.

Значения коэффициента встречаемости ( $R$ ) отдельных видов изменяется от 5 до 89 %, при этом размах его вариации у Phaeophyta – наименьший, у Chlorophyta – наибольший среди отделов. В комплексе видов нет ни одного со 100 %-ной встречаемостью. Группа константных видов, у которых  $R$  достигает 63-89 %, состоит из 7 видов (9 % общего числа). К ним относятся *Enteromorpha intestinales*, *Cladophora albida*, *C. laetevirens*, *C. sericea* из Chlorophyta, *Cystoseira crinita* из Phaeophyta, *Ceramium ciliatum* и *C. rubrum auctorum* из Rhodophyta.

У отделов зеленых и красных водорослей коэффициент встречаемости равен 100 %, а у бурых – 74 %. В соответствии с классификацией видов по степени постоянства [1] в изученном фитоценозе лидирует категория случайных видов (45 видов, 59 %), численно превышающая суммарное количество постоянных и

добавочных видов с высоким показателем встречаемости. Это сказывается на степени подобия видовых комплексов внутри фитоценона, которая крайне мала, что подтверждается низкими значениями индексов гомотонности ( $J_1 = 0,25$  и  $J_2 = 1,5$ ) и средней величиной коэффициента Жаккара ( $27,4 \pm 4,6\%$ ). Значения коэффициента флористического сходства варьируют от 0 [5] до 58 %. Установлено отсутствие сходных видов у фитосообществ мелководья в районе поселков Черноморское и Песчаное. Флористически контрастными являются сообщества на таких станциях, как поселки Песчаное, Любимовка и Черноморское, поскольку произрастающие здесь сообщества с таковыми на других станциях связывает крайне малое число общих видов. В свою очередь, видовые комплексы мелководья пляжей поселков Любимовка и Орловка, Межводное и у мыса Западный на входе в бухту Казачья, у этого же мыса и мыса Коса Северная имеют свыше 50 % общих видов. Причина этого скорее всего обусловлена сходством ряда экологических факторов (тип и подвижность грунта, наличие распреснение и др.).

Таксономическая структура изученных фитоценозов пространственно гетерогенна (рис. 1). Так, общее число видов в сообществах водорослей изменяется от 4 (пос. Черноморское и Песчаное) до 58 (мыс Херсонес), составляя в среднем 20 видов на станцию. Остальные таксоны варьируют в таких же широких границах, при этом их численные максимумы (у мыса Херсонес) и минимумы (у пос. Черноморское) приходятся на одни и те же станции. Близки к максимальным таксономические показатели на выходе из бухты Казачья, а к минимальным – в акватории пляжа пос. Песчаное.

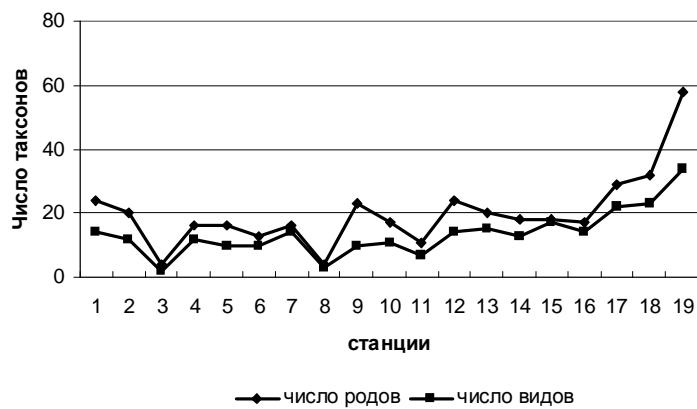


Рисунок 1. Таксономическая структура макроводорослей по общему списку видов на станциях западного прибрежья Крыма

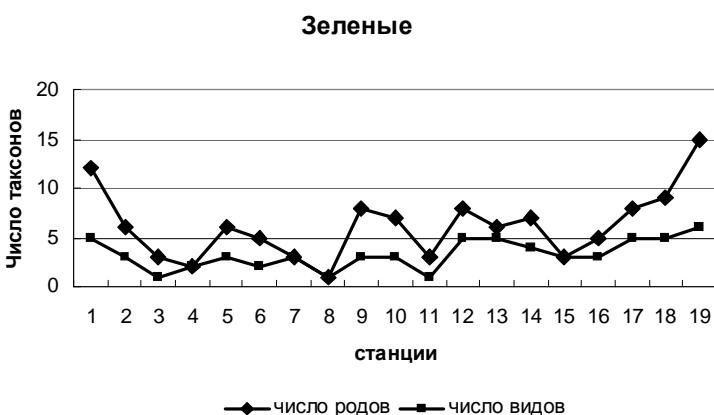


Рисунок 2. Таксономическая структура видов Chlorophyta на станциях западного прибрежья Крыма

Таксономическая структура видов Chlorophyta по числу порядков и семейств наиболее разнообразна на ст. 1 (пос. Портовое), а по числу родов и видов – на ст. 19 (мыс Херсонес) (рис. 2). Минимум таксономичес-

кой структуры видов Chlorophyta на станции 3 (пос. Песчаное) и максимум – на ст. 19 (мыс Херсонес). Таксономическая структура видов Chlorophyta на станции 19 (мыс Херсонес) отличается от остальных таксономическими показателями, что подтверждается низкими значениями индексов гомотонности ( $J_1 = 0,25$  и  $J_2 = 1,5$ ) и средней величиной коэффициента Жаккара ( $27,4 \pm 4,6\%$ ). Значения коэффициента флористического сходства варьируют от 0 [5] до 58 %. Установлено отсутствие сходных видов у фитосообществ мелководья в районе поселков Черноморское и Песчаное. Флористически контрастными являются сообщества на таких станциях, как поселки Песчаное, Любимовка и Черноморское, поскольку произрастающие здесь сообщества с таковыми на других станциях связывает крайне малое число общих видов. В свою очередь, видовые комплексы мелководья пляжей поселков Любимовка и Орловка, Межводное и у мыса Западный на входе в бухту Казачью, у этого же мыса и мыса Коса Северная имеют свыше 50 % общих видов. Причина этого скорее всего обусловлена сходством ряда экологических факторов (тип и подвижность грунта, наличие распреснение и др.).

кого разнообразия зеленых водорослей зарегистрирован на станциях 3, 4 и 8. Отличительной чертой комплекса видов Chlorophyta является совпадение между собой на каждой станции числа порядков и семейств и достаточно равномерное распределение их по горизонтали.

Phaeophyta в таксономическом отношении наиболее богато представлены в прибрежье мыса Херсонес, а наиболее бедно – на мелководье бухт Евпаторийской и Стрелецкой, в пос. Орловка (рис. 3).

Эти же водоросли полностью отсутствовали в Портовом, Черноморском, Песчаном и Андреевке. На участке от пос. Межводное до пос. Новофедоровка и от пос. Орловка до входа в бухту Стрелецкая наблюдается численное совпадение надвидовых или в ряде случаев и видовых таксонов на отдельно взятых станциях.

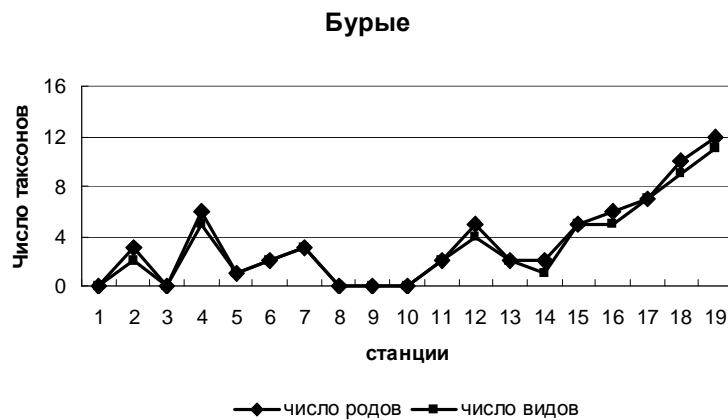


Рисунок 3. Таксономическая структура видов Phaeophyta на станциях западного прибрежья Крыма

У Rhodophyta таксономическая структура максимально разнообразна на тех же станциях, что и у Phaeophyta, тогда как в прибрежье пос. Черноморское она крайне упрощена (рис. 4). На всех станциях соблюдается тенденция плавного увеличения числа таксонов от видового ранга до ранга порядков.



Рисунок 4. Таксономическая структура видов Rhodophyta на станциях западного прибрежья Крыма

Кроме таксономической структуры, к разряду вариабельных признаков растительных сообществ мелководья Западного Крыма следует отнести и фитомассу. Ее минимум у фитоценозов ( $14,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ , пос. Новофедоровка) отличается от максимума ( $10095 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ , мыс Коса Северная) на несколько порядков. Невысокие уровни фитомассы характерны

для участка прибрежья от пос. Портовое до пос. Любимовка, большая часть которого сложена песками и подвержена воздействию рек. Начиная от мыса Коса Северная и до мелководья мыса Херсонес, где преобладают пригодные для при-

крепления твердые грунты, наблюдается тенденция увеличение анализируемого показателя.

Фитомасса Chlorophyta изменяется от нескольких граммов до 1,5 кг на квадратный метр, составляя в среднем  $327,9 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ . На гистограмме, иллюстрирующей пространственную динамику данного показателя, выделяются два пика, приходящиеся на акваторию пос. Черноморское и бухту Камышовую. В первом случае роль основного продуцента сыграла *C. laetevirens*, во втором – *Ulva rigida*. На открытом участке прибрежья от мыса Тарханкут до пляжа Парка Победы, а также на выходе из бухты Казачья и до мыса Херсонес участие зеленых водорослей в функционировании фитосообществ мелководья незначительно, при этом доля их фитомассы в отдельных случаях не достигает 5 %.

У бурых водорослей на мелководье Западного Крыма фитомасса варьирует в очень широких границах: минимум и максимум ее отличается на сотни порядков. Средняя фитомасса водорослей данного отдела ( $1430 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ ) более, чем вчетверо превосходит таковую у Chlorophyta. Наиболее благоприятными для функционирования бурых водорослей являются условия акватории мыса Коса Северная, где на их долю приходится более 80 % суммарной биомассы макроводорослей, а также участок каменистого прибрежья от входа в бухту Песочная до мыса Херсонес. Большинство максимумов в изменениях фитомассы фитоценозов обеспечено бурыми водорослями и прежде всего из рода *Cystoseira*.

Фитомасса Rhodophyta колеблется от 8,4 до  $1635 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$  с максимумом у мыса Коса Северная и прежде всего за счет *Polysiphonia subulifera* и *Gelidium crinale* (875 и  $517 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ ). Минимум данного показателя зарегистрирован на выходе из бухты Камышовую, близок к нему и уровень фитомассы багрянок в акватории пос. Новофедоровка и Межводное. Средняя суммарная фитомасса красных водорослей ( $369,3 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ ) мало отличается от таковой у Chlorophyta.

Вклад фитомассы зеленых водорослей в формирование таковой у фитоценоза высок в прибрежье поселков Черноморское и Межводное (80 и 98 %), а также у входа в бухту Камышовую (79 %) и мал в акватории мысов Тарханкут, Коса Северная, бухт Стрелецкая и Казачья (1-4 %). Phaeophyta доминируют по вкладу в суммарную фитомассу на десяти из девятнадцати станций и прежде всего на участке от пос. Орловка до мыса Херсонес, исключая бухту Камышовую и пос. Любимовка (48-95 %). Область доминирования красных водорослей охватывает акваторию пос. Портовое, затем участок мелководья от бухты Евпаторийской до пос. Песчаное, а также пос. Любимовка (61-94 %). Максимум доли фитомассы багрянок приходится на акваторию пос. Песчаное и, в первую очередь, за счет *Polysiphonia brodiaei*.

Группа доминирующих по фитомассе водорослей сложена 13 видами 8 родов из трех отделов, среди которых по числу видов и родов господствуют багрянки, а среди родов выделяются *Cladophora* (3 вида), *Cystoseira* (2 вида), *Polysiphonia* (3 вида). Как правило, виды выполняют роль доминанта на одной единственной станции, за исключением *Cystoseira barbata* и *C. crinita*, лидирующих соответственно на двух и семи станциях. Доля фитомассы доминантов из Chlorophyta достигает 29-84 %, из Phaeophyta – 45-92 %, из Rhodophyta – 33-85 %. Группа содоминантов разнообразнее и включает 18 видов из восьми родов трех отделов. По числу родов и видов среди содоминантов, подобно доминантам, лидируют Rhodophyta. Среди родов наибольшее участие в формировании

группы содоминантов принимают *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Cystoseira*, *Ceramium* и *Gelidium* (по 2-3 вида). Значение коэффициента общности видового комплекса доминантов и содоминантов невелико (21 %) и свидетельствует о том, что только каждый пятый вид является факультативным доминантом, тогда как остальные – облигатным. К первым относятся *Cladophora sericea*, *C. albida*, оба вида *Cystoseira* и *C. rubrum auctorum*. Крайне мало общих видов среди видов-лидеров Rhodophyta ( $K_j = 8\%$ ) и очень много среди Rhodophyta ( $K_j = 67\%$ ). Как правило, в бухтах Севастопольского региона позицию доминанта занимают бурые водоросли.

Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по биомассе, варьирует от 0,52 у мыса Западный до 2,60 бит/г в бухтах Евпаторийская и Камышовая. На рис. 5 видно, что станции, в зависимости от значений индекса Шеннона, группируются в три блока. В первый блок попадают сообщества станций в Портовом, Межводном и у мыса Херсонес. Здесь значения индекса достигают 2,34-2,41 бит/г. Во втором блоке объединяются сообщества мыса Тарханкут, бухты Евпаторийской, поселков Новофедоровка и Береговое ( $H = 1,96-2,62$  бит/г). В третий блок сгруппированы станции 9-17 ( $H = 1,31-2,60$  бит/г), которые, в свою очередь, подразделяются на три подблока: а) ст. 9-11, б) ст. 13-15, в) ст. 17. Этот блок объединяет практически все севастопольские станции, при этом общим для станций первого подблока является превалирование песчаного грунта, для остальных – каменистого.



Исходя из значений индекса  $H$ , можно сделать предположение, что условия обитания водорослей на мелководье Западного Крыма способствуют формированию, прежде всего, фитоценозов с полидоминантной структурой, в которых трудно выделить один вид-доминант. Гораздо меньше сообществ с монодоминантной структурой. К ним относятся фитоценозы пос. Черноморское, Песчаное и мыса Западного ( $H = 0,52-0,84$ ), в которых доля доминанта велика и достигает 84-93 % суммарной фитомассы. Остальные сообщества макрофитов, для которых  $H$  больше 1,00 и меньше 2,00, отнесены нами к олигодоминантным.

### Заключение

Черноморский макрофитобентос мелководья Западного Крыма в летний период включает 76 видов из 45 родов, 28 семейств и 19 порядков. Сопоставление оригинальных данных, полученных на одной глубине и в течение одного месяца, со сведениями, касающимися всего Черного моря, свидетельствует о высоком таксономическом обилии макрофитов исследованного региона. Основу таксономического разнообразия макроводорослей составляют Rhodophyta, порядки Chordariales, Nemalonales и Ceramiales, семейства Cladophoraceae, Acrochaetiaceae, Corallinaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, роды *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium* и *Polysiphonia*. Из бентосной флоры Черного моря в данном регионе по относительному числу видов наиболее полно представлены

*Chlorophyta* и *Rhodophyta*, родов – *Rhodophyta*, а по числу порядков и семейств – *Phaeophyta*.

В видовом комплексе нет видов со 100 %-ной встречаемостью. Группа постоянных видов ( $R = 63\text{--}89\%$ ) невелика и составляет 9 % общего числа видов. К ним относятся *Enteromorpha intestinales*, *Cladophora albida*, *C. laetevirens*, *C. sericea* из *Chlorophyta*, *Cystoseira crinita* из *Phaeophyta*, *Ceramium ciliatum* и *C. rubrum auctorum* из *Rhodophyta*. В изученном фитоценоне лидирует категория случайных видов, численно превышающая суммарное количество постоянных и добавочных видов с высоким показателем встречаемости, что обеспечивает флористическую контрастность слагающих его фитоценозов.

Таксономическая структура фитоценозов пространственно гетерогенна. Число таксонов всех рангов варьирует в широких границах, при этом их максимум и минимум приходятся каждый на одни и те же станции. На всех станциях у багрянок соблюдается тенденция плавного увеличения числа таксонов от вида до ранга порядков.

К разряду вариабельных признаков растительных сообществ мелководья Западного Крыма относится и фитомасса. Ее минимум и максимум у фитоценозов отличается на несколько порядков. Невысокие уровни фитомассы характерны для участка прибрежья, большая часть которого сложена песками и подвержена воздействию рек. Начиная от мыса Коса Северная и до мелководья мыса Херсонес, где преобладают пригодные для прикрепления твердые грунты, наблюдается тенденция увеличение анализируемого показателя.

На большей части открытых участков прибрежья участие зеленых водорослей в функционировании фитосообществ мелководья незначительно, при этом доля их фитомассы не достигает 5 %. Суммарная фитомасса бурых водорослей более чем вчетверо превосходит таковую у *Chlorophyta*. Наиболее благоприятными для функционирования бурых водорослей являются условия акватории мыса Коса Северная, где на их долю приходится более 80 % суммарной фитомассы макроводорослей, а также участок каменистого прибрежья от входа в бухту Песочная до мыса Херсонес. Большинство максимумов в изменениях фитомассы фитоценозов обеспечено бурыми водорослями и, прежде всего, из рода *Cystoseira*. Средняя суммарная фитомасса красных водорослей мало отличается от таковой у *Chlorophyta*.

Вклад (в %) водорослей разных отделов в формирование фитомассы фитоценозов неравноценен. *Phaeophyta* доминируют по этому показателю на десяти из девятнадцати станций.

Группа доминирующих по фитомассе водорослей сложена 13 видами 8 родами, среди которых господствуют багрянки. Группа содоминантов разнообразнее, но и среди них лидерство сохраняют *Rhodophyta*.

Условия обитания водорослей на мелководье Западного Крыма чаще способствуют формированию фитоценозов с полидоминантной структурой, у которых индекс Шеннона достигает 2,4–2,6 бит/г.

### *Литература*

1. **Дажо Р.** Основы экологии. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.
2. **Калугина-Гутник А. А.** Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 246 с.

3. **Мильчакова Н. А.** Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. – НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152-191.
4. **Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумовна Л. Г.** Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
5. **Шенников А. П.** Введение в геоботанику. – Л.: ЛГУ, 1964. – 447 с.
6. **Шестопалов В. М., Иванов В. А., Богуславский С. Г., Кузнецов А. С., Богуславский А. С., Казаков С. И., Фесенко А. В., Лущик А. В., Романюк О. С.** Инженерно-экологическая опасность береговой зоны горного Крыма // Сб. научн. тр.: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: НАН Украины. МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ, 2005. – Вып. 13. – С. 43-61.
7. **Шуйский Ю. Д.** Основные закономерности морфологии и динамики западного берега Крымского полуострова // Сб. научн. тр.: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: НАН Украины. МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ, 2005. – Вып. 13. – С. 62-72.
8. **Wihlm J. L.** Ecology Use of biomass unites in Shannon's formula. – 1968. – P. 153-156.

УДК 582.26/27: 579.8(26)

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛЕТОК МОРСКИХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕГИДРАТАЦИИ – РЕГИДРАТАЦИИ

**И. А. Харчук, Ю. В. Брянцева**

ИнБЮМ

Нестабильное экологическое состояние морских экосистем выдвигает на первый план проблему сохранения и воспроизведения биоразнообразия морской среды. Микроводоросли, являясь одним из основных звеньев трофической цепи, богаты белками, аминокислотами, витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами, пигментами, эфирными маслами, стеаринами, иммуностимуляторами и другими важными биологически активными соединениями. Обеднение видового разнообразия приведёт к необратимой потере не только сырьевых, корковых и пищевых ресурсов, но и генетических, накопленных в течение многих миллионов лет эволюции, поэтому необходим поиск путей их сохранения.

На сегодняшний день в альгологической практике используется широкий спектр методов, позволяющих сохранять микроводоросли в жизнеспособном состоянии. Это хранение на жидких средах, агаре, альгинате, пеностекле, в жидком азоте, лиофилизация, криосохранение [9, 10]. Но все эти методы не исключают возможности изменения важных свойств сохраняемых культур. Кроме того, для поддержания культур в жизнеспособном состоянии затрачивается много труда и средств, или требуется дорогостоящее оборудование.

Наиболее простым и экономически выгодным может быть хранение микроводорослей, переведенных в состояние ангидробиоза, в результате их обезвоживания. Ангидробиоз, глубокое и длительное торможение метаболизма, обратимое при благоприятных условиях и достаточно распространённое в природе явление. Однако механизмы перевода вегетативных клеток в анаэробическое состояние изучены недостаточно, что затрудняет управление этими процессами, также крайне мало сведений о характере структурных изменений, происходящих при этом с клетками.

Морфометрические характеристики являются одним из критериев оценки выживаемости клеток при разных температурных условиях.

Таким образом, целью данной работы было исследовать изменчивость морфометрических характеристик клеток морских микроводорослей в результате дегидратации и в процессе их восстановления при регидратации.

### **Материалы и методы**

Объектами исследования были штаммы водорослей: *Porphyridium cruentum* (IBBS – 70), *Phaeodactylum tricornutum* (IBBS – 40), *Synechococcus* sp. (IBBS – 36) из коллекции живых культур ИнБЮМ НАНУ (отдела биотехнологий и фиторесурсов). Микроводоросли культивировали в накопительном режиме при постоянном круглосуточном освещении и автоматическом перемешивании с использованием насоса для удаления избытка кислорода из среды и равномерного прогрева всего слоя питательного раствора культуры. Процесс выращивания *Porphyridium cruentum* сопровождался непрерывным снабжением газовоздушной

смесью с концентрацией углекислоты, обеспечивающей оптимальную pH среды (8-9 ед.). Интенсивность света на поверхности раствора составляла 8-10 кЛк. Температура среды колебалась в диапазоне 26-28 °C. В качестве питательной среды использовали среду Тренкеншту [11]. Объем среды в культиваторах составлял 2 л при высоте слоя раствора 18 см.

Концентрирование биомассы осуществляли центрифугированием при 3000 об./мин. на лабораторной центрифуге ОПН-3-УХЛ 42, супернатант сливали, а пасту водорослей, в зависимости от поставленных задач, промывали изотоническим раствором углекислого аммония [5] для полного отмывания от солей и сохранения клеточных мембран и оболочек. Одновременно клетки высушивали на покровных стеклах, для этого каплю суспензии водорослей объемом 0,1 мл наносили на покровное стекло и обезвоживали в термостате при 30 °C.

Морфологические исследования проводили с использованием растрового электронного микроскопа JSM-6060 LV (фирмы JEOL, Япония) и светового микроскопа Axiostar plus (CARL ZEISS, Германия). При подготовке образцов для сканирующей электронной микроскопии, чтобы избежать обводнения клеток при их химической фиксации, к дискам-подложкам приклеивали гранулы биомассы, обезвоженной обычным способом. Затем образцы подвергали напылению металла [8].

Расчет объемов и площадей поверхности микроводорослей выполняли по формулам из работы [3]. Индекс сферичности формы клеток рассчитывали по [2].

### Результаты и обсуждение

В процессе обезвоживания и последующей регидратации в динамике было выявлено изменение формы и размеров клеток.

Результаты морфометрических измерений показали статистически достоверное уменьшение размеров клеток при обезвоживании (таблица). Ширина клеток *Porphyridium cruentum* при этом уменьшалась на 25 % ( $t = 9,68 > t_{05} = 2,00$ ) по сравнению с контролем. Соответственно происходило уменьшение объема и площади поверхности клеток в 2 раза. При микроскопировании отмечено, что поверхность приобретала складчатую структуру (рис. 1).

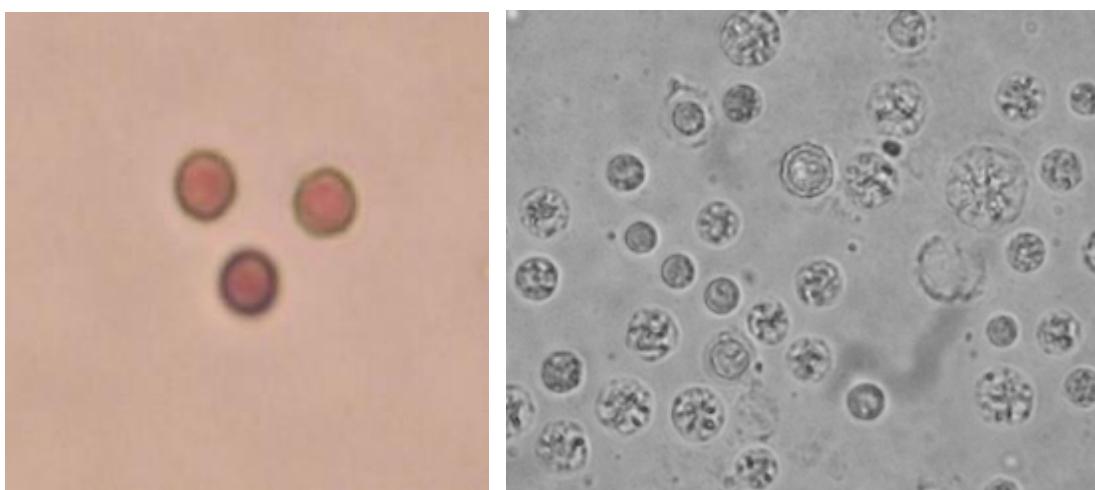


Рисунок 1. А – клетки *Porphyridium cruentum* до обезвоживания;  
Б – клетки после обезвоживания

Изменение размеров клеток морских микроводорослей при обезвоживании и последующей реактивации

Образец	Размерные характеристики (средние для 50 промеров)*				
	ширина клеток, мк	длина клеток, мк	объем клеток, мк <sup>3</sup>	площадь поверхности клеток, мк <sup>2</sup>	индекс сферичности клеток, мк
<i>Synechococcus</i> sp.					
Контроль	2,23 ± 0,01	3,76 ± 0,27	11,05 ± 0,31	24,08 ± 0,97	0,976 ± 0,016
Сухие	1,77 ± 0,15	3,96 ± 0,30	6,83 ± 1,31	18,72 ± 2,19	0,903 ± 0,019
30 мин	2,12 ± 0,21	4,34 ± 0,36	11,04 ± 2,24	25,12 ± 3,39	0,916 ± 0,021
24 ч	2,12 ± 0,21	4,34 ± 0,36	11,04 ± 2,24	25,12 ± 3,39	0,916 ± 0,021
<i>Porphyrium crenatum</i>					
Контроль	5,67 ± 0,24	-	99,55 ± 10,22	102,46 ± 6,85	1
Сухие	4,29 ± 0,145	-	42,45 ± 4,50	58,34 ± 3,96	1
24 ч	3,51 ± 0,23	-	24,83 ± 4,63	39,89 ± 5,12	1
<i>Phaeodactylum tricornutum</i> (трехлучевая форма)					
Контроль	11,37 ± 0,37	8,87 ± 0,28	235,19 ± 28,12	266,83 ± 16,13	0,683 ± 0,02
Сухие	10,83 ± 0,33	0,18	191,70 ± 14,75	232,53 ± 12,63	0,692 ± 0,01
24 часа	10,72 ± 0,43	1,62 ± 0,27	186,99 ± 19,13	225,94 ± 16,49	0,700 ± 0,02

\* Доверительный интервал указан с 95 % уровнем надежности

При увлажнении культуры в течение 24 часов отмечено, что клетки не восстанавливали свои первоначальные размеры и объем. Полное восстановление размеров было зарегистрировано у единичных клеток через 10 дней, но их деления не наблюдалось, что, очевидно, связано с повреждающим действием обезвоживания на клеточные структуры.

Фазово-контрастная микроскопия исследуемых образцов выявила слабое свечение клеток, что свидетельствует о неабсолютной потере их жизнеспособности, однако недостаточной для восстановления способности к делению.

У *Synechococcus* sp. во время дегидратации отмечено статистически достоверное сокращение ширины клеток на 20 % ( $t = 7,31 > t_{05} = 2,00$ ) и их незначительное удлинение на 5 % ( $t = 1,04 < t_{05} = 2,00$ ). Изменение пропорций клеток привело к ощутимому снижению значений индекса сферичности (см. таблицу). Восстановление исходных параметров клеток регистрировали в течение 30 мин. после увлажнения. Скорость восстановления клеток *Synechococcus* sp. не зависела от температуры дегидратации и происходила одинаково быстро во всех вариантах, однако форма клеток почти не изменилась, т. е. значение индекса сферичности увеличилось, но различия эти были статистически незначимыми. Через 24 часа после начала реактивации микроводоросли переходили в стадию экспоненциального роста. При окрашивании метиленовым синим наблюдали явление паранекроза с последующим выходом из данного состояния. Фазово-контрастное микроскопирование показало, что все реактивируемые клетки ярко светились, а это указывает на их сохранение в жизнеспособном состоянии.

Диапазон колебаний морфометрических характеристик *Ph. tricornutum* (ширина и длина) во время обезвоживания не превышал одного микрона, но эти изменения были статистически значимыми. Ширина клеток сокращалась на 5 % ( $t = 2,12 > t_{05} = 2,00$ ), а длина – на 11 % ( $t = 5,54 > t_{05} = 2,00$ ). Объем клеток сокращался на 18 % ( $t = 2,74 > t_{05} = 2,00$ ) в связи с обезвоживанием, при этом площадь поверхности сокращалась на 13 % ( $t = 3,31 > t_{05} = 2,00$ ). Морфометрические характеристики *Ph. tricornutum* (ширина, длина, объем и площадь поверхности) в период 24-часовой реактивации оставались без изменений. Через 24

часа после обводнения, отчетливо был виден хроматофор, размеры клеток и их численность практически не изменились. Через 1 месяц в реактивированной культуре отмечено увеличение размеров клеток, появление двурогой формы и наличие деления.

При электронно-микроскопических исследованиях обезвоженных клеток *Ph. tricornutum* была обнаружена складчатость поверхности и ее неоднородность. На поверхности клеток образуются небольшие углубления или выпячивания в виде пузырьков, капель, частиц различных форм и размеров (рис. 2).

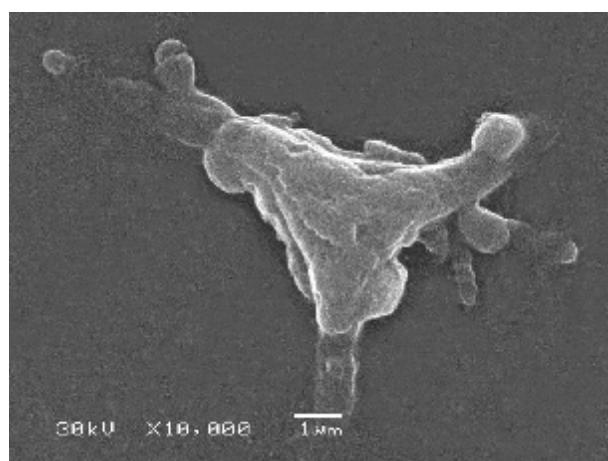


Рисунок 2. Обезвоженная клетка *Ph. tricornutum*. Препарат приготовлен без применения химической фиксации.  
Увеличение 10,000

Как известно, диатомовые водоросли имеют прозрачный панцирь, состоящий из аморфного кремнезема, напоминающего по составу опал, куда входят некоторые металлы и органические компоненты, возможно белок [4]. Толщина стенок панциря зависит от содержания кремния в среде. Панцирь образован различными структурными элементами, из которых наиболее важным является перфоративная система отверстий различного строения, расположенная на створках, через которую происходит обмен протопласта с внешней средой. Через эти отверстия диатомовые водоросли выделяют слизь, которая способствует образованию колоний. Слизь диатомей имеет различную консистенцию – от плотной, хрящевой, до жидккой [4]. Складчатость поверхности, которая хорошо видна на фотографии, может быть обусловлена реакцией слизистой оболочки на обезвоживание.

Обнаруженные на поверхности организмов образования в форме пузырьков, капель и их скоплений различной формы, по всей вероятности, связаны с выделением из обезвоженных клеток при их дегидратации различных веществ. Среди них могут быть неорганические соединения, аминокислоты, нуклеотиды, углеводы, липиды, отдельные белки и т. д. Возможно, что в описанных выше экспериментах мы также имели дело с выделением из клеток продуктов, близких по составу к материалу клеточной стенки и плазмалеммы. Однако для подтверждения этих предположений требуются дополнительные исследования.

Как известно, обезвоживание сопровождается удалением воды из клеток, следствием потери воды является сокращение их объема, что влечет за собой изменение морфометрических характеристик клеток. Сопоставление полученных нами данных с результатами других исследователей [1] указывает на общий характер реакции клеток на обезвоживание у разных в систематическом плане организмов, что имеет большое значение для изучения механизмов реакций их клеток на разнообразные внешние воздействия.

В зависимости от того, насколько серьезные изменения произошли во время обезвоживания, процесс реактивации будет удлиняться или сокращаться. Быстрее всего восстанавливались клетки *Synechococcus* sp. Такая особенность, возможно, обусловлена сложным строением поверхностных мембран прокариотических водорослей [6, 7]. У *Porphyridium cruentum* реактивация сопровождалась потерей клеточного содержимого – фикоэритрина. Вероятно, в клетках происходит частичный необратимый распад различных липидосодержащих комплексов, в т. ч. и липопротeinовых компонентов мембранный структуры. Очевидно, такое повреждение мембранных структур приводит к потере клеткой способности делиться. Таким образом, образование при дегидратации большого количества аналогичных клеток у *Porphyridium cruentum*, возможно, свидетельствует о большей чувствительности клеточных мембран к такого рода, воздействиям.

Следовательно, в процессе обезвоживания у красных и диатомовых микроводорослей происходят стойкие морфометрические изменения, для восстановления которых требуется более продолжительный период времени. Очевидно, физиологической реакцией на обезвоживание является образование «складчатости» цитоплазматической мембраны, возникающей из-за значительного уменьшения размеров клетки при дегидратации.

## Заключение

Дегидратация приводит к уменьшению значений площади поверхности и объема клеток независимо от вида водоросли, при этом пропорции их менялись видоспецифично, в зависимости от того, в какой плоскости происходило сжатие клетки. Значение индекса сферичности у *Synechococcus* sp. существенно снизилось, а у *Phaeodactylum tricornutum* возросло, но статистически незначимо. Такая же видоспецифичная реакция отмечена и при реактивации. У красных и диатомовых микроводорослей в процессе обезвоживания происходят стойкие морфометрические изменения, для восстановления которых требуется более продолжительное время, чем для цианопрокариот.

## Литература

1. **Бекер М. Е., Дамберг Б. Э., Рапопорт А. И.** Анабиоз микроорганизмов. – Рига: Зинатне, 1981. – 252 с.
2. **Брянцева Ю. В.** Индекс формы одноклеточных водорослей как новый морфометрический критерий // Экология моря. – 2005. – № 67. – С. 27-31.
3. **Брянцева Ю. В., Лях А. П., Сергеева А. В.** Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря // Препринт / Ин-БЮМ НАН Украины. – Севастополь, 2005. – 25 с.
4. Водоросли / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. – Справочник. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 303-339.
5. **Воронова О. К.** Методика определения сухой биомассы микроводорослей в условиях интенсивного культивирования // Альгология. – 1994. – Т. 4. – № 4. – С. 59-62.
6. **Гусев М. В.** Сравнительная физиология синезеленых водорослей // Успехи микробиологии. – 1966. – № 3. – С. 74-103.
7. **Кондратьева Н. В.** Строение клеточных покровов Суапорфита (Обзор литературных данных) // Альгология. – 1993. – Т. 3. – № 3. – С. 96-109.
8. **Ровенский Ю. А.** Растворная электронная микроскопия нормальных и опухолевых клеток. – М.: Медицина, 1979. – 152 с.
9. **Сидякина Т. М.** Консервация микроорганизмов в коллекциях культур / Серия: Консервация генетических ресурсов. – Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1991. – С. 81-139.
10. **Сидякина Т. М.** Методы консервации микроорганизмов / Серия: Консервация генетических ресурсов. – Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988. – 58 с.
11. **Тренкеншу Р. П., Белянин В. Н., Сидъко Ф. Я.** Модель светозависимого роста морских микроводорослей (с учетом фотоингибирования) / Препринт. № 18 Б. – Красноярск: ИФСО, 1981. – 63 с.

УДК 581.526.32(047)

## МОРСКИЕ ТРАВЫ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ЕВРАЗИИ: СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ (ОБЗОР)

**Н. А. Мильчакова**

ИнБЮМ

Морские травы (МТ) относятся к экологической группе высших цветковых растений, жизненный цикл которых полностью проходит в водной среде. По ботанической классификации они не являются собственно травами и получили свое название из-за обширнейших подводных зарослей, которые напоминают луга наземных злаков [32]. Для Мирового океана известно свыше 50 видов и 12 родов МТ, входящих в состав нескольких семейств.

Экосистемная роль МТ велика и значительна. Они представляют основу трофических цепей, их сообщества высокопродуктивны, характеризуются богатым видовым разнообразием. В зарослях МТ нерестятся, находят убежище и питаются многие виды рыб и беспозвоночных животных, в том числе промысловых. Они способны гасить волновую активность, что стабилизирует донные осадки и защищает песчаные пляжи и берега от эрозии и разрушения.

История изучения МТ южных морей Евразии (Черное, Азовское, Каспийское и Аральское моря) насчитывает более чем двухвековой период. Известно, что в растительном покрове их мелководных прибрежных акваторий (бухты, заливы, лиманы) МТ представляют основной аспект донной растительности и формируют значительные заросли. Видовой состав МТ южных морей представлен 4 видами – *Zostera marina* L., *Z. noltii* Hornem., *Ruppia cirrhosa* Petagna (Grande) и *R. maritima* L. Зостеровые сообщества наиболее распространены и отнесены к ключевым звеням прибрежных экосистем по классификации Европейской программы BIOMARE. Из-за их высокой экосистемной и природной значимости охраняются по Бернской Конвенции (1979) и включены в Красную книгу Черного моря [29].

В представленном аналитическом обзоре отражены результаты сравнительного эколого-флористического анализа современного состояния и тенденций многолетних изменений МТ и их фитоценозов в южных морях Евразии. Для анализа были привлечены все известные опубликованные материалы и оригинальные данные автора за период с 1980 по 2005 г.

### **Сравнительная экологическая характеристика экосистем**

Основная особенность южных морей Евразии заключается в их полной (Аральское и Каспийское моря) или почти полной (Азовское и Черное моря) изолированности от Мирового океана. Исследуемые моря расположены в одной широтной зоне (30-45° с.ш.), характеризуются высокой континентальностью климата; различием в солевом составе вод; многолетними колебаниями составляющих водного и солевого балансов; отсутствием приливных и наличием сейсмических колебаний уровня, сгонов в прибрежных районах. Контактные зоны смешения между опресненными и солоноватыми водами как пограничные экотоны характеризуются высокой продуктивностью, к ним относятся Северный Каспий,

северо-западная часть Черного моря, Азовское море и Керченский пролив. Если уровень Черного и Азовского морей претерпевает, в основном, сезонные колебания, то для Каспийского и Аральского морей характерны его многолетние изменения на фоне вековых колебаний. Они связаны в основном с сокращением стока рек и их зарегулированием, а также климатическими изменениями. Это привело к почти полной гибели Аральского моря и потере его значения как полноценного водоема, что, безусловно, считается глобальной экологической катастрофой.

Изменение качества среды и воздействия экологических факторов сказалось на состоянии биоты исследуемых морей. Большинство исследователей к основным негативным факторам относят загрязненные стоки, дноуглубительные работы и дампинг, разработку и добывчу ресурсов, траловый промысел гидробионтов, судоходство. К настоящему времени ни одна из геосистем береговой зоны южных морей не является очень чистой или чистой с небольшими по площади загрязненными участками [25]. Усиливающееся в последнее годы антропогенное воздействие привело к нарушению структуры биоценозов, распространению видов атлантического происхождения и снижению устойчивости прибрежных экосистем [33, 28, 16].

### **Состав и структура сообществ морских трав**

**Черное море.** В состав флоры макрофитов, которая насчитывает 326 видов, входят 4 вида МТ – *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Ruppia cirrhosa* и *R. maritima*. Учитывая важнейшую роль МТ в экосистеме моря, их охрана осуществляется в акваториях 10 объектов природно-заповедного фонда Украины, имеющих разную категорию заповедания.

Наиболее широко МТ распространены в северо-западной части моря, а также в бухтах, заливах и лиманах крымского побережья, Керченском проливе. В структуре макрофитобентоса этих районов доминируют сообщества зостеры, характеризующиеся высоким структурно-функциональным разнообразием [20, 10, 18, 30, 31]. Более четверти века назад запасы зостеры и штормовых выбросов в Тендровском, Джарылгачском, Егорлыцком и Каркинитском заливах оценивались почти в 633 тыс. т и 100 тыс. т соответственно [30]. На восточном берегу Черного моря МТ встречаются в бухтах Анапская, Новороссийская и Геленджикская, а на западном и южном побережье их ареал очень узок.

Эколого-фитоценотические особенности черноморских видов зостеры по сравнению с другими видами изучены наиболее полно. Их сообщества характеризуются моно- и полидоминантной структурой, в них высока встречаемость других видов МТ и высших цветковых растений, а также неприкрепленных форм макроводорослей. Флористический состав фитоценозов *Z. marina* насчитывает 115, а *Z. noltii* – 62 вида макрофитов, среди которых преобладают зеленые и красные макроводоросли, относящиеся к родам *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Ceramium*, *Polysiphonia* и *Acrochaetium*. Большинство из них эпифитируют на листьях зостеры. Зостеровые фитоценозы распространены в диапазоне глубин от 0,5 до 17 м, в зоне илистых и песчаных донных осадков, часто со значительной примесью ракушки. Экологический оптимум *Z. marina* относится к глубине от 3 до 5 м, а *Z. noltii* – от 1 до 2 м [18, 30].

В монодоминантных сообществах биомасса обоих видов зостеры выше, чем в смешанных. Средняя биомасса *Z. marina* колеблется от 1 до 3 кг·м<sup>-2</sup>, а ее наи-

большие значения зарегистрированы в районе Керченского пролива и б. Камыш-Бурунская на глубине от 1 до 3 м в летний период и достигают около  $5 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}$  при численности и  $916 \text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$  [17, 23, 30, 31]. Здесь обнаружены также самые крупные растения этого вида, длина которых превышает 2 м [23], тогда как в других районах моря она варьирует от 25 до 100 см. Биомасса черноморской *Z. noltii* колеблется в более узком диапазоне – от 0,5 до  $2,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}$ , ее численность в несколько раз или на порядок выше, чем у *Z. marina* ( $680\text{-}4376 \text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$ ). Максимальные значения количественных показателей *Z. noltii* также зафиксированы в районе Керченского пролива (м. Фонарь) на глубине до 1 м в летний период. Высокие структурно-функциональные показатели видов зостеры, характерные для Керченского региона, подтверждают его высокую продуктивность как пограничного экотона. Независимо от района произрастания количественные показатели видов зостеры с глубиной существенно снижаются [30, 31].

Анализ динамики многолетних изменений зостеровых фитоценозов показал, что за последние десятилетия не выявлено существенной трансформации их структуры, хотя почти повсеместно наблюдается деградация донных фитоценозов, особенно в средней и нижней сублиторальной зоне, которую связывают с эвтрофикацией и снижением прозрачности [19]. Более того, во многих районах крымского побережья (бухты региона Севастополя, Керченский пролив) значения биомассы и численности зостеры на разных глубинах возросли в 1,5-3 раза (табл. 1). Восстановление ее зарослей отмечено также в районе дампинга грунтов в Каркинитском заливе (неопубл. данные ЮГНИРО). Скорее всего, виды черноморской зостеры характеризуются более высокими адаптивными свойствами по сравнению с другими макрофитами к изменению экологических условий и воздействию негативных факторов. Возможно, расширение ареалов видов МТ связано также с усиливающимся заилиением донных осадков, что, как известно, способствует увеличению их производственных показателей [19].

МТ традиционно относят к растительным ресурсам, которые используются в сельском хозяйстве, промышленности и медицине. Их штормовые выбросы применяют в качестве удобрения, для утепления сельскохозяйственных построек и защиты их от грызунов. Доказано, что при добавлении зостеры в рацион дойным коровам их среднесуточный убой повышается на 15-20 %, а жирнотичность – на 0,35 % [15]. Прирост живой массы овец и свиней увеличивается при подкорме зостерой на 20-30 % и 10-15 % соответственно. За последние 5 лет добыча штормовых выбросов МТ в Черном море возросла от 110,7 до 1096,3 т.

**Таблица 1. Динамика многолетних изменений биомассы ( $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$ ) и численности ( $\text{экз}\cdot\text{м}^{-2}$ ) *Z. marina* в районе Севастополя и Керченского пролива (Черное море)**

Район, глубина, м	1981-1983 гг.		1994-1999 гг.	
	биомасса	численность	биомасса	численность
Бухта Камышовая, 1	1465,7	200	2416,1	312
Бухта Стрелецкая, 2	1569,2	252	3222,8	936
Бухта Северная, 2	1461,8	392	3037,4	760
Бухта Голландия, 2	3335,2	724	2821,9	940
Бухта Казачья, 3	1566,0	248	2194,7	468
Бухта Керченская, 3	1184,9	226	3958,3	600
Керченский пролив, 3	3161,0	988	5700,0	467

**Азовское море.** Флора макрофитов представлена около 70 видами, в нее входят 4 вида МТ – *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Ruppia cirrhosa* и *R. maritima*. Охрана МТ осуществляется в 7 объектах ПЗФ Украины, акваториях водно-болотных угодий, имеющих международное значение [22]. После зарегулирования стоков рек Азовское море осталось типично эстuarным водоемом, но по структуре пищевых цепей приблизилось к эстuarно-шельфовым, сходным с мелководными заливами Черного моря, при этом роль МТ в структуре макрофитобентоса существенно возросла.

Наиболее широкий ареал выявлен у *Z. noltii*, ее сообщества распространены вдоль северного и западного берегов, в Утлюкском, Молочном, Бейсугском, Ейском и Приморско-Ахтарском лиманах, в Арабатском, Казантипском и Таманском заливах, в Керченском предпроливье. Сообщества *Z. marina* встречаются значительно реже, помимо лиманов, они отмечены в Северном Сиваше, плавнях р. Кубань, Таманском заливе и Керченском предпроливье [7, 5, 9, 31]. По-видимому, необоснованным является утверждение об исчезновении *Z. marina* в Арабатском заливе и других районах моря [23], поскольку этот вид отмечен практически вдоль всего литоконтура моря.

Оба вида азовоморской зостеры занимают глубины от 0,5 до 8 м и произрастают при солености от 2 до 26 ‰ [31]. Высота побегов *Z. noltii* колеблется от 15 до 70 см, а *Z. marina* – от 20 до 90 см. Зостеровые фитоценозы преимущественно смешанные, наибольшая встречаемость отмечена у видов *Ruppia* и видов *Ceratium*, *Cladophora* и *Enteromorpha*.

Биомасса фитоценозов *Z. noltii* варьирует вдоль северных берегов от 1400 до 2000 г·м<sup>-2</sup> [5], при этом максимальная биомасса и численность *Z. noltii* зафиксированы нами в Утлюкском лимане – 667 г·м<sup>-2</sup> и 5212 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно [31]. Количественные показатели *Z. marina* наиболее высоки в Восточном Сиваше, где ее биомасса достигает 2000 г·м<sup>-2</sup> при солености 21,5 ‰ [5].

Анализ многолетней динамики состава и структуры зостеровых фитоценозов свидетельствует об отсутствии их коренной трансформации и деградации, несмотря на изменение экологических условий и антропогенного воздействия. Так, если биомасса *Z. marina* в Утлюкском лимане колебалась в конце 30-х годов XX столетия от 213 до 2242 г·м<sup>-2</sup> [3], то спустя почти 40 лет ее величина варьировала от 333 до 1024 г·м<sup>-2</sup> [14]. К настоящему времени биомасса *Z. noltii* в этом лимане возросла почти вдвое [31], а в Арабатском заливе за этот же период времени изменилась незначительно – от 1600 до 1319 г·м<sup>-2</sup> [3, 23]. В настоящее время значительные штормовые выбросы МТ скапливаются в Северном Приазовье, однако их ежегодная добыча снизилась за последние 15 лет от 1361 до 20 т.

Угрозу донной растительности и фитоценозам МТ будет представлять, в первую очередь, интенсификация добычи ресурсов на шельфе, в том числе гидробионтов. Из-за мелководности Азовского моря это может привести к существенному нарушению структуры донных осадков и катастрофическим изменениям в трофических цепях.

**Каспийское море.** Флора макрофитов насчитывает свыше 70 видов водорослей и 3 вида МТ – *Zostera noltii*, *Ruppia cirrhosa* и *R. maritima* [24]. Наиболее обширный ареал выявлен у *Z. noltii*, фитоценозы которой занимают значительные площади северо-восточного и восточного прибрежья, в Туркменском и Казахском заливах, крупных бухтах. Наиболее полные сводки о МТ опубликованы

около 70 лет назад, по их данным общие запасы зостеры составляли 700 тыс. т, из которых около 80 % приходилось на восточный берег [12]. Тогда же было высказано предположение о проникновении зостеры в Каспийское море из Азо-во-Черноморского бассейна [26].

Зостера произрастает в диапазоне глубин от 0,5 до 18 м почти исключительно на песчаных грунтах с примесью ракушки и отсутствует в зоне илистых донных осадков [6]. Самые обширные заросли тяготеют к глубине от 2,5 до 4,5 м. К высокопродуктивным относятся сообщества *Z. noltii* с харовыми водорослями, в которых биомасса зостеры варьирует от 400 до 1169 г·м<sup>-2</sup> [2]. В них отмечена высокая встречаемость видов *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Laurencia*, *Enteromorpha* и *Cladophora*. В структуре макрофитобентоса также значительна роль *R. cirrhosa*, фитоценозы которой распространены на глубине от 0,5 до 3 м в зоне илистых донных осадков. Количественные показатели группии достигают максимальных значений в смешанных сообществах с *Z. noltii* и *P. pectinatus*.

Биомасса *Z. noltii* и *R. cirrhosa*, зарегистрированная в конце 30-х годов прошлого века и составившая 7-8 кг·м<sup>-2</sup> и 10-12 кг·м<sup>-2</sup> соответственно (залив Кайдак), относится к аномально высокой для этих видов [12]. Эти величины выявлены при колебаниях солености от 25 до 50,94 %; ранее и позднее ни в одном из районов Мирового океана они не были зафиксированы. Последнее значение солености является пороговым для *Z. noltii*, неизвестным до этого вида, а для группии оно близко к максимуму, при котором формируются какие-либо заросли. Анализ количественных показателей *Z. noltii* на других участках морского прибрежья показал, что ее биомасса не превышала 100-1500 г·м<sup>-2</sup>, а длина растений была в 3-4 раза меньше, чем в заливе Кайдак (30-30 см и 75-100 см соответственно). Это, безусловно, свидетельствует о высокой толерантности *Z. noltii* и *R. cirrhosa* по отношению к солености, что отмечают многие исследователи.

В последние десятилетия с изменением литоконтура моря, исчезновением мелководных заливов или сокращением их площадей, в структуре макрофитобентоса произошли существенные изменения. Заросли МТ полностью исчезли на осушенных участках восточного берега, в б. Бакинской, у островов Бакинского и Апшеронского архипелагов, у Челекенского полуострова [24].

Современные сведения о МТ малочисленны [5]. Интересным является факт распространения сообществ *Z. noltii* на восточном берегу в Красноводском заливе, где они ранее отсутствовали [12]. Почти за три десятилетия запасы зостеры в заливе достигли по разным оценкам 200-440 тыс. т [2, 8], а доминирующие ранее в растительном покрове харовые водоросли практически исчезли. Мы предполагаем, что такая колонизация зостеры напрямую связана с изменением экологических условий, снижением уровня моря, которые привели к гибели харовых водорослей на многих участках восточного берега. В настоящее время сообщество *Z. noltii*, помимо восточного побережья, обнаружены в центральной части Северного Каспия и редко вдоль западного севернее г. Махачкала [11]. Биомасса зостеры в Северном Каспии изменяется от 127 до 1340 г·м<sup>-2</sup>, а у п-ва Мангышлак достигает 3 кг·м<sup>-2</sup> [5]. В последние годы с повышением уровня моря на некоторых вновь затопленных участках западного берега отмечено формирование сообществ *Ruppia cirrhosa*.

Несмотря на значительное сокращение площадей МТ, их роль в прибрежной экосистеме Каспия по-прежнему высока. В Северном Каспии в зарослях зосте-

ры нерестятся сазан, вобла и лещ, питаются почти все проходные и полупроходные рыбы, имеющие промысловое значение [11, 24]. Излюбленным кормом водоплавающих птиц является руппия, на долю которой приходится от 54 до 84 % содержимого желудка уток и до 25 % у лебедей и серых гусей. При сокращении площадей, занятых рушией, отмечено резкое снижение поголовья водоплавающих птиц [6].

Охрана МТ осуществляется только в двух национальных заповедниках России и Казахстана, их заросли отнесены к важнейшим международным водно-болотным угодьям.

**Аральское море.** Флора макрофитов бедна, в нее входит 16 видов морских водорослей и один вид МТ – *Zostera noltii* [6]. Предполагают, что зостера проникла из Средиземного моря через Кумо-Манычскую систему в палеогеновый период [4]. Наиболее полные сведения о распространении МТ относятся к периоду до зарегулирования стока рек Амудары и Сырдарьи в середине 50-х годов прошлого столетия [27]. Биомасса *Z. noltii* колебалась от 17 до 800 г·м<sup>-2</sup>, ее максимальная величина была зарегистрирована в предустьевой зоне р. Сыр-Дарьи. Общие запасы макрофитов в море оценивались в 1,34 млн. т сырой массы, из них на долю *Z. noltii* приходилось около 8,1 %, а харовых водорослей – 77,6 % [27]. Обширные штормовые выбросы зостеры скапливались на северо-западном побережье.

Согласно проведенным в 1992 г. исследованиям [21] *Z. noltii* произрастает в устье р. Сырдарья, в отчленяющихся заливах Малого и Большого морей, занимая глубины от 0,1 до 10 м в зоне сильно заиленного песка и алеврита. Ее наибольшие скопления сосредоточены на глубине до 2 м в заливах Шевченко, Бутакова, Тще-Бас, проливе Берга, в открытой части встречается изредка. Зостера выдерживает колебания солености от 7 до 45 %, при более высоких значениях солености отмечена ее максимальная биомасса (табл. 2), которая увеличилась за последние десятилетия в несколько раз в полноводных заливах Малого и Большого морей [21].

Показательно, что с повышением солености Арала до 36 % продукционные характеристики зоопланктона и зообентоса также возросли в 2-3 раза и достигли 312 мг·м<sup>-3</sup> и 500 г·м<sup>-2</sup> соответственно [1].

В прибрежных акваториях заросли *Z. noltii* играют существенную роль как важнейшее производственное звено, но преимущественно в летний период [21]. В них нерестятся многие виды беспозвоночных животных и рыб, обнаружено оби-

**Таблица 2. Общая экологическая характеристика районов произрастания *Zostera noltii* и ее биомасса (г·м<sup>-2</sup>, сырая масса) в Аральском море в 1991-1992 гг. [21]**

Район	Глубина, м	Соленость, %	Биомасса, г
Устье р. Сыр-Дарья	1,5	7,0	42,6
Пролив Берга	1,3	22,0-23,0	417,8
Залив Бутакова	1,0	36,0	899,0
Залив Шевченко	2,0	29,5	1076,9
Залив Тще-Бас	1,8	41,0	2258,0

лие диатомовых водорослей, являющихся основной пищей для донных беспозвоночных [27]. По-видимому, с сокращением площади Большого моря и отчленением его заливов, сообщества зостеры будут сохраняться в основном в заливах Малого моря, уровень которого поддерживается межгосударственными соглашениями.

### **Заключение**

В южных морях Евразии (Черном, Азовском, Каспийском и Аральском) поизрастает 4 вида МТ: *Zostera marina*, *Z. noltii*, *Ruppia cirrhosa* и *R. maritima*. Их сообщества высокопродуктивны, характеризуются значительным флористическим и фаунистическим разнообразием, занимают обширные площади мелководных заливов, бухт и лиманов, играют важнейшую средообразующую роль в прибрежных экосистемах. Виды зостеры охраняются многими международными конвенциями и включены в Красную книгу Черного моря. В Азово-Черноморском бассейне произрастают все виды МТ, в Каспийском море – *Z. noltii* и виды руппии, а в Аральском – только *Z. noltii*. Для МТ исследуемых морей свойственна высокая эврибиотность, они устойчивы к воздействию многих негативных факторов, в том числе хозяйственно-бытовому загрязнению, толерантны по отношению к солености. Виды зостеры распространены от нижней до верхней границы фитали (глубина от 0,2 до 18 м), а руппии – до глубины 7 м.

Максимальные структурно-функциональные показатели выявлены у видов черноморской зостеры. Они зафиксированы в монодоминантных фитоценозах Керченского пролива и предпроливной зоны, что подтверждает высокую продуктивность этого пограничного эктона. Суммарная первичная продукция *Z. marina* в Черном море втрое выше, чем *Z. noltii*, а у азовоморских видов зостеры обнаружена обратная закономерность.

В связи с ухудшением экологических условий в прибрежных экосистемах южных морей Евразии, усищением антропогенного воздействия, эвтрофикацией и глобальными климатическими изменениями изучение МТ становится актуальнейшей научной и практической задачей. Это обусловлено возможной сменой доминирующих сообществ МТ и распространением видов, играющих ранее второстепенную роль в донной растительности исследуемых акваторий. В настоящее время практически повсеместно регистрируется расширение ареала рдеста (*Potamogeton pectinatus*) и видов руппии в Азово-Черноморском бассейне, Каспийском море, которые оказываются более устойчивыми к возросшему заилиению донных осадков и изменению экологических условий. Необходимо разработать комплекс научно-практических рекомендаций, направленных на сохранение сообществ МТ и производственного потенциала прибрежных экосистем южных морей Евразии.

### **Литература**

1. Аладин Н. В. Изучение влияния осолонения вод отчленяющихся заливов Аральского моря на гидробионты // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. – 1991. – 237. – С. 4–13.
2. Блиннова Е. И. Макрофиты восточного побережья Каспийского моря // Новости систематики низших растений. – 1974. – 11. – С. 105–112.

3. Генералова В. Н. Водная растительность Утлюкского лимана и Арабатской стрелки в Азовском море // Тр. АзЧерНИРО. – Вып. 15. – Керчь: АзЧерНИРО, 1951. – С. 331–337.
4. Горелов В. К. Особенности формирования биоты внутренних морей России // Биологическое обоснование устойчивого развития морских прибрежных экосистем // Тез. докл. межд. конф. – Мурманск, 2001. – С. 63-65.
5. Громов В. В. Донная растительности верхних отделов шельфа южных морей России / Автореф. дис...докт. биол. наук. – Санкт-Петербург, 1998. – 45 с.
6. Доброхотова К. В., Ролдугин И. И., Доброхотова О. В. Водные растения. – Алма-Ата: Кайнар, 1982. – 192 с.
7. Дубына Д. В. Структурно-сравнительный анализ флоры плавнево-литорального ландшафта Кубани // Известия Северо-Кавказского науч. центра. – Естеств. Науки. – 1989. – № 2. – С. 28–36.
8. Забержинская Э. Б., Шахбази Ч. Т. Донная растительность Красноводского залива // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по морской альгологии-макрофитобентосу. – М., 1974. – С. 51-53.
9. Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море / Отв. ред. Г. Г. Матишов. – Апатиты: КНЦ РАН, 2000. – 434 с.
10. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
11. Касымов А. Г. Каспийское море. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 152 с.
12. Киреева М. С., Щапова Т. Ф. Донная растительность северо-восточной части Каспийского моря // Бюлл. МОИП, отд. Биологии. – 1939. – 48. – № 2-3. – С. 3–14.
13. Киреева М. С., Щапова Т. Ф. Материалы по систематическому составу и биомассе водорослей и высшей водной растительности Каспийского моря // Тр. ин-та океанологии. – 1957. – 23. – С. 125-137.
14. Куликова Н. М. Фитоценозы зостеры в Черном и Азовском морях // Промысловое водоросли и их использование. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 74–80.
15. Лукина Г. Д. Химический состав, строение и свойства полисахаридов трав Черного моря и пути их использования / Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. – Одесса, 1986. – 22 с.
16. Матишов Г. Г., Денисов В. В. Экосистемы и биоресурсы европейских морей России на рубеже ХХ-ХХI веков. – Мурманск, 1999. – 127 с.
17. Мильчакова Н. А. Пространственно-временная характеристика структуры фитоценозов и популяций *Zostera marina* L. в Черном море / Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 1988. – 20 с.
18. Мильчакова Н. А. Состав и распределение фитоценозов *Zostera marina* L. в некоторых бухтах Черного моря // Растительные ресурсы. – 1988. – Вып. 1. – С. 41-47.
19. Мильчакова Н. А. Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. – Севастополь: Экоси-Гидрофизика, 2003. – С. 152-208.
20. Морозова-Водяницкая Н. В. Материалы по биологии и распределению зостеры в Черном море // Гидробиологические исследования северо-восточной части Черного моря. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1973. – С. 5–19.

21. **Орлова М. И.** Материалы к общей оценке продукционно-деструкционных процессов в прибрежной зоне северной части Аральского моря. 1. Итоги полевых наблюдений и экспериментов 1992 г. // Экологический кризис на Аральском море: Тр. ЗИН РАН. – 1993. – Т. 250. – С. 21–37.
22. Природно-заповедный фонд Украины общегосударственного значения. Справочник / Ред. В. Б. Леоненко и др. – Киев, 1999. – 240 с.
23. **Садогурский С. Е.** Растительность мягких грунтов Арабатского залива (Азовское море) // Альгология. – 1999. – 9. – № 3. – С. 49-55.
24. **Салманов М. А.** Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
25. **Шапоренко С. И.** Загрязнение прибрежных морских вод России // Водные ресурсы. – 1997. – 24. – № 3. – С. 320-327.
26. **Щапова Т. Ф.** Донная растительность северо-восточных заливов Каспийского моря Комсомолец (Мертвый Култук) и Кайдак // Бот. журн. – 1938. – 23. – № 2. – С. 122-144.
27. **Яблонская Е. А.** К вопросу о значении фитопланктона и фитобентоса в пищевых цепях организмов Аральского моря // Запасы морских растений и их использование. – М.: Наука, 1964. – С. 71-91.
28. Biological Diversity. Ukraine / Comp. Zaitsev Yu. P., Alexsandrov B. G. // Black Sea Environmental Series. – New York: United Nations Publications, 1998. – 7. – P. 1-351.
29. Black Sea Red Data Book / Ed. By H.J.Dumont. – New York: United Nations Office for Project Services, 1999. – 413 p.
30. **Milchakova N. A.** On the status of seagrass communities in the Black Sea // Aquatic Botany. – 1999. – 65. – № 1-4. – P. 21-32.
31. **Milchakova N. A.** Seagrasses of the Black, Azov, Caspian and Aral Seas // World Atlas of Seagrasses. – Berkeley: Univ. of California Press, 2003. – P. 59-64.
32. **Phillips R. C., Milchakova N. A.** Seagrass ecosystems // Морск. экол. журн. – 2003. – II. – № 2. – P. 29-39.
33. **Zaitsev Yu., Mamaev V.** Biological diversity in the Black Sea: a study of change and decline. – Black Sea Environmental Series. – New York, 1997. – V. 3. – United Nations Publications. – 208 p.

## ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ И ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ

**Ю. В. Артамонов, В. Н. Белокопытов, М. В. Бабий, Е. А. Скрипалева**

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ)

Вокруг Черноморского бассейна концентрируются политические и экономические интересы многих стран, требующие решения целого комплекса экологических и природоохранных проблем. Глубокое понимание изменчивости циркуляции и термохалинной структуры вод Черного моря позволяет объяснить многие особенности пространственного распределения гидрохимических, биологических полей и приближает нас к более рациональному использованию водных ресурсов этого бассейна.

Обобщение классических работ [5, 7, 13], результатов диагностических расчетов и численного моделирования [4, 9-12], а также достижений спутниковой альtimетрии [14] показало, что циркуляция вод Черного моря представляет собой систему циклонических и антициклонических круговоротов. Согласно современным представлениям схема сезонной динамики крупномасштабных циклонических круговоротов выглядит следующим образом. В январе-марте наблюдается единый круговорот с центром в восточной части моря; в апреле-мае – единый круговорот с центром в западной части моря; в июне-июле – два круговорота, при этом западный более интенсивен; в августе-сентябре – два круговорота, из них более интенсивен восточный; в октябре-декабре – два круговорота равной интенсивности. Антициклонические (Севастопольский, Синопский, Батумский) круговороты усиливаются, главным образом, в летний период. В зимний период происходит усиление циклонической циркуляции, что проявляется в увеличении перепада динамических высот между центральной частью моря и прибрежной зоной антициклонической завихренности, который достигает максимума в декабре-марте.

Крупномасштабные черты поля температуры Черного моря к настоящему времени также достаточно хорошо изучены [1, 3-6, 8]. Показано, что для среднегодового распределения температуры поверхности моря (ТПМ) характерен ее рост в направлении с северо-запада к юго-востоку. Основная часть сезонной изменчивости температуры ограничена верхним слоем 0-75 м. Установлено, что в зимний период в центрах западного и восточного циклонических круговоротов четко выражены локальные минимумы температуры, характеризующие источники обновления вод холодного промежуточного слоя. В южной части моря (у Анатолийского побережья) с мая по октябрь наблюдается локальный минимум ТПМ, вызванный апвеллингом. Максимального развития апвеллинг достигает в июне. Наибольшая сезонная изменчивость температуры отмечается в северо-западной части моря, где размах ее сезонных колебаний на поверхности достигает 20 °C. В области, прилегающей к южному берегу Крыма, и в зоне действия Севастопольского антициклона годовой ход ТПМ минимален, размах сезонных колебаний на поверхности не превышает 16 °C [4].

Несмотря на успехи в исследовании структуры вод Черного моря, результаты совместного анализа изменчивости циркуляции и термохалинных полей в

литературе представлены слабо. Появление наиболее полного массива гидрологических данных [4] и массива спутниковых измерений ТПМ для Черного моря позволяет уточнить изменчивость поля температуры на основе независимых массивов данных и связать их с изменчивостью поля течений. В настоящей работе по данным контактных и спутниковых измерений рассматриваются региональные особенности сезонной изменчивости ТПМ, крупномасштабных фронтов и геострофической циркуляции вод в Черном море.

### **Материалы и методика**

В работе был использован массив гидрологических данных, созданный на основе океанографических банков МГИ НАН Украины и Морского отделения УкрНИГМИ. Общее число гидрологических станций составило 130320. Для анализа поля ТПМ и расчета геострофических скоростей фактические измерения были интерполированы на стандартные горизонты в узлы регулярной сетки 18 × 18 км. В качестве отсчетной поверхности для расчета геострофических скоростей использовался горизонт 300 м. Подробное описание массива, методик интерполяции и расчетов скоростей приводится в работе [4]. Кроме контактных измерений, в работе использован массив спутниковых наблюдений ТПМ за период с 1986 по 2002 г. со среднемесячным осреднением в узлах сетки 18 × 18 км из архива *AVHRR Ocean Pathfinder Data JPL NOAA/NASA*. Анализ внутригодового хода коэффициента корреляции  $R$  при 95 %-ном уровне значимости между среднемесячными полями ТПМ по контактным и спутниковым данным выявил высокий уровень количественной связи. Максимальные значения  $R$  (0,97) наблюдаются в феврале-марте, минимальные (0,80) – в мае-июне.

Для исследования сезонной изменчивости ТПМ по спутниковым данным в каждом узле сетки был составлен временной ряд ТПМ из 204 членов с дискретностью 1 месяц. По этому ряду методом скользящего среднего по интервалу 12 месяцев рассчитывалось среднее квадратичное отклонение ( $\text{СКО}_{\text{сез}}$ ).

По спутниковым и гидрологическим данным вычислены амплитуды ( $A_{\text{год}}$ ) и фазы годовой гармоники ТПМ. Значение коэффициента корреляции  $R$  между полями  $A_{\text{год}}$  по двум независимым массивам составляет 0,88. Амплитуда годовой гармоники ТПМ как по контактным, так и по спутниковым данным на порядок превышает стандартное отклонение остаточного ряда (ряд средних месячных значений параметра за вычетом амплитуд годовой и полугодовой гармоник), что свидетельствует о ее значимости. Распределение фазы годовой гармоники показывает, что максимальная температура на всей акватории Черного моря наблюдается в августе. Исключение составляет мелководный Каркинитский залив, где ТПМ достигает максимума в июле.

В настоящей работе также анализируются зональные участки температурных фронтов, прилегающие к Крымскому и Анатолийскому побережьям. На основе спутниковой информации были рассчитаны меридиональные градиенты ТПМ (МГТ), осредненные по месяцам за 17 лет. Фронты выделялись по экстремумам МГТ на их меридиональных профилях. Идентификация фронтов проводилась по диапазону температуры, соответствующему данному экстремуму, знакам меридиональных градиентов и широтному положению экстремума. Положительное либо отрицательное значение МГТ во фронтальном разделе показывает повышение либо понижение температуры в направлении с севера на юг.

## Анализ результатов

Распределения СКО<sub>сез</sub> и амплитуд годовой гармоники по гидрологическим и спутниковым данным подтверждают полученный ранее вывод о том, что наибольшая сезонная изменчивость ТПМ наблюдается в северо-западной части Черного моря с максимальными величинами (СКО<sub>сез</sub> > 7,5 °C, А<sub>год</sub> > 10,0 °C) в районе г. Одессы (рис. 1).

Высокий уровень сезонной изменчивости ТПМ (СКО<sub>сез</sub> > 6,8 °C, А<sub>год</sub> > 9,0 °C) отмечается в юго-западной части моря и в районе Босфора, а также в центральной части восточного циклонического круговорота. Область минимальной сезонной изменчивости (СКО<sub>сез</sub> < 6,5 °C, А<sub>год</sub> < 6,0 °C) вытянута узкой полосой вдоль побережья Кавказа. Южнее Керченского пролива, Крымского побережья и западнее Крыма эта область заметно расширяется и простирется примерно до 31° в. д. Еще одна область с минимальной сезонной изменчивостью ТПМ (СКО<sub>сез</sub> < 6,6 °C, А<sub>год</sub> < 8,8 °C) наблюдается вдоль Анатолийского побережья между 34 и 37° в. д.

Пространственное распределение ТПМ в областях минимальной сезонной изменчивости имеет свои особенности. В холодное время года вдоль Крымского побережья наблюдается язык более теплых вод, который вытянут вдоль Основного Черноморского течения (ОЧТ). Положение этой полосы теплых вод примерно совпадает с областью минимальной сезонной изменчивости ТПМ (рис. 1, 2 а). С юга эта область отделяется от холодных вод центральной части моря четко выраженным фронтальным разделом, характеризующимся отрицательными значениями МГТ. Начало этого фронта прослеживается у Кавказского побережья, далее он проходит южнее Крыма вдоль ОЧТ. Согласно [2] он называется Северо-восточной фронтальной зоной (СВФ).

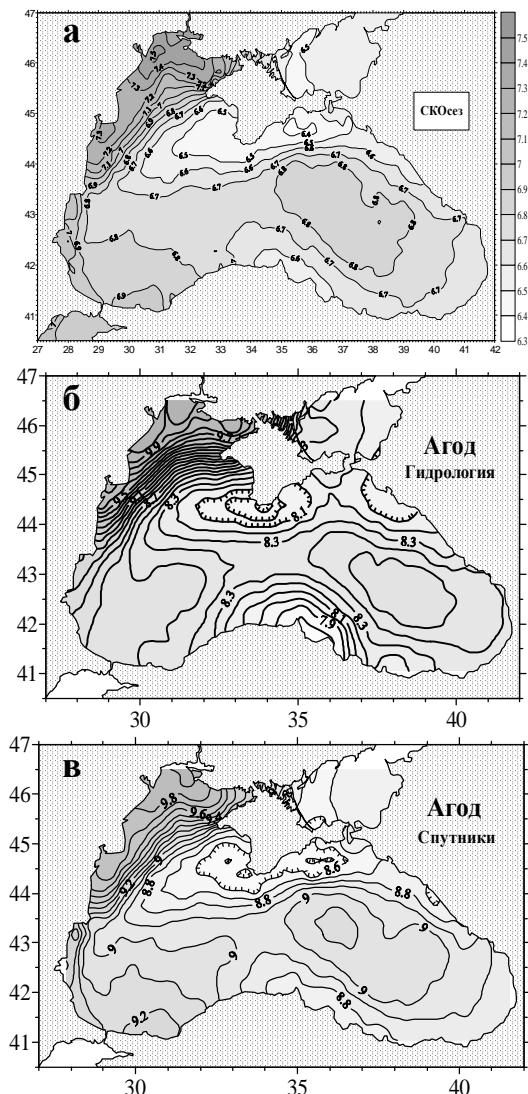
Анализ распределений градиентов по месяцам (рис. 3 а) указывает на наличие существенных сезонных вариаций характеристик этого фронта. Он максимально усиливается в январе и практически исчезает в августе (рис. 3 а, б).

Рисунок 1. Распределение СКО<sub>сез</sub> (а) и амплитуды годовой гармоники ТПМ (б, в) по гидрологическим (б) и спутниковым (в) данным

В южной половине моря с сентября по январь прослеживается широкая полоса теплых вод, вытянутая вдоль ОЧТ. В это время года к северу от нее

максимально усиливается в январе и практически исчезает в августе (рис. 3 а, б).

В южной половине моря с сентября по январь прослеживается широкая полоса теплых вод, вытянутая вдоль ОЧТ. В это время года к северу от нее



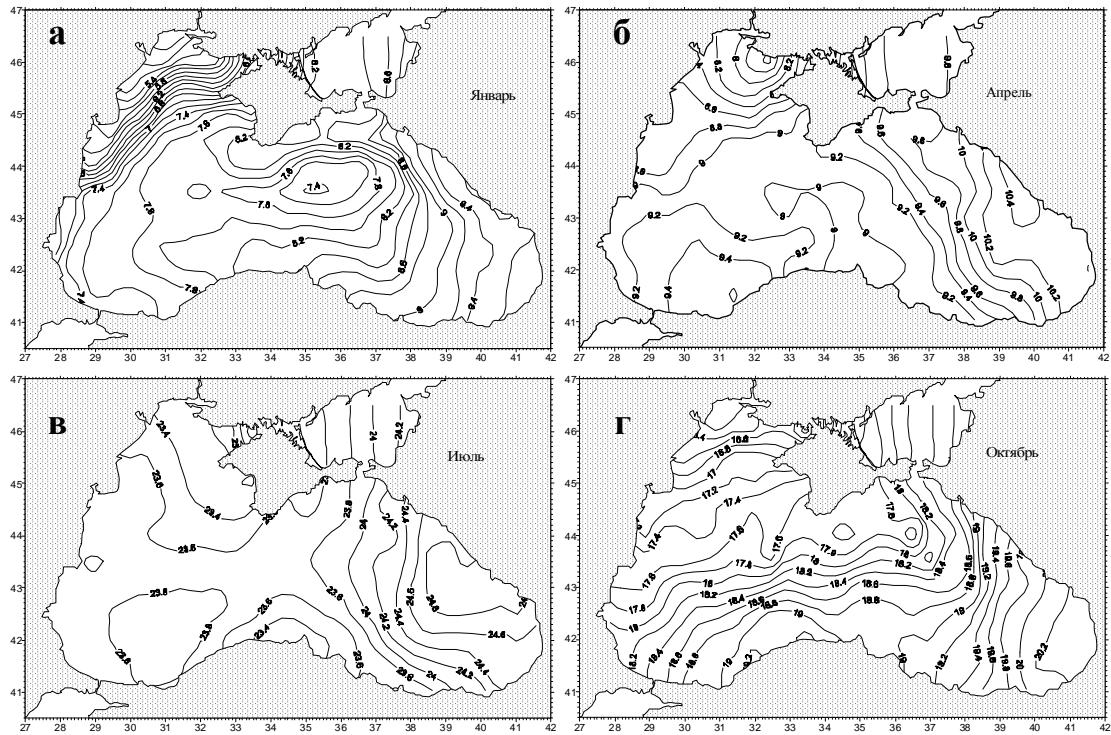


Рисунок 2. Распределение ТПМ по спутниковым данным в январе (а),  
апреле (б), июле (в), октябре (г)

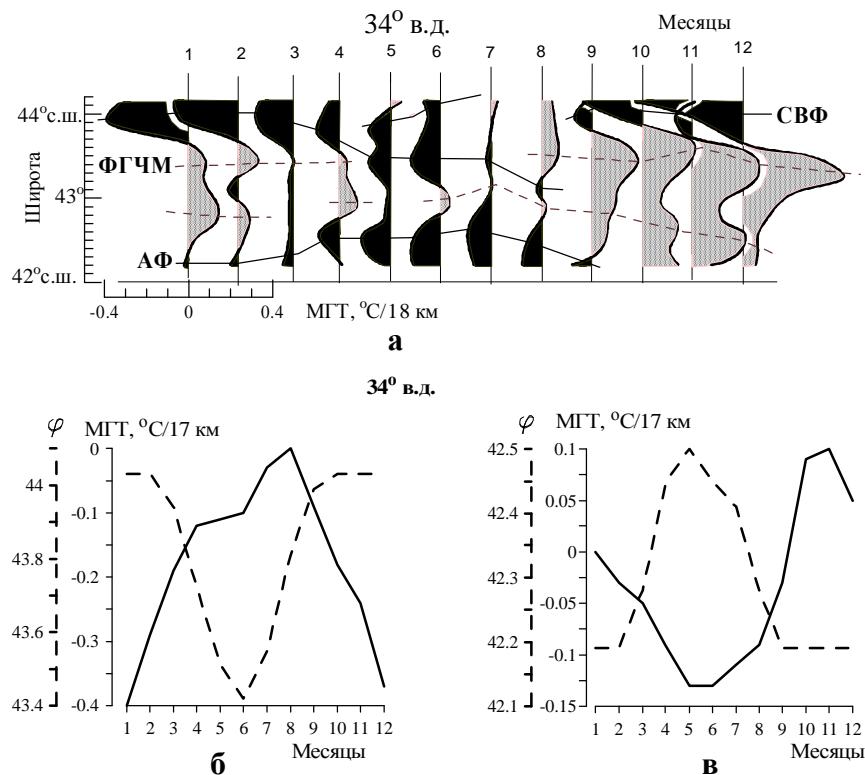


Рисунок 3. Изменение МГТ по широте и месяцам (а), внутригодовой ход  
МГТ (сплошная линия) и широты  $\phi$  (штриховая линия) для СВФ (б)  
и АФ (в) на  $34^{\circ}$  в.д. по спутниковым данным

образуется крупномасштабный фронт с положительными значениями МГТ. Этот фронт располагается в центральной части моря и назван Фронтом глубоководной части Черного моря (ФГЧМ) [2]. В теплое время года, когда ФГЧМ ослабевает, ближе к Анатолийскому побережью наблюдается экстремум отрицательных градиентов температуры – Анатолийский фронт (АФ) [2], связанный с усилением прибрежного апвеллинга (рис. 3 а). Этот фронт максимально развит в мае-июне (рис. 3 в).

Анализ сезонной изменчивости ТПМ и геострофических скоростей позволяет выделить некоторые особенности, указывающие на возможную взаимосвязь между этими параметрами.

Распределение амплитуды годовой гармоники зональной скорости  $U$  геострофического потока показывает, что максимальные амплитуды сезонной изменчивости скорости течения наблюдаются в районах с минимальными амплитудами ТПМ у Крымского и Анатолийского побережья (рис. 4 а). Для внутри-

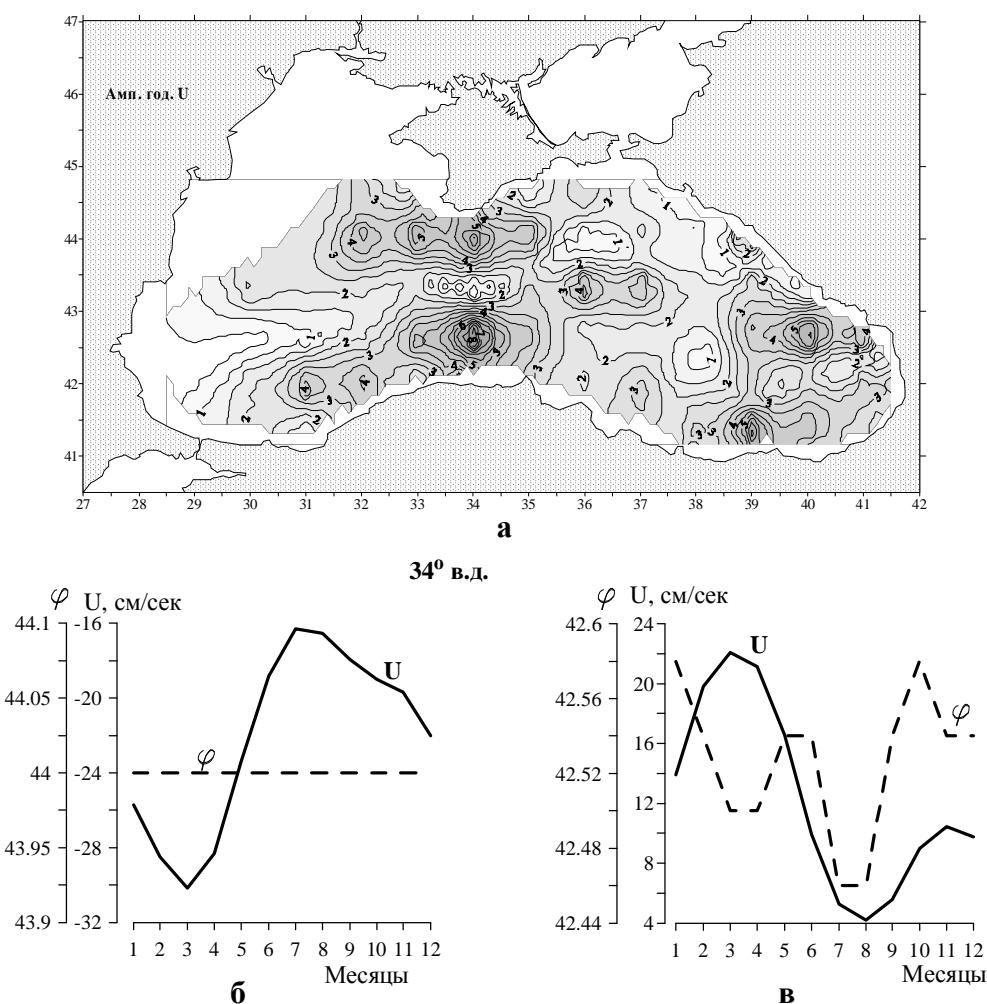


Рисунок 4. Распределение амплитуды годовой гармоники зональной скорости  $U$  геострофических течений и внутригодовой ход зональной скорости и широты  $\varphi$  стрежня ОЧТ у Крымского (б) и Анатолийского (в) побережья

годового хода скорости ОЧТ у Крымского берега характерно усиление ОЧТ в конце зимы-начале весны (максимум в марте). В это время наиболее четко выражен язык теплых вод с востока и отрицательные градиенты в СВФ обострены (рис. 3 б, 4 б).

У Анатолийского побережья с октября по январь скорости ОЧТ уменьшаются. Это приводит к ослаблению адвекции холодных вод с северо-запада, в связи с чем в данный период здесь наблюдаются наиболее теплые воды. Контраст между холодными водами центральной части бассейна и теплыми прибрежными водами увеличивается, что проявляется в усилении ФГЧМ (рис. 3 а).

Оценка коэффициентов детерминации  $R^2$  между внутригодовым ходом ТПМ, величинами экстремума МГТ во фронтах и зональной составляющей скорости ОЧТ показала наличие линейной связи между этими параметрами (рис. 5). На меридиане  $34^\circ$  в. д., где наиболее четко выражены экстремумы амплитуд годовых гармоник ТПМ и геострофической скорости течений, выявлена связь между

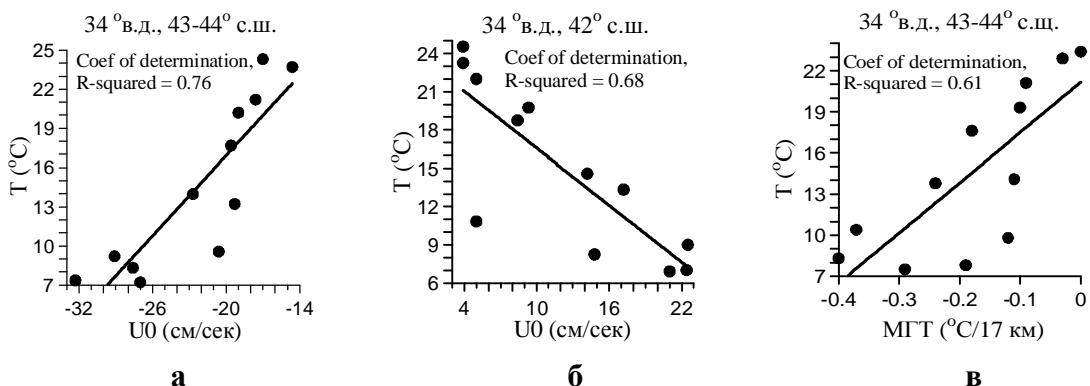


Рисунок 5. Графики линейной связи между значениями ТПМ и У у берегов Крыма (а) и Анатолийского побережья (б); ТПМ и МГТ у берегов Крыма (в) на  $34^\circ$  в. д.

скоростями ОЧТ и ТПМ у Крыма и Анатолийского побережья. Величины коэффициентов  $R^2$  составляют 0,76 у берегов Крыма и 0,68 у Анатолийского побережья.

Между ТПМ и величинами МГТ в СВФ и АФ наиболее высокая связь отмечается у Крымского побережья ( $R^2 = 0,80$ ) при запаздывании около 1 месяца и у Анатолийского побережья ( $R^2 = 0,61$ ) при запаздывании МГТ на 3 месяца.

Связь между скоростями течения и МГТ у берегов Крыма невысока, у Анатолийского побережья она повышается, и значения  $R^2$  достигают 0,70 при сдвиге МГТ относительно скорости течения в 3 месяца.

### Выводы

Анализ изменчивости поля ТПМ по спутниковым и гидрологическим данным показал высокое соответствие сезонной изменчивости с величиной коэффициента корреляции 0,88 между распределением амплитуд годовых гармоник по двум типам данных.

**Минимальные значения СКО<sub>сез</sub>** температуры поверхности моря и амплитуды годовой гармоники ТПМ наблюдаются у берегов Крыма и Анатолийского побережья, что обусловлено интенсивной сезонной динамикой Основного Чер-

номорского течения в этих районах. Здесь наблюдаются максимальные амплитуды годовой гармоники зональной составляющей ОЧТ. Ослабление сезонных колебаний температуры у берегов Крыма обусловлено усилением адвекции теплых вод с востока и юго-востока в зимне-весенний период. У Анатолийского побережья сезонные колебания температуры ослаблены за счет повышения осенне-зимних температур, когда ослабевает ОЧТ, и понижения летних температур, когда усиливается Анатолийский апвеллинг.

### *Литература*

1. Альтман Э. Н., Гертман И. Ф., Голубева З. А. Климатические поля солености и температуры воды Черного моря. – Севастополь: СОГОИН, 1987. – 108 с.
2. Артамонов Ю. В., Бабий М. В., Скрипалева М. В. Сезонная изменчивость температурных фронтов на поверхности Черного моря по спутниковым данным // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь, 2005. – С. 234-236.
3. Бабий М. В., Букатов А. Е., Станичный С. В. Атлас температуры поверхности Черного моря по спутниковым данным 1986-2002 гг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2005. – 265 с.
4. Белокопытов В. Н. Термохалинная и гидролого-акустическая структура Черного моря / Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук // Рукопись. – Севастополь, 2004. – 143 с.
5. Блатов А. С., Булгаков Н. П., Иванов В. А. и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 240 с.
6. Богуславский С. Г., Жоров В. А., Еремеев В. Н. и др. Атлас температурного поля Черного моря. – Севастополь-Киев: МГИ НАН Украины, 1984. – 88 с.
7. Богуславский С. Г., Саркисян А. С., Джоев Т. З., Ковешников Л. А. Анализ расчета течений Черного моря // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. – 1978. – Т. 12. – № 3. – С. 337-340.
8. Гинзбург А. И., Костяной А. Г., Шеремет Н. А. Об использовании спутниковых данных в исследовании сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности Черного моря // Исследование Земли из космоса. – 2001. – № 1. – С. 51-61.
9. Джоев Т. З., Саркисян А. С. Прогностические расчеты течений в Черном море // Изв. АН СССР. ФАО. – 1976. – 12. – № 2. – С. 217-223.
10. Еремеев В. Н., Кочергин С. В. Численное моделирование внутрисезонной изменчивости циркуляции вод Черного моря. – Севастополь, 1991. – 31 с. (Препринт / НАН Украины. МГИ).
11. Кныш В. В., Демышев С. Г., Коротаев Г. К. Методика реконструкции климатической сезонной циркуляции Черного моря по основе ассимиляции гидрологических данных в модели // МГЖ. – 2002. – № 4. – С. 36-52.
12. Саенко О. А., Кныш В. В., Коротаев Г. К. Опыт воспроизведения сезонного климата Черного моря на основе усвоения гидрологических данных // МГЖ. – 1999. – № 1. – С. 21-41.
13. Филиппов Д. М. Циркуляция и структура вод Черного моря. – М.: Наука, 1968. – 136 с.

14. **Oguz T., La Violette P. E., Unluatta U.** The upper layer circulation of the Black Sea: its variability as inferred from hydrographic and satellite observation // J. Geophys. Res. – 1992. – V. 97. – No C 8. – P. 12569-12584.

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ БУХТ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ВЗМОРЬЯ

Е. А. Куфтаркова, Н. Ю. Родионова, В. И. Губанов, Н. И. Бобко  
ИнБЮМ

### Введение

Севастопольский морской регион, состоящий из нескольких бухт, представляет собой береговую линию сложной орографии. Это – полузамкнутые с ограниченным водообменом бухты, такие как Севастопольская и Балаклавская, глубоко врезанные в сушу – Карантинная, Стрелецкая, Камышовая, Казачья, и небольшие открытые к водообмену с глубоководной частью моря бухты, такие как Круглая, Голубая и Ласпи. Известно, что Севастопольское взморье испытывает достаточно мощное антропогенное влияние. Данные о локальных береговых источниках загрязнения, поступающих в каждую бухту Севастопольского региона, приведены в работе [6]. Одной из возможностей позитивного влияния на ситуацию в антропогенно измененных прибрежных районах моря является массовое культивирование моллюсков-фильтраторов и их использование в процессах биомелиорации среды. Целью настоящей работы является оценка экологического состояния вод бухт Севастопольского взморья по гидрохимическим параметрам.

### Материал и методики

Настоящая работа базируется на данных гидролого-гидрохимических съемок следующих бухт Севастопольского взморья – Казачьей, Камышовой, Омеги, Стрелецкой, и Карантинной, полученных в период 2001–2005 гг.

Морфометрическая характеристика исследуемых в настоящей работе бухт представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Морфометрическая характеристика Севастопольских бухт**

Бухты	Протяженность, км	Максимальная ширина, км	Глубина при входе, м	Глубина у вершины, м	Число наблюдений
Казачья	3,0	1,13	17	2	31
Камышовая	2,75	0,88	19	1	32
Круглая (Омега)	1,4	0,9	17	2	36
Стрелецкая	2,13	0,63	20	2	38
Карантинная	1,25	0,64	15	2	47

Отбор проб проводился в районах выхода из бухт, чтобы снизить искажение результатов за счет локальных антропогенных источников, существующих в каждой из них (рис. 1).

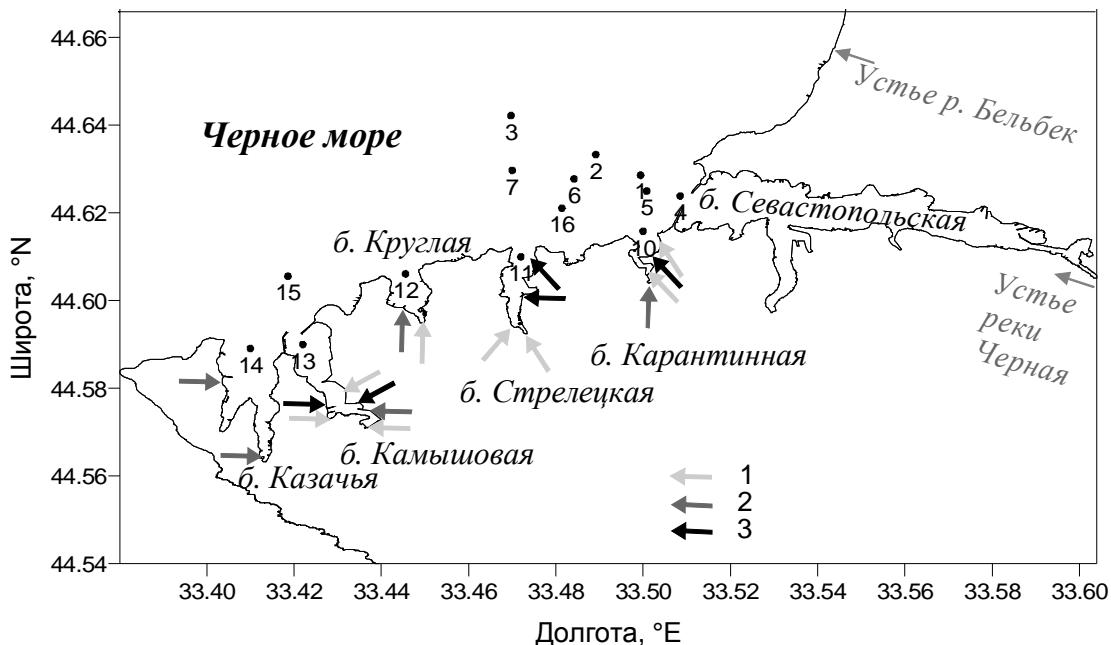


Рисунок 1. Схема станций отбора проб и расположения источников загрязнения ливневой канализации (1), аварийных выпусков сточных вод (2) и постоянно-действующих выпусков неочищенных бытовых сточных вод (3)

Гидрохимические станции 1-7, 15 и 16, расположенные в северной части полигона, выполнялись с целью получения информации о влиянии открытой части взморья на исследуемые бухты. В пробах морской воды, отобранных с поверхности и у дна, определяли соленость, растворенный кислород, величину pH, фосфаты, органический фосфор, нитриты, нитраты, аммоний, органический азот, силикаты и биохимическое потребление кислорода на 5-е сутки (БПК<sub>5</sub>). Гидрохимические анализы выполнялись согласно стандартным методикам в аккредитованной на техническую компетентность лаборатории [3]. В настоящей работе сделан акцент преимущественно на данные по содержанию в морской воде форм азота (аммонийного, нитритного, нитратного, органического) и БПК<sub>5</sub>. Это обусловлено тем, что на формирование гидрохимического режима района Севастопольского взморья оказывает влияние речной сток (реки Альма, Кача, Бельбек и Черная) с высоким содержанием минерального азота. Азотные соединения в реки попадают с сельскохозяйственных угодий и с хозяйствственно-бытовыми стоками. Кроме речного стока, немаловажную роль в увеличении содержания азота в исследуемом районе оказывают поступающие в бухты хозяйственно-бытовые и ливневые стоки. По нашим данным с речными, ливневыми, хозяйствственно-бытовыми стоками и атмосферными осадками в прибрежную зону моря азотистых соединений поступает на 1-3 порядка больше, чем соединений фосфора. Известно, что азот является одним из факторов, определяющих эвтрофирование водоема. За счет вовлечения форм азота в природный круговорот веществ происходит нарушение сбалансированности экосистемы.

В табл. 2 приведены количественные величины поступления азота на отдельные акватории прибрежной зоны Севастополя от различных источников загрязнения.

**Таблица 2. Концентрация форм азота, поступающих от отдельных источников загрязнения на Севастопольское взморье**

Источники загрязнения	NH <sub>4</sub> , мкг/л	NO <sub>2</sub> , мкг/л	NO <sub>3</sub> , мкг/л	N <sub>общ.</sub> , мкг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л
Речной сток (р. Кача, р. Бельбек, р. Черная)*	620-3380	43-440	2800-4620	3230-4730	2,2-2,9
Ливневой сток в б. Карантинной (2002-2006 гг.)**	54-16800	80-1400	310-1896	4196-14115	1,85-4,17
Ливневой сток в б. Круглая**	220-250	62-120	378-850	956-2740	4,35-8,20
Хозбытовые стоки (б. Карантинная)***	2880	2	1	-	13,1
Хоз-бытовые стоки (б. Мартынова)***	20620	10	6	-	96,2
Атм. осадки**** (юг Украины)	80-1500	11	1200	-	-
Снег**	446-540	2-23	218-750	1724-2600	1,03-1,15

\* – [4].  
\*\* – Собственные данные.  
\*\*\* – Данные лаборатории коммунального предприятия «Севгорводоканал» за период 1999–2002 гг.  
\*\*\*\* – [1].

### Результаты и обсуждение

**Бухта Казачья.** Бухта Казачья считается наиболее чистой в системе севастопольских бухт. По содержанию ртути и полихлорированных бифенилов, общим свойством которых является токсичность и способность к возрастающему концентрированию в морских организмах, донные осадки Казачьей бухты являются наименее загрязненными [2]. По разнообразию и численности донной фауны бухта Казачья также может считаться одной из наиболее чистых акваторий в севастопольском регионе [5]. В районе, прилегающем к Казачьей бухте (ст. 14), проведено 32 отбора проб морской воды с поверхности и у дна (16-18 м). Температура поверхностных вод колебалась от 7,6 °C в феврале до 27,2 °C в июле-августе. Расслоение вод по температуре между поверхностным и придонным слоем имело место в мае-июле, в период формирования сезонного термоклина. Максимальное отличие по температуре между поверхностью и дном зафиксировано в июле 2002 г., когда температура на поверхности составляла 27,2 °C, а в придонном слое – 14,6 °C. Осенью и зимой во всей толще вод наблюдается полная гомотермия.

Хотя этот район наиболее удален от устьев рек и менее подвержен их влиянию, колебания значений солености в поверхностном слое исследуемого района были значительные и составляли 17,43-18,12 %. Минимальные значения солености на поверхности зафиксированы в мае 2003 г. и были обусловлены влиянием речного паводка; в придонном слое в этот период соленость составляла 17,83 %. Максимум солености во всей толще вод отмечался с ноября по апрель вследствие осенне-зимнего ветро-волнового перемешивания и конвекции. В отличие от температуры плавных сезонных изменений значений солености не наблюдалось, что свидетельствует о разной природе ее формирования.

Концентрация нитритного азота была низкой и изменялась от 0 до 6 мкг/л. Повышение значений NO<sub>2</sub> отмечалось в холодное время года (ноябрь-февраль); в теплое время года наблюдались следовые концентрации NO<sub>2</sub>. Разница в значениях нитритного азота между поверхностью и придонным слоем была незначительной, в пределах ошибки анализа.

Значения нитратного азота в исследуемый период менялись от нулевых значений в теплое время года до 30-36 мкг/л в зимний период. Из-за малых глубин и интенсивного перемешивания вод значительных отличий между концентрацией нитратного азота на поверхности и в придонном слое практически не наблюдалось. Исключение составляет съемка, выполненная 16 февраля 2005 г., когда разница между этими слоями составляла 29 мкг/л (36 мкг/л на поверхности и 7 мкг/л у дна). В это время высокие концентрации нитратного азота отмечались в поверхностных водах Карантинной и Стрелецкой бухт: 219 и 120 мкг/л соответственно. По-видимому, обогащенные нитратами воды от Карантинной бухты, перемещаясь вдоль берега, достигли бухты Казачьей. Подтверждением этому факту является наиболее высокое в этот период значение БПК<sub>5</sub> – 2,11 мг/л (ПДК по рыбохозяйственным нормативам составляет 2,0 мг/л). Повышение концентрации нитратного азота во всей толще вод (33 мкг/л – на поверхности и 41 мкг/л – у дна) отмечалось также в период поступления склоновых вод во время таяния снега в январе 2002 г.

По сравнению с другими минеральными формами азота колебания значений аммонийного азота на прилегающей к Казачьей бухте акватории были более значительными: от 0 до 123 мкг/л. Два пика повышенных значений NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в поверхностном слое отмечались в летний период: 46 мкг/л – в июле 2002 г. и 123 мкг/л – в июне 2004 г. По всей вероятности, это было обусловлено антропогенным влиянием. Согласно [6] в бухте функционируют два аварийных выпуска неочищенных стоков, воды которых могли поступать в район отбора проб. В этот же период несколько повышенными были значения БПК<sub>5</sub>: 1,3 мг/л и 1,7 мг/л соответственно. Как правило, существенных отличий в распределении концентрации аммонийного азота между поверхностью и дном не наблюдалось. Исключение составляет съемка, выполненная в сентябре 2004 г., когда отмечалось повышение на порядок концентрации NH<sub>4</sub><sup>+</sup> у дна по сравнению с поверхностью: 23 и 215 мкг/л соответственно. Причиной повышенной концентрации аммонийного азота в придонном слое, на наш взгляд, явился юго-западный перенос трансформированных вод р. Бельбек. В этот период, кроме повышенной концентрации NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, придонная вода была распресненной (17,55 %), с пониженной температурой (15,7 °C), величиной pH (8,20), повышенным содержанием кремния (580 мкг/л) и фосфатов (57 мкг/л). На поверхности моря указанные показатели соответственно были следующими: 17,90 %, 20,8 °C, 8,47, 404 и 12 мкг/л. Несмотря на значительное распреснение вод в придонном слое, из-за пониженной температуры устойчивость вод сохранялась: условная плотность на поверхности была ниже, чем в придонном слое – 11,58 и 12,44 усл. ед. соответственно. Аналогичная ситуация наблюдалась в этот период в районе ст. 2, 4 и 7, расположенных ближе к устью р. Бельбек.

Наиболее изменчивой в исследуемый период была концентрация органического азота: от 11 мкг/л до 14600 мкг/л. Максимальные величины отмечались в январе и марте 2002 г. в период таяния снега, что связано с поступлением органического азота со всей водосборной площади и в т. ч. с сельскохозяйственных угодий. В этот период высокая концентрация N<sub>опр.</sub> отмечалась по всему Севастопольскому взморью. Сезонное распределение органического азота имело четкую закономерность: максимальные величины концентраций в зимний период, низкие – весной и летом, а затем опять незначительное повышение к осени.

**Бухта Камышовая.** В Камышовую бухту поступают неочищенные сточные воды от двух постоянно действующих и одного аварийного выпусков сточных вод, а также стоки ливневой канализации [6]. В районе Камышовой бухты (ст. 13) проведено 32 отбора проб с поверхности и у дна. Колебания температуры в поверхностном слое составляли от 7,58 (февраль 2005 г.) до 27,59 °С (июль 2002 г.). Вертикальная расслоенность вод по температуре наблюдалась в летний период; максимальное отличие по температуре между поверхностью и придонным слоем отмечалось в августе 2003 г. и составляло 11,34 °С.

Незначительным было отличие величин сезонного распределения значений солености в районе Камышовой бухты от величин, полученных в Казачьей бухте. Минимальные значения (17,46 ‰) отмечались в мае 2003 г., максимальные (18,16 ‰) – в апреле 2004 г.

Колебания значений БПК<sub>5</sub> за весь исследуемый период составляли от 0 до 1,75 мг/л; низкие величины, как правило, отмечались в холодное время года, повышенные – в теплое. Значений БПК<sub>5</sub>, достигающих предельно допустимых концентраций, не наблюдалось.

В отличие от Казачьей бухты диапазон изменчивости концентрации нитратного азота на поверхности в Камышовой бухте был шире: от 0 до 59 мкг/л. Кроме высоких значений NO<sub>3</sub> в холодный период года, обусловленных динамической активностью вод, повышенные концентрации фиксировались весной в период паводка. Так, в апреле 2002 г. в поверхностном слое концентрация нитратного азота составляла 52 мкг/л, значение солености было минимальным – 17,57 ‰; в придонном слое в этот период концентрация нитратного азота была на порядок ниже – 5 мкг/л, соленость – 17,96 ‰.

В районе Камышовой бухты концентрация аммонийного азота колебалась от 0 до 86 мкг/л в поверхностном слое и от 0 до 43 мкг/л в придонном. Средние за исследуемый период значения равнялись 10,6 и 8,2 мкг/л соответственно.

Аналогично Казачьей бухте, в районе Камышовой бухты наиболее изменчивыми были значения органического азота – от 95 до 13000 мкг/л и сохранялась та же тенденция в сезонном его распределении.

**Бухта Круглая.** Бухта Круглая, или как ее часто называют, бухта Омега, – одна из небольших мелководных полузамкнутых бухт, которая непосредственно соприкасается с городскими массивами г. Севастополя и является наиболее интенсивно эксплуатируемой рекреационной зоной. В мелководную кутовую часть бухты со всей водосборной площади, составляющей примерно около 500 га, в период дождей и таяния снега поступают поверхностные воды, загрязняя значительную ее часть. Однако благодаря водообмену с открытой глубоководной частью моря на прилегающей к бухте акватории происходит восстановление гидрохимической структуры вод.

В районе бухты Омега (ст. 12) выполнено 36 отборов проб с поверхности и у дна. Колебания температуры на поверхности составляли от 7,84 °С в феврале 2005 г. до 27 °С в августе 2001 г. Максимальное отличие по температуре между поверхностью и придонным слоем (4,55 °С) отмечалось в июне 2003 г. Диапазон изменения солености в исследуемый период составлял от 17,49 ‰ в мае 2003 г. до 18,08 ‰ в апреле 2003 и 2004 гг.

Значения БПК<sub>5</sub> в поверхностном слое колебались от 0 до 2 мг/л. Низкие значения, как правило, отмечались в холодный период, повышенные – в летний. Все полученные величины, кроме единичного наблюдения 2 мг/л, полученного в августе 2004 г., не превышали предельно допустимых концентраций по рыбохозяйственным нормативам.

Содержание нитратов в поверхностном слое колебалось от 0 до 76 мкг/л, в придонном слое от 0 до 62 мкг/л. Максимальные величины  $\text{NO}_3^-$  наблюдались в январе 2002 г. в период таяния снега. В этот период в районе, прилегающем к бухте Омега, отмечались высокие концентрации нитритного азота: 123 мкг/л в поверхностном слое и 70 мкг/л у дна, а также органического азота в поверхностном слое – 10600 мкг/л.

Концентрация аммонийного азота в целом была невысокой и колебалась от 0 до 31,5 мкг/л в поверхностном слое и от 0 до 34,4 мкг/л в придонном. Общая тенденция сезонного распределения аммонийного азота и значений БПК<sub>5</sub> была следующей: повышенные значения в июне-июле, низкие – в зимний период, что свидетельствует о рекреационной нагрузке на акваторию бухты в летний период.

**Бухта Стрелецкая.** Стрелецкая бухта является одной из наименее изученных бухт севастопольского взморья. На ее акваторию поступают неочищенные сточные воды от двух хозяйствственно-бытовых выпусков, а в кутовой части функционируют два выпуска сточных вод ливневой канализации [6]. В районе Стрелецкой бухты (ст. 11) выполнено 38 съемок. Колебания температуры в поверхностном слое составляли от 7,42 °С в феврале 2005 г. до 27°С в августе 2001 г. Максимальное отличие по температуре между поверхностью и дном (11,0 °С) отмечалось в июне 2003 г. Диапазон изменения солености в исследуемый период, в отличие от других бухт, был шире и составлял от 17,29 ‰ в августе 2002 г. до 18,14 ‰ в апреле 2003 и 2004 гг. Из-за влияния речного стока и загрязнения, поступающего от Карантинной бухты, в районе Стрелецкой бухты наблюдаются более высокие значения БПК<sub>5</sub> (от 0,14 до 2,75 мг/л) и нитратного азота (от 0 до 129 мкг/л), чем в бухтах Омега, Камышовая и Казачья.

**Бухта Карантинная.** Карантинная бухта – самая небольшая по площади и наиболее загрязненная из всех Севастопольских бухт. В кутовой части бухты существует аварийный выпуск неочищенных бытовых стоков, выпуск сточных вод ливневой канализации, а также расположена база военных катеров и яхт, отрицательно влияющих на экологическое состояние вод бухты.

В районе Карантинной бухты (ст. 10) выполнено 47 отборов проб с поверхности и у дна. Минимальная температура 7,10 °С отмечалась в декабре 2004 г., максимальная 27,4 °С – в августе 2001 г. Максимальная по температуре разница между поверхностью и дном регистрировалась в июле 2003 г. и составляла 13,39 °С. В этот период четко прослеживался не выходящий на поверхность апвеллинг, т. е. подток в придонный слой охлажденных и более соленых (18,24 ‰) глубинных вод с пониженным содержанием растворенного кислорода (89 %) и величиной pH (8,15). Аналогичная ситуация наблюдалась в августе 2001 г. и на ст. 4 в районе, прилегающем к Севастопольской бухте. К сожалению, в районах других бухт из-за неблагоприятных погодных условий в этот период наблюдения не проводились.

Диапазон изменения солености в поверхностном слое составлял от 17,12 ‰ (в июне 2005 г.) до 18,01 ‰ (в ноябре 2004 г.); в придонном слое от 17,37 ‰ (в мае 2003 г.) до 18,39 ‰ (в декабре 2004 г.).

Свидетельством загрязнения вод бухты служат высокие концентрации нитратного (от 2 до 436 мкг/л) и органического азота (от 103 до 17000 мкг/л). Сброс ливневой канализации в бухту приводит к повышению их концентрации. Так, в период съемки, выполненной 12 июня 2002 г. во время дождя, концентрации нитратного и органического азота в поверхностном слое вод Карантинной бухты были наиболее высокими по сравнению с другими бухтами в этот период и

составляли 199,5 мкг/л и 1696 мкг/л соответственно. В этот период в поверхностном слое Карантинной бухты отмечались пониженные значения солености (17,69 ‰), насыщения вод растворенным кислородом (96 %) и величины pH (8,24). В придонном слое указанные показатели имели соответственно следующие величины: 17,92 ‰, 102,5 % и 8,34.

Четкой сезонной закономерности в изменении концентрации нитратного и органического азота, а также других показателей не наблюдалось, что подтверждает влияние антропогенного фактора как превалирующего над другими. Учитывая преобладающие в прилегающей к бухте акватории юго-западные прибрежные течения, Карантинная бухта может являться источником загрязнения бухт: Стрелецкой, Круглой, Камышовой и даже наиболее удаленной Казачьей бухты.

В табл. 3 приведены средние значения гидрохимических показателей, полученные в исследуемых районах. По экологическому состоянию эти бухты можно расположить в следующем порядке (от наиболее загрязненной к менее загрязненной): Карантинная, Стрелецкая, Камышовая, Круглая и Казачья.

**Таблица 3. Средние значения гидрохимических показателей в толще вод севастопольских бухт (2001-2005 гг.)**

Бухты, число наблюдений	H, м	t, °C	S, ‰	БПК <sub>5</sub> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,	N <sub>opr</sub>
					мкг/л	мкг/л	мкг/л	
Казачья n = 31	0	16,38	17,86	0,78	1	6	11	447
	17	13,60	17,94		1	6	14	
Камышовая n = 32	0	16,18	17,83	0,70	2	12	11	437
	19	13,63	17,93		1	12	8	
Круглая n = 36	0	16,36	17,83	0,60	5	8	7	507
	17	15,39	17,89		3	7	9	
Стрелецкая n = 38	0	15,94	17,79	0,79	2	32	7	511
	20	13,24	17,92		1	12	11	
Карантинная n = 47	0	16,02	17,70	0,74	2	116	8	552
	15	14,11	17,89		2	17	6	

На рис. 2 представлены средние значения стехиометрического отношения N:P в исследуемых бухтах. Значения N:P в Казачьей, Камышовой и Круглой

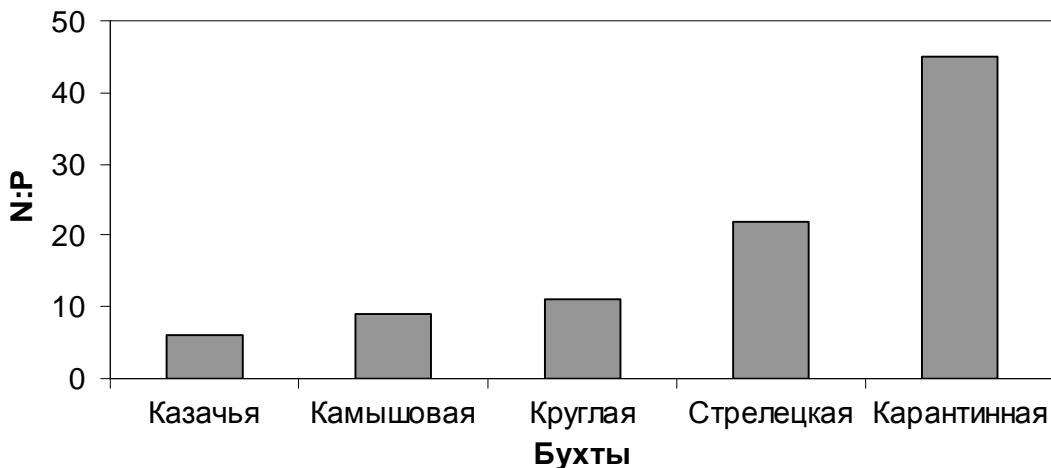


Рисунок 2. Среднее значение отношения N:P в поверхностном слое севастопольских бухт

бухтах не достигали стехиометрической величины 16, что указывает на дефицит неорганического азота в морской воде. Напротив, в бухтах Стрелецкой и Карантинной отмечался избыток азота, о чем свидетельствуют высокие величины N:P.

### **Выводы**

Результаты гидрохимических исследований бухт Казачьей, Камышовой, Круглой, Стрелецкой и Карантинной показали, что увеличение влияния речного стока и антропогенной составляющей происходит по направлению с запада на восток. Наиболее неблагополучной является Карантинная бухта, наименее – бухта Казачья; остальные бухты занимают промежуточное положение.

### **Литература**

1. Гореев Л. Н., Дорогунцов С. И., Хвесик М. А. Естественно-экологические основы оптимизации экосред. – Киев: Либідь, 1994. – 238 с.
2. Малахова Л. В., Костова С. К., Плотицина О. В. Химическое загрязнение компонентов экосистемы Казачьей бухты (Черное море). – 2003. – С. 112-116.
3. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
4. Миньковская Р. Я. Качество воды Севастопольского региона // Сб. науч. работ СЭС г. Севастополя. – 2002. – Вып. 7. – С. 34-40.
5. Михайлова Т. В., Беляева О. И. Изучение распределения макрозообентоса в бухте Казачьей (Черное море) // Морські біотехнічні системи. Збірник наукових статей Міністерства оборони України НАН України НДЦ Збройних сил України «Державний океанаріум». – 2005. – Вып. 3. – С. 91-96.
6. Овсяный Е. И., Романов А. С., Миньковская Р. Я. и др. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона // Сб. науч. тр. МГИ НАН Украины: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. – С. 138-152.

## КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ВОД БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ

**М. А. Попов, Н. П. Ковригина, Е. В. Лисицкая**

ИнБЮМ

Балаклавская бухта занимает особое место среди бухт севастопольского региона. Уникальная история бухты, географическое расположение, природно-климатические факторы и геоморфологические характеристики открывают широкие возможности для развития рекреационно-туристического комплекса. В 1958 г. видный советский океанолог и геоморфолог В. П. Зенкович, описывая берег Черного моря между мысами Феолент и Айя, замечает: «Только в одном месте массив расколот узкой щелью Балаклавской бухты. Ее устьевая часть напоминает в миниатюре норвежский фьорд – это узкий изогнутый коридор между темных скал» [2]. Превращение Балаклавской бухты в секретную базу подводного флота на Черном море не только закрыло этот район для гражданских исследователей, но и исключило на долгие годы даже упоминание в научной литературе самого названия – «Балаклавская бухта». Изменение geopolитической обстановки к началу 90-х годов XX века, а затем и вывод подводного флота из Балаклавской бухты позволили начать здесь научные исследования.

Балаклавская бухта представляет собой мелководную полузамкнутую акваторию, испытывающую многолетнее антропогенное воздействие. По данным Госуправления по экобезопасности и охране природной среды г. Севастополя объем поступающих неочищенных сточных вод в бухту составляет 4,4 млн. м<sup>3</sup>·год<sup>-1</sup>. Вместе со стоком в бухту поступает избыточное количество биогенных веществ и нестойкой органики, что может привести к усиленному росту фитопланктона и возникновению дефицита кислорода, то есть к эфтрофикации вод бухты. Однако экологическое состояние ее вод изучено слабо. В 1991-1993 гг. впервые Институтом биологии южных морей были проведены гидролого-гидрохимические съемки бухты и прилегающей акватории. Наиболее загрязненной оказалась мелководная (кутовая) часть бухты, принимающая сточные и ливневые воды. Здесь обнаружено превышение ПДК по аммонийному (472 мкг·л<sup>-1</sup>) и нитритному (15 мкг·л<sup>-1</sup>), фосфатам (47 мкг·л<sup>-1</sup>), БПК<sub>5</sub> (8,0 мг·л<sup>-1</sup>) и окисляемости (4,9 мгО·л<sup>-1</sup>). Интенсивное загрязнение и слабый водообмен способствуют аккумуляции загрязнения в бухте, а высокая повторяемость северных ветров (37-61 %) дает основание считать саму Балаклавскую бухту источником загрязнения прилегающей к ней прибрежной части Черного моря [6]. Уровень концентрации основных гидрохимических показателей, полученный в прилегающей к бухте части моря, был характерным для его прибрежных районов. Антропогенное воздействие отмечалось только локально и проявлялось в существенном возрастании концентраций биогенных веществ, окисляемости и БПК<sub>5</sub> в районах выпуска бытовых сточных вод [3].

Следующим фактором (после антропогенного) по влиянию на экологическое состояние вод бухты выступает динамика вод. Степень водобмена бухты определяется в основном сгонно-нагонными явлениями, которые играют важную роль в обновлении вод. Поэтому главной задачей мониторинга была оценка ант-

ропогенного влияния и сгонно-нагонных явлений на распределение гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик в водах бухты и на прилегающей к ней акватории.

Для решения этой задачи в период с 2000 г. по настоящее время на исследуемой акватории проводился экологический мониторинг, включающий гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования. Кроме того, в работе отражены результаты исследований по геоморфологии берегов и дна, оптике морской воды и математическому моделированию.

### **Материалы и методы**

Измерение морфометрических характеристик бухты проводилось согласно общепринятым методикам [13]. В комплекс гидролого-гидрохимических анализов входило измерение температуры, солености, растворенного кислорода, БПК<sub>5</sub>, окисляемости, величины рН, силикатов, а также неорганических и органических форм азота и фосфора; их определение проводилось по стандартным методикам [8, 12]. Данные СТД-зондирования получены с помощью автономного комплекса «Катран-04». Пробы фитопланктона отбирали с поверхности, меропланктона – в слое 10-0 м и обрабатывали по общепринятым методикам [9, 14]. Гидрооптические измерения проводились по методам [15, 16]. При математическом моделировании использовалась модель [17] океанической циркуляции Принстонского университета (Princeton Ocean Model – POM).

Всего проведено 72 съемки, отобрано 409 проб, выполнено 4670 гидрологических и гидрохимических анализов, обработано 250 фитопланктонных и 450 меропланктонных проб.

### **Результаты и обсуждение**

**Геоморфология.** Конфигурация береговой линии и топография дна в значительной мере определяют особенности динамики вод. Нами впервые измерены морфометрические характеристики бухты: глубина на входном створе – 34,2 м, длина по фарватеру – 1410 м, длина береговой линии – 3,33 км, объем воды – 2 млн. 840 тыс. м<sup>3</sup>, площадь водного зеркала – 236 тыс. м<sup>2</sup> и средняя глубина – 12,5 м. Сравнение промеров за период более чем полтора столетия позволило проследить изменение глубин и очертания береговой линии и выявить, что наибольшие изменения произошли в северной и центральной частях бухты за счет дноуглубительных работ и строительства причальных линий [10].

**Гидрология.** Распределение поверхностной температуры воды в бухтеносит четко выраженный внутригодовой ход. Наименьшие ее значения наблюдали в феврале (6,8 °C), наибольшие – в августе (26,8 °C). Наряду с плавными сезонными колебаниями, температура может резко изменяться во время апвеллингов. Так, 23 июня 2005 г. температура на поверхности составляла 9,4 °C. Распределение солености также имеет внутригодовой ход. Минимальные значения наблюдали преимущественно в весенне-зимний период, после сильных осадков и обильного таяния снега. Максимальные – в летне-осенний когда, наряду с высокой солнечной инсоляцией, количество осадков было наименьшим. Непериодические повышения солености регистрировались во время апвеллингов, следствием которых был выход на поверхность промежуточной черноморской водной массы. Соленость изменялась в пределах от 14,4 до 18,32 %. Размах изменчивости температуры составляет около 20 °C, а солености – 4,92 %.

По данным СТД-съемок, проводившихся в различные сезоны года, выделяются три квазистационарные зоны поверхностного распреснения вод под влиянием природных и антропогенных факторов. В кутовой части бухты пониженная соленость связана с поступлением пресных вод р. Балаклавки, ливневого и склонового стока. В западной части бухты поступление пресных вод происходит от Георгиевского субмаринного источника и поверхностных родников. На выходе из бухты у мыса Балаклавского понижение солености отмечено в зоне влияния основного выпуска хозяйствственно-бытовых сточных вод г. Балаклавы.

Поверхностные течения в бухте имеют преимущественно циклоническую завихренность – направлены в бухту у восточного берега и выходят у западного. Скорость поверхностного дрейфового течения может достигать  $35 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$  [1, 11].

**Гидрохимия.** По данным 2000-2001 гг. отмечено более низкое содержание кислорода во все сезоны в мелководной части бухты. Абсолютный минимум составил  $4,94 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$  и 90 % насыщения. Максимальные величины окисляемости несколько превышают или приближаются к ПДК ( $4,0 \text{ мгO} \cdot \text{л}^{-1}$ ), средние величины значительно ниже ( $3,45 \text{ мгO} \cdot \text{л}^{-1}$ ). Мелководная часть бухты остается наиболее загрязненной по сравнению с глубоководной и взморьем.

Величины БПК<sub>5</sub> не высоки, их средние значения практически не отличаются друг от друга, но по сравнению с периодом 1991-1993 гг. они ниже примерно на  $0,50\text{-}0,88 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ . Все величины БПК<sub>5</sub> гораздо ниже ПДК ( $2,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ). Сравнение величин БПК<sub>5</sub> и окисляемости за два исследуемых периода позволяет говорить о снижении уровня концентрации органического вещества в бухте [4].

Средняя концентрация биогенных элементов на поверхности в мелководной части бухты снизилась по аммонийному азоту в 4, по нитратам и силикатам – в 3 и по фосфатам – в 1,5 раза. Уровни средних концентраций фосфатов в глубоководной части и на взморье по сравнению с уровнем 1991-1993 гг. остались прежними, а концентрации нитратов и силикатов снизились в 3 раза [4].

В целом, во все сезоны максимальные концентрации фосфатов и минеральных форм азота отмечаются на поверхности мелководной станции. Вместе с этим значительные пределы колебаний на всех станциях свидетельствуют о все еще сильном влиянии антропогенной составляющей в содержании биогенных элементов. Уровень концентрации биогенных элементов на поверхности бухты в 2000-2001 гг. превышает от 2,5 до 8 раз их средние значения в открытой части моря.

Анализ гидрохимического материала, полученного в бухте с 2002 г. по настоящее время, показал стабилизацию гидрохимического режима. Величины средних по бухте концентраций нестойкого органического вещества и биогенных элементов (фосфаты, силикаты, нитриты и азот аммонийный) остались на уровне величин 2000-2001 гг. Исключения составляют величины нитратов, концентрации которых неустойчивы на всех станциях. По мере продвижения из кутовой части бухты к открытому морю значения гидрохимических показателей уменьшаются и приближаются к средним, характерным для открытых областей Черного моря.

Уменьшение концентрации от поверхности ко дну отмечено для нитритов (примерно в 5 раз) и нитратов (на порядок). Содержание аммонийного азота, силикатов и фосфатов от поверхности ко дну практически не менялось. Уровень концентрации основных гидрохимических показателей, полученный в прилегаю-

щей к бухте части моря, был характерным для его прибрежных районов. Антропогенное воздействие фиксировалось локально и проявлялось в существенном возрастании (на порядок) концентрации биогенных элементов и БПК<sub>5</sub> до 2,82 мг·л<sup>-1</sup> в районе выпуска бытовых сточных вод, а также в уменьшении величины pH до 7,5 и относительного содержания кислорода до 96 % насыщения.

**Фитопланктон.** За время исследований обнаружены 110 видов фитопланктона водорослей. По количеству видов доминируют диатомовые (55 %) и динофитовые (35 %) водоросли. Доля примнезиевых и других групп водорослей была незначительна. Численность фитопланктона изменялась от 2 млн. до 84 млрд. кл.·м<sup>-3</sup>, биомасса – от 3 мг до 2 г·м<sup>-3</sup>.

На распределение и развитие фитопланктона оказывают существенное влияние сгонно-нагонные явления. Длительность существования температурной аномалии, вызванной апвеллингом, влияет на видовой состав. Так летом, в период серии апвеллингов, продолжавшихся более недели, отмечены вспышки численности холодолюбивых видов диатомовых (*Skeletonema costatum* (Grev.) и примнезиевых (*Emiliania huxleyi* (Loh.). Во время отдельных сгонных апвеллингов зафиксировано появление в поверхностном слое воды большого количества крупноклеточных динофлагеллат (*Ceratium furca* (Ehr.), *Ceratium tripos* (O. F. Mull.), *Dinophysis coudata* (Ehr.), обитающих обычно в слое термоклина.

При нагонных ситуациях хозяйственно-бытовые сточные воды Балаклавы заносились в бухту. Избыточное количество биогенных элементов и нестойкого органического вещества, поступающего с бытовыми стоками, приводило к массовому развитию цианобактерий, составлявших 86 % общей численности (1684 млн. кл.·м<sup>-3</sup>) и 49 % биомассы (193 мг·м<sup>-3</sup>) фитопланктона [4].

**Меропланктон.** В период исследований в Балаклавской бухте обнаружены пелагические личинки 57 видов донных беспозвоночных, относящихся к 38 семействам. По крупным таксонам они распределены следующим образом: класс Bivalvia – 11 видов 7 семейств, класс Gastropoda – 12 видов 10 семейств, класс Polychaeta – 15 видов 9 семейств, отряд Cirripedia – 6 видов 3 семейства; отряд Decapoda – 11 видов 8 семейств, класс Phoronidea – 1 вид и не определенные до вида планулы (класс Hydrozoa). Видовой состав меропланктона изменялся по месяцам и зависел от температуры. Наиболее разнообразный видовой состав отмечен в температурном диапазоне от 15 до 23 °C [7].

По численности в Балаклавской бухте доминировали пелагические личинки толерантных видов: двустворчатых моллюсков *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790), брюхоногого моллюска *Bittium reticulatum* (Costa, 1778), усоногого рака *Balanus improvisus* (Darwin, 1854).

В ходе исследований выявлено различие в структуре меропланктона кутовой и открытой частей бухты. В кутовой части доля личинок усоногих раков в меропланктоне и их численность были существенно выше, чем в открытой части. На взморье численность личинок была намного ниже, чем в бухте. В кутовой части постоянно преобладали личинки многощетинковых червей. Личинки двустворчатых моллюсков концентрировались преимущественно в глубоководной части бухты и на выходе из нее.

При кратковременных сгонах пелагические личинки донных беспозвоночных выносились с водными массами из бухты в открытое море, что приводило к резкому снижению численности меропланктона в бухте. При продолжительных

сгонах, приводящих к длительному воздействию низких температур, вероятно происходила задержка нереста донных беспозвоночных, что отражалось и на численности, и на структуре меропланктона. Как в кутовой, так и в открытой частях бухты численность меропланктона составляла  $30\text{-}40 \text{ экз.}\cdot\text{м}^{-3}$ , в основном за счет личинок полихет и усоногих раков. Личинки моллюсков практически отсутствовали. При нагонных явлениях численность меропланктона увеличивалась на один-два порядка. В бухту заносились пелагические личинки различных видов донных беспозвоночных, предпочитающие чистые районы: нектохеты многощетинкового червя *Magelona rosea*, личинки крабов *Eriphia verrucosa*, *Xantho poressa* (Decapoda) и др. [4].

**Гидрооптика и численное моделирование.** Дополнением к комплексному мониторингу вод бухты являются исследования по выявлению источников ее загрязнения гидрооптическими методами, а также численное моделирование циркуляции и распределения загрязняющей примеси в ее акватории.

Применение гидрооптических методов позволило обнаружить и картировать источники загрязнения акватории бухты с достаточно хорошим пространственным разрешением. Получены поля распределения общего взвешенного и растворенного органического вещества, а также растворенных нефтепродуктов в морской воде на поверхности и в придонном горизонте. На поверхности максимальные концентрации всех определяемых показателей были обнаружены в зоне влияния выпуска, а повышенное содержание растворенных нефтепродуктов наблюдалось в местах стоянки судов. В придонном слое величины общего взвешенного и растворенного органического вещества были намного ниже, чем в поверхностном слое, а концентрации растворенных нефтепродуктов в придонном и поверхностном горизонтах были сопоставимы [11].

Расчеты скоростей течений в Балаклавской бухте и распространение загрязняющей примеси от береговых источников выполнены на основе использования численной математической модели океанической циркуляции Принстонского университета (POM) и данных CTD-зондирования. В результате проведенных расчетов получено трехмерное поле течений в Балаклавской бухте. Достаточно хорошее пространственное разрешение дало возможность детально описать структуру течений в бухте в различных слоях. Проведенные расчеты переноса течениями пассивной примеси позволили оценить степень и пути распространения загрязнения из различных мест выброса, расположенных на берегах бухты [5].

### Выводы

Комплексное изучение экологического состояния вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней акватории в период с 2000 г. по настоящее время позволяет выявить наибольшее влияние антропогенного фактора на поверхности в северной части бухты. Оно проявляется во все сезоны по максимальным концентрациям минеральных форм фосфора и азота, пониженному содержанию кислорода и величины pH. Там же весной и осенью наблюдается максимальная плотность личинок толерантных видов усоногих раков – баланусов и многощетинкового червя – полидоры.

Кроме того, отмечено влияние сгонно-нагонных явлений в летний период на распределение гидрохимических полей и планктонных организмов. Оно про-

является по изменению температуры, солености, содержанию кислорода, величины pH и концентрации биогенных элементов; изменение этих величин характеризует интенсивность сгона. Относительно частая повторяемость и продолжительность сгонных процессов способствуют улучшению экологического состояния вод бухты.

При проникновении глубинных вод в бухту отмечены вспышки численности холодолюбивых видов диатомовых водорослей и появление крупноклеточных динофлагеллат, обитающих обычно в слое термоклина. При поступлении холодных вод в бухту уменьшается численность пелагических личинок донных беспозвоночных в бухте и наблюдается перенос их в прибрежную часть моря.

По результатам гидрооптических наблюдений в зоне влияния выпуска в прибрежной части моря отмечено локальное загрязнение вод, проявляющееся в максимальных концентрациях общего взвешенного, растворенного органического веществ и растворенных нефтепродуктов.

Расчеты циркуляции вод и адаптированная к условиям Балаклавской бухты модель океанической циркуляции Принстонского университета (РОМ) могут служить основой для исследования экологических последствий различного рода техногенных аварий и катастроф в бухте.

### *Литература*

1. Ациховская Ж. М., Субботин А. А. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Черного моря // Экология моря. – 2000. – Вып. 50. – С. 5-8.
2. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. – М.: Географиз, 1958. – 374 с.
3. Ковардаков С. А., Ковригина Н. П., Измельцева М. А. Донный биоценоз в акватории от мыса Балаклавского до мыса Айя и его вклад в процессы самоочищения // Сб. науч. тр. МГИ НАН Украины: Системы контроля окружающей среды. – Севастополь, 2004. – С. 251-257.
4. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Сеничева М. И., Субботин А. А. Оценка антропогенного воздействия и сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Вып. 8. – С. 105-114.
5. Кубряков А. И., Попов М. А. Моделирование циркуляции и распространение загрязняющей примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. – 2005. – № 3. – С. 49-61.
6. Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю. Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1998. – № 3. – С. 88-99.
7. Лисицкая Е. В. Видовой состав и сезонная динамика численности мелкопланктона Балаклавской бухты // Экология моря. – 2006. – Вып. 71. – С. 100-104.
8. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.

9. **Мурина В. В.** Меропланктон // Планктон Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1993. – С. 194-204.
10. **Попов М. А.** Геоморфологический очерк залива Мегало-Яло и Балаклавской бухты //Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.
11. **Попов М. А., Чепыженко А. И., Еремин И. Ю.** Оценка источников загрязнения вод Балаклавской бухты гидрооптическими методами в осенний период //Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 12. – С. 202-207.
12. Руководство по методам химического анализа морских вод. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 208 с.
13. Справочник по картографии / Берлянт А. М., Гедымин А. В., Кельнер Ю. Г. и др. – М.: Недра, 1988. – 428 с.
14. **Суханова И. М.** Концентрирование фитопланктона в пробе // Сб. науч. тр.: Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. – М: Наука, 1983. – С. 97-105.
15. **Чепыженко А. И.** Оптический спектральный анализатор // Экологические системы и приборы. – М.: Научтехлитиздат, 2002. – № 5. – С. 6-10.
16. **Clark D. K.** MODIS, Algorithm Theoretical Basis Document, Bio-Optical Algorithms, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite Service. – Washington, D. C. 20233. – Version 1.2.
17. **Mellor G. L.** User's guide for a three dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Report, Program in Atmos. and Ocean. Sci., Princeton Univ. – Princeton, 1991. – No 3. – 35 pp.

УДК 591.148:574.52(262.5)

## СУТОЧНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ЧЕРНОМ МОРЕ

**И. М. Серикова, Ю. Н. Токарев**

ИнБЮМ

Изучение пространственной структурированности морских экосистем, взаимодействия их различных компонентов и исследование механизмов формирования гетерогенности относятся к числу наиболее важных проблем современной гидроэкологии. В силу несовершенства традиционных планктонологических методик концепция мелкомасштабной агрегированности планктона – фундаментальной основы протекающих в пелагической экосистеме процессов – разработана в отечественной гидробиологии недостаточно.

Для изучения мелкомасштабного распределения концентрации динофлагеллят в верхнем 100-метровом слое в Черном море вод применялась методика многократных батифотометрических зондирований, позволяющая отслеживать интенсивность биолюминесценции и температуру воды с дискретностью по глубине 1 м [8]. Метод выгодно отличается от других малой инерционностью и быстродействием, т. е. является экспресс методом для изучения жизни в океане. Этот же метод наиболее приемлем для установления связи микрораспределения планктона с микроструктурой гидрофизических полей, от которой во многом зависит структура планктонного сообщества.

Зависимость интенсивности свечения от численности панцирных динофитовых водорослей в Черном и Средиземном морях для слоев скоплений основной массы биолюминесцентов выражается уравнением линейной регрессии с коэффициентом регрессии  $b_1 \approx 0,5$  и свободным членом, не отличающимся от нуля [3]. Кроме того, показано, что вертикальная структура поля биолюминесценции достаточно хорошо определяется вертикальным распределением общей численности панцирных динофитовых водорослей, причем выбранная нами характеристика изрезанности профилей биолюминесценции – нормированная средняя амплитуда флюктуаций, совпадает с таковой для профилей общей численности динофлагеллят [7].

Известно, что интенсивность биолюминесценции планкtonных организмов изменяется достаточно сильно в течение суток [4]. Одним из основных факторов, вызывающих суточную периодичность изменения интенсивности многих видов организмов, является эндогенный (внутренний, сформированный в процессе эволюции) суточный ритм биолюминесценции. Значительную роль в суточной изменчивости свечения играет фотоингибирование. Среди динофлагеллят фотоингибирование свойственно фотосинтетическим видам.

Некоторые авторы склонны считать, что основной вклад в суточные вариации поля биолюминесценции в море вносит миграция планктонных организмов [6]. Другим исследователям такая позиция кажется неубедительной, поскольку скорость заглубления максимума биолюминесценции не соответствует скорости вертикальных перемещений планктона [2, 5]. Как показано этими авторами, в ряде районов Мирового океана вертикальная миграция не является определяю-

щим фактором в изменчивости интенсивности биолюминесценции природных популяций.

Поскольку суточные вариации биолюминесцентного поля существенно зависят от района исследований, нашей задачей было выделение периодов квазистационарности в структуре поля биолюминесценции в центральной части Черного моря и выявление изменчивости параметров тонкой структуры ПБ.

Исследования проводились в 116-ом рейсе НИС «Ак. Ковалевский» на ст. 32 ( $\phi = 43^{\circ}10' N$ ,  $l = 31^{\circ}00' E$ ) в зоне западного циклонального круговорота 14-15 октября 1989 г. Каждый час в течение суток на этой станции проводилось по 5 зондирований с интервалом в 3 мин. ПК «Свеча». Кроме того, выполнялось по 80 непрерывных зондирований с тем же интервалом с  $22^{\circ}$  до  $02^{\circ}$  и с  $10^{\circ}$  до  $14^{\circ}$  поясного времени.

**Метод обработки данных измерений.** Каждый вертикальный профиль биолюминесценции, получаемый с помощью ПК «Свеча», можно рассматривать как существенно неоднородную случайную функцию вертикальной координаты  $z$ . Для анализа профиля представлялись в виде суммы детерминированной компоненты, описывающей среднее закономерное изменение параметра с глубиной ( $\langle B(z) \rangle$ ) и однородной случайной функции ( $B'$ ), характеризующей тонкую структуру, т. е. в виде:

$$B(z) = \langle \hat{A}(z) \rangle + \hat{A}\zeta \quad (1)$$

Для количественной характеристики изрезанности профилей биолюминесценции нами было предложено рассматривать коэффициент вариабельности флюктуаций:

$$C_{VB} = S_B / \bar{B}, \quad (2)$$

где  $\sigma_{B'}$  – среднеквадратичное отклонение профиля  $B'$  в выбранном слое;  
 $\bar{B}$  – среднее значение исходного профиля  $B(z)$  в этом же слое.

Параметр  $C_{VB}$  является нормированной средней амплитудой флюктуаций биолюминесценции. Учитывая, что интенсивность свечения прямо пропорциональна концентрации светящихся организмов, в биологическом аспекте такой параметр указывает, на сколько процентов (или долей единиц) колеблется концентрация планктона (в данном случае динофлагеллят) в чередующихся тонких слоях его скоплений и разряжений.

На каждой из серий зондирований, приуроченных к определенному часу суток, коэффициенты  $C_{VB}$  рассчитывались для отдельных профилей (или его участков), которые затем осреднялись по всему ансамблю реализаций соответствующей серии.

### Результаты исследований и их обсуждение

На рис.1 показана изменчивость профилей биолюминесценции и температуры в различное время суток. В исследованном районе нижняя граница верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) в течение суток варьировалась в диапазоне глубин 20-26 м, а нижняя граница термоклина – от 35 до 45 м. В ночной период установилась стабильная картина распределения интенсивности биолюминесценции (ИБ) по глубине, характеризующаяся мощными слоями биолюминесценции в ВКС. С  $07^{\circ}$  до  $11^{\circ}$  происходил процесс перераспределения энергии свечения по глубине, а в последующий период, с  $12^{\circ}$  до  $18^{\circ}$ , слои максимальной светимости наблюдались в термоклине.

Наибольшие суточные изменения средней ИБ произошли в ВКС, в котором в ночной период сосредотачивалось более 80 % энергии свечения всей 100-метровой толщи. Коэффициент вариации средней ИБ в ВКС, термоклине и нижнем гомотермном слое (НГС) составил соответственно 85, 65 и 36 %. Дисперсионный анализ с односторонней классификацией показал отсутствие значительных изменений в дневные иочные часы лишь для средних величин ИБ в НГС (при  $\alpha = 0,05$ ).

Наиболее резкие изменения средней ИБ наблюдались с 06<sup>00</sup> до 08<sup>00</sup> и с 18<sup>00</sup> до 19<sup>00</sup> по местному времени. В утренние часы произошло фотоингибирование

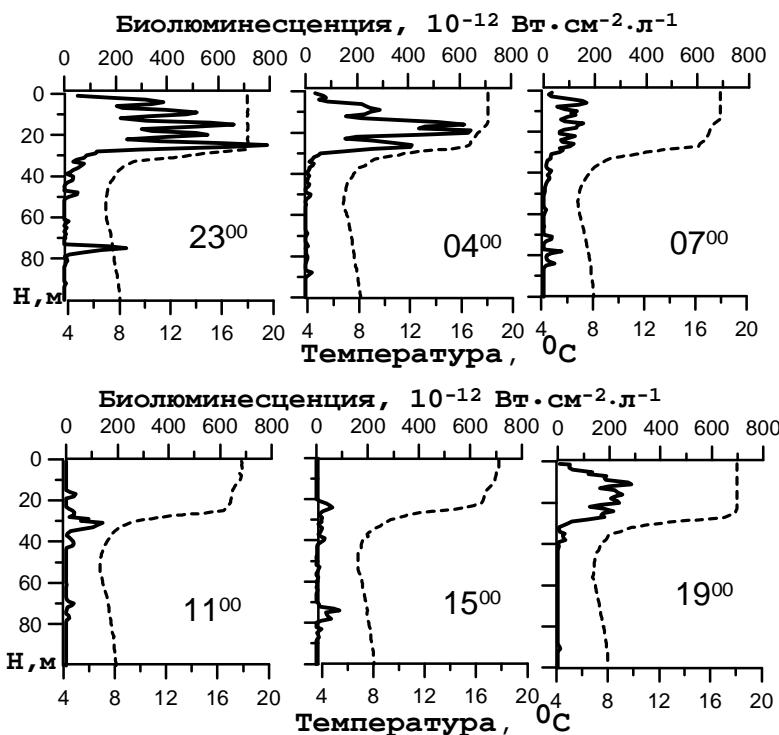


Рисунок 1. Суточная изменчивость профилей биолюминесценции и температуры в центральной части западного циклонического круговорота в Черном море

биолюминесценции, снизившее ее средний уровень в пять раз. Освещенность поверхности моря с 06<sup>48</sup> до 08<sup>00</sup> изменилась от 1 до 900 люкс. Таким образом, снижение биолюминесценции несколько предшествовало рассвету, что, возможно, связано с эндогенным ритмом свечения перидиниевых водорослей. Восстановление способности биолюминесцентов к свечению после фотоингибиования произошло с 18<sup>00</sup> до 19<sup>00</sup>. Освещенность моря в период с 18<sup>10</sup> до 18<sup>38</sup> снизилась с 750 до 20 люкс, т. е. вечернее восстановление светоизлучения биолюминесцентов практически совпало со временем наступления темноты.

Для выделения периодов квазистационарности в распределении поля биолюминесценции по глубине построены графики суточной изменчивости средних величин ИБ в слоях естественной стратификации, но не в абсолютных величинах, а в нормированных на средний уровень ИБ в слое 0-100 м (рис. 2).

В Черном море выделяется участок стабильного распределения энергии свечения в слоях естественной стратификации в период с 19<sup>00</sup> до 06<sup>00</sup> (рис. 2, б). В эти часы отношение средней величины ИБ в ВКС к средней величине ИБ в 100-метровом слое ( $B_{\text{ВКС}}/B_{(0-100)}$ ) равнялось 310-340 %, в термоклине такое отношение величин ИБ варьировало от 70 до 140 %, а в НГС оно составляло всего 2-8 %. Перераспределение энергии свечения по глубине происходило с 06<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup>, после чего относительная ИБ в термоклине установилась выше, чем в ВКС. Такой тип распределения свечения по глубине, названный нами «дневным», длился

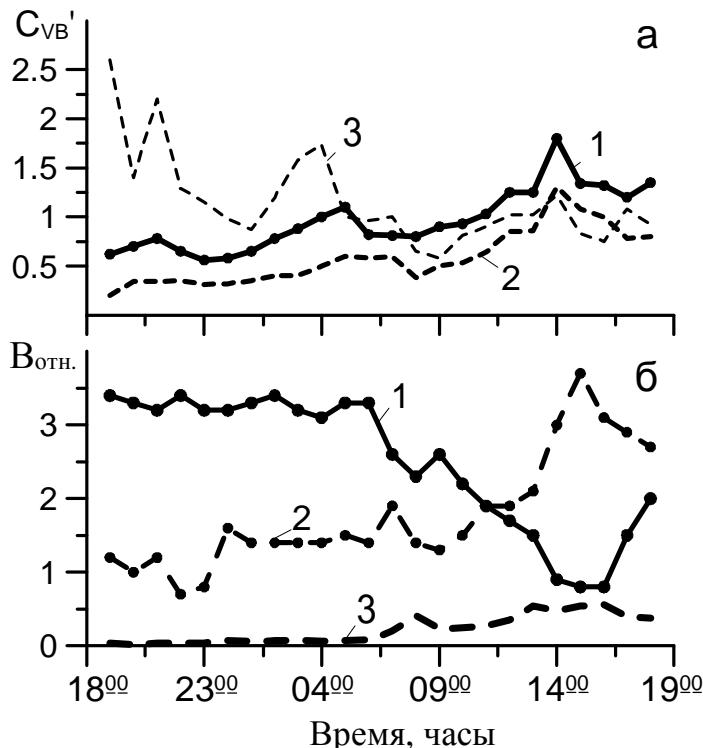


Рисунок 2. Суточная изменчивость распределения нормированной энергии свечения в слоях естественной стратификации: 1 – в ВКС; 2 – в термо-клине; 3 – в слое под термоклином (б) и параметра  $C_{VB'}$  – в слоях: 1 – 10-90 м; 2 – 10-30 м; 3 – 30-50 м (а) в Черном море

же слое 10-30 м. Изменения значений  $C_{VB'}$  в течение суток практически совпадали с суточным ходом перераспределения энергии свечения по слоям естественной стратификации.

В период традиционно производимых работ по измерению ПБ, т. е. спустя два часа после наступления темноты и за два часа до начала рассвета (в данном случае с 20<sup>00</sup> до 04<sup>00</sup>), вариабельность этого параметра составила около 20 % для слоя скопления основной массы биолюминесцентов и 16 % для слоя 10-90 м.

Для выяснения вопроса о том, как долго сохраняется тонкая структура поля биолюминесценции и насколько она устойчива, проводился корреляционный анализ пар профилей биолюминесценции, разнесенных во времени. С целью исключения кинематического эффекта внутренних волн, приводящего к вертикальным колебаниям этих слоев, подбирались пары профилей, мало сдвинутые один относительно другого по глубине. Внутренние волны при этом отслеживались по колебаниям изотерм.

По рис. 3, на котором изображены профили флюктуаций биолюминесценции, выбранные из различных серий измерений ПБ, заметна устойчивость тонкой структуры ПБ на протяжении ночных периодов наблюдений. Особенно четко проявляется сохранение тонкой структуры ПБ в верхней 40-метровой толще, где сосредоточены наиболее интенсивные слои биолюминесценции. Коэффициенты корреляции между высокочастотными компонентами (флюктуациями) про-

с 12<sup>00</sup> до 18<sup>00</sup>. К 19<sup>00</sup> опять установился т. н. «ночной» тип распределения свечения.

Если в течение суток варьирование величин  $C_{VB'}$  для различных слоев было существенным, то в период квазистационарного распределения ПБ наблюдалась небольшая изменчивость этого параметра как в слое 10-30 м, так и во всем слое 10-90 м (рис. 2, а). Минимальные величины ( $C_{VB'} = 0,367 \pm 0,038$ ) наблюдались в ночные часы в верхнем слое. В слое 10-90 м в ночные часы средняя величина параметра  $C_{VB'}$  составила  $0,731 \pm 0,09$ . В период существования дневного типа распределения поля биолюминесценции зафиксированы максимальные величины параметра  $C_{VB'}$  во всем слое 10-90 м а так-

филей биолюминесценции достигают в отдельных случаях очень высоких величин, особенно для слоев 20-метровой протяженности (таблица).

В дневные часы, несмотря на кажущуюся случайность в распределении интенсивности свечения по глубине (рис. 3), в большинстве случаев величины коэффициентов корреляции значимо отличны от нуля при  $\alpha = 0,05$  ( $R_{kp} = 0,217$  для  $v = 80$  и  $R_{kp} = 0,423$  для  $v = 20$ ). По рис. 3 отслеживается сохранение отдельных слоев, несколько смещающихся по вертикали под влиянием внутренних волн.

### **Значения коэффициентов корреляции между профилями флюктуаций биолюминесценции на ст. 32**

Время i-зонда	Время j-зонда	$R_{B'i \times B'j}$ в слое (10-90) м	Сдвиг, м	Слой, м	$R_{B'i \times B'j}$
$20^{06}$	$21^{06}$	0,744	0	10-30	0,752
				20-40	0,783
				30-50	0,497
$19^{03}$	$22^{15}$	0,488	1	10-30	0,562
				20-40	0,718
				60-80	0,926
				70-90	0,741
$04^{12}$	$09^{15}$	0,427	1	10-30	0,521
				20-40	0,755
				30-50	0,530
				40-60	0,502
$22^{09}$	$03^{03}$	0,586	1	10-30	0,557
				20-40	0,638
				30-50	0,907
$20^{12}$	$09^{12}$	-0,060	1	40-60	0,717
$23^{06}$	$09^{06}$	0,257	0	30-50	0,435
				50-70	0,811
$15^{06}$	$17^{06}$	0,670	2	10-30	0,845
				20-40	0,801
				60-80	0,698
				70-90	0,677
$16^{06}$	$18^{12}$	0,456	2	10-30	0,644
				20-40	0,654
				60-80	0,514
$12^{33}$	$16^{09}$	0,779	0	10-30	0,847
				20-40	0,836
				30-50	0,750

ды с  $07^{00}$  до  $11^{00}$  и с  $18^{00}$  до  $19^{00}$  происходит перестройка тонкой структуры поля биолюминесценции.

Проанализировать процесс перестройки структуры поля биолюминесценции можно при детальном рассмотрении изменений профилей флюктуаций биолюминесценции на фоне изменчивости термической структуры. Так на рис. 4

При этом в горизонтальном направлении интенсивность их свечения не остается неизменной.

В утренние часы, с  $07^{00}$  до  $11^{00}$ , т. е. в переходной период, коэффициенты корреляции между профилями флюктуаций биолюминесценции ночных и утренних серий заметно снижаются, в отдельных случаях их величины не отличаются от нуля, а слой коррелированности сужается. Таким образом, более устойчиво коррелированность профилей флюктуаций биолюминесценции проявляется в период стабильного распределения энергии свечения по глубине. В перио-

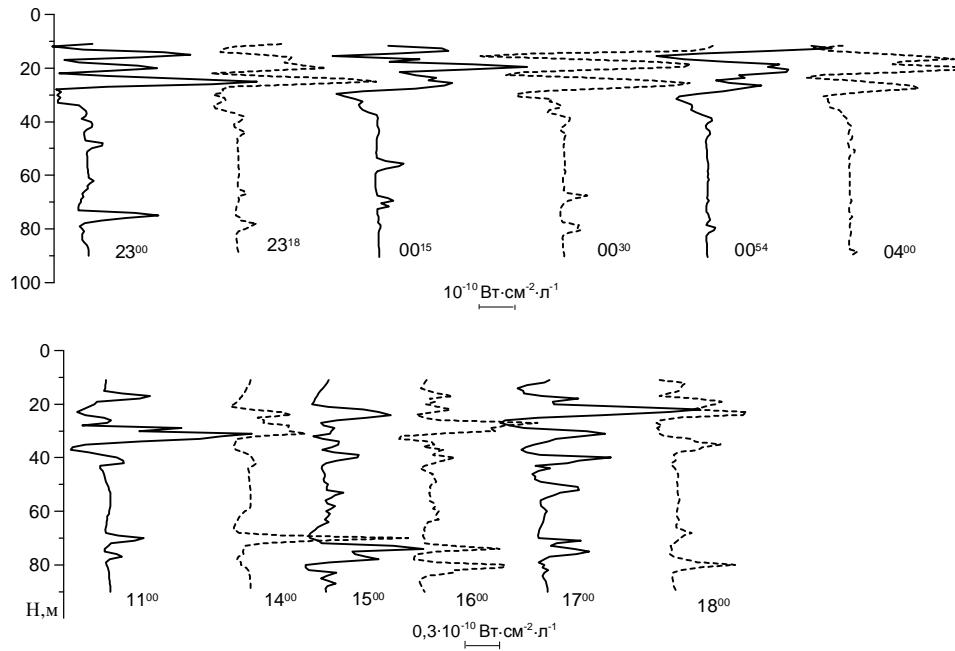


Рисунок 3. Отдельные профили флюктуаций биолюминесценции во время ночных и дневных серий измерений на суточной станции в Черном море

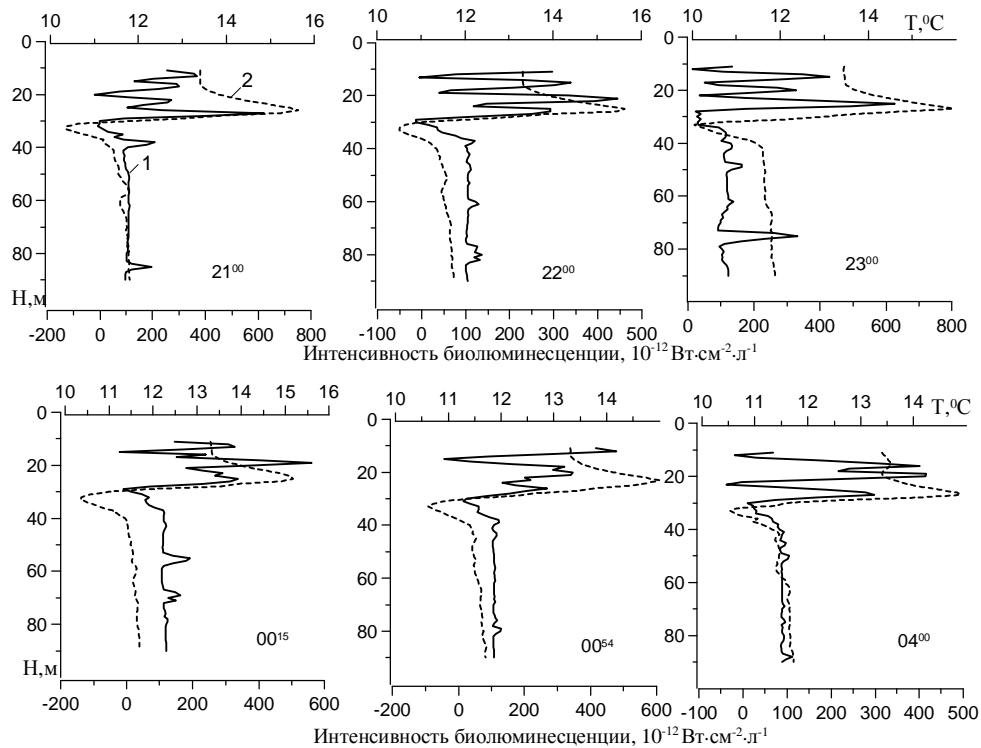


Рисунок 4. Высокочастотные составляющие профилей биолюминесценции (1) и температуры (2), соответствующие отдельным зондированиям, выполненным в ночной период

проявляется приверженность наиболее интенсивных тонких слоев биолюминесценции к верхнему квазиоднородному слою, причем самый нижний слой биолюминесценции, как правило, тяготеет к верхней границе термоклина, который, в свою очередь, экранирует проникновение слоев динофитовых водорослей в глубину под термоклин. Незначительные смещения термоклина по вертикали на 1-3 м приводят к таким же смещениям слоев концентрированности микроводорослей.

В утренние часы тонкие слои повышенной светимости в ВКС до определенного времени сохраняются, но при этом становятся тоньше и по интенсивности существенно слабее (рис. 5). К 11<sup>00</sup> число слоев в ВКС уменьшается, а уже в 9<sup>00</sup> начинается формирование тонкого слоя свечения по направлению к нижней границе термоклина.

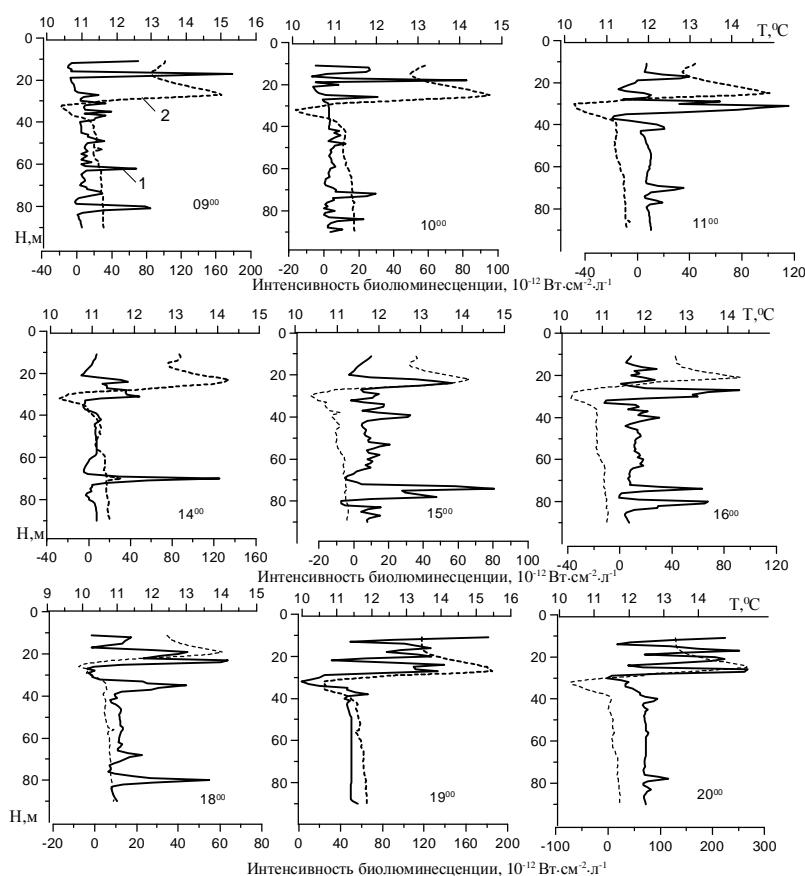


Рисунок 5. Высокочастотные составляющие профилей биолюминесценции и температуры, полученные в различное время суток на ст. 32

биолюминесценции, тяготеющий к верхней границе термоклина. Это может свидетельствовать о сохранении тонкой структуры скоплений динофитовых водорослей на протяжении суток с присущим населяющим тонкие слои динофлагеллятам эндогенным и экзогенным ритмами свечения. Слой биолюминесценции у нижней границы термоклина проявляется также длительное время, но только в светлое время суток. Возможно его населяет мигрирующий микропланктон, который способен преодолеть слой максимального градиента плотности и подняться в ВКС, обогащенный кормовой базой.

С 11<sup>00</sup> до 12<sup>00</sup> слой максимальных градиентов температуры поднимается ближе к поверхности. Опускание термоклина на 5-6 м происходит между 18<sup>00</sup> и 19<sup>00</sup>, одновременно исчезает тонкий слой повышенной светимости у нижней границы термоклина резко сокращается число слоев свечения в НГС и восстанавливается тонкая структура поля биолюминесценции, характерная для ночного периода.

Обращает на себя внимание то, что в любой промежуток времени в той или иной степени проявляется тонкий слой биолюми-

### Заключение

Эксперименты, проведенные в Черном море, показали, что тонкая структура поля биолюминесценции сохраняется на протяжении всего ночного периода наблюдений. Подобные результаты были получены нами и в других экспериментах, проведенных в морях Средиземноморского бассейна и в Атлантическом океане [1]. В дневные часы также отслеживается сохранение тонкой структуры поля биолюминесценции. Ее перестройка происходит в утренние часы с 7<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup> и вечерние с 18<sup>00</sup> до 19<sup>00</sup>, что связывается с суточным ритмом биолюминесценции отдельных организмов и, возможно, с миграциями слоев их скоплений.

Изменения значений параметра Cv<sup>b'</sup> в течение суток практически совпадали с суточным ходом перераспределения энергии свечения по слоям естественной стратификации. Его величины оставались достаточно стабильными в ночные часы как в слоях скопления основной массы биолюминесцентов, так и во всем слое 10-90 м. Вариабельность величин в этот период не превышала 20 %.

### Литература

1. Битюков Э. П., Ольшанский Ю. И., Серикова И. М. Тонкая структура поля биолюминесценции и ее связь с распределением гидрологических характеристик. – М., 1988. – 15 с.: Деп. в ВИНТИ 01.04.88, № 2495-В88.
2. Гительзон И. И., Левин Л. А., Утюшев Р. Н., Черепанов О. А., Чугунов Ю. В. Биолюминесценция океана. – СПБ: Гидрометеоиздат, 1992. – 284 с.
3. Токарев Ю. Н., Серикова И. М., Нарусевич Т. Ф., Евстигнеев П. В. Роль некоторых фракций планктона в формировании поля биолюминесценции в морях Средиземноморского бассейна // Мор. гидрофиз. журн. – 2002. – № 3. – С. 51-60.
4. Утюшев Р. Н., Левин Л. А., Черепанов О. А. Опыт оценки структуры биолюминесцентного поля по дневным измерениям // Океанология. – 1984. – Т. 24. – № 4. – С. 701-705.
5. Backus R. H., Yentsch C. S., Wing A. S. Bioluminescence in the surface waters of the sea // Nature. – 1961. – Vol. 192. – P. 518-521.
6. Seliger H. H., Fastie W. G., McElroy W. D. Bioluminescence in Chesapeake Bay // Science. – 1961. – Vol. 133. – P. 699-700.
7. Tokarev Yu. N., Bityukov E. P., Vasilenko V. I., Sokolov B. G., Serikova I. M. Bioluminescence from the Black Sea to the eastern Mediterranean: the spatial structure and functional connection with the characteristics of plankton in the two interconnected basins // Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected Basins, 14 – 18 Oct. 2002, Ankara, Turkey. – Ankara: Tubitak, 2003. – P. 785-793.
8. Vasilenko V. I., Bityukov E. P., Sokolov B. G., Tokarev Yu. N. Hydrobiophysical device «Salpa» of the Institute of Biology of the Southern Seas used for bioluminescent investigation of the upper layers of the ocean // Bioluminescence and Chemiluminescence. Molecular reporting with photons. – N.-Y.: J. Wiley & Sons, 1997. – P. 549-552.

УДК 330.15(262.5+262.54)

## ОТРАСЛЕВАЯ ГИС «МОРСКИЕ ЖИВЫЕ РЕСУРСЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА»

**Б. Н. Панов, С. С. Смирнов**

ЮгНИРО

Геоинформационные системы (ГИС) – одно из наиболее перспективных прикладных направлений развития информационных технологий. ГИС – многофункциональная компьютерная система, в которой собранная графическая и цифровая информация хранится в памяти ЭВМ в виде многослойной структуры. Слои имеют точную координатную привязку, что позволяет совмещать их и выполнять комплексный пространственный анализ исследуемых объектов.

Принцип ГИС-интеграции, объединяя все накопленные данные и информационные потоки в режиме реального времени, позволяет взаимодействовать данным всех типов.

Целью создания отраслевой ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» и основными задачами, которые ей предстоит решать, в общих формулировках является обеспечение комплексных исследований и эксплуатации морских живых ресурсов на основе современных технологий с использованием ретроспективной и поступающей в режиме реального времени океанологической и промысловой информации.

Перспективы использования разрабатываемой ГИС в рыбном хозяйстве открывают новые возможности в исследовании механизмов функционирования морских экосистем промысловых районов Азовского и Черного морей, позволяют осуществить экологизацию промысла и развития марикультуры с целью сокращения непроизводительных затрат, исключения чрезвычайных техногенных ситуаций и минимизации потерь в случае природных катастроф.

Исходя из ранее разработанной концепции отраслевой геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» [1], в ЮгНИРО в 2006-2007 гг. была спроектирована и начала создаваться база данных ГИС, создан набор векторных и растровых электронных карт, разработано специализированное программное обеспечение для импорта данных и для базовой интеллектуализации ГИС. Объем выполненных работ позволил создать экспериментальную версию отраслевой геоинформационной системы «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна».

Разработанная система удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к корпоративным ГИС: поддержка как растрового, так и векторного представления данных, возможность применения ГИС для информационной поддержки принятия решений и применение схемы «клиент-сервер».

Разрабатываемая версия ГИС представляет собой набор программного обеспечения, предъявляющего следующие системные требования:

- минимальные – ПК с процессором уровня Pentium III и 128 Mb RAM;
- рекомендуемые – ПК с процессором уровня Pentium IV и выше, RAM от 512 Mb;
- операционная система – Windows 2000/XP.

Структурно ГИС можно разделить на клиентскую и серверную части.

К клиентской части ГИС относятся:

- система Kosmo;
- дополнительное специализированное программное обеспечение: программы Insert Script Generator (ISG) и Long Term Forecasting (LTF).

К серверной части ГИС относятся:

- геоинформационная база данных (основана на СУБД MySQL);
- электронные векторные карты (в формате ESRI Shape);
- растровые данные (в формате GeoTIFF);
- справочно-информационные материалы (в формате СНМ).

Для реализации геоинформационной базы данных (ГБД) был выбран сервер баз данных MySQL 5.0 с сопутствующим программным обеспечением (MySQL Administrator, MySQL Query Browser, MySQL Monitor, MySQL ODBC connector) [2].

ГБД экспериментальной версии содержит данные физико-химических исследований воды, а также данные по фито- и зоопланктону. Эти данные были импортированы в ГБД из банка данных ЮгНИРО, представляющего собой массив текстовых ASCII-файлов различных форматов. Для решения задачи импорта данных нами была разработана специализированная программа-конвертер, позволяющая заполнять базу данных ГИС информацией, содержащейся в вышеупомянутых форматированных файлах. Данная программа, получившая название ISG (Insert Script Generator), позволяет преобразовывать форматированные файлы банка данных ЮгНИРО в формат SQL-скриптов (SQL-script) для заполнения базы данных. Помимо собственно конвертации файлов данных, программа позволяет выполнять их верификацию (проверка на наличие обязательных значений, на их вхождение в определенный интервал и т. д.). Вышеупомянутые скриптовые файлы открываются и выполняются с помощью программы MySQL Query Browser, входящей в состав программных средств сервера баз данных MySQL.

Функции администрирования базы данных ГИС и импорта данных в ГИС осуществляют администратор системы.

Электронные векторные карты, используемые в разработанной ГИС, отображают береговую линию Азовского и Черного морей, основные реки, крупные города, изобаты, зимовальные и летние нагульные скопления и зоны нереста различных видов рыб, а также ареалы некоторых моллюсков (хамелея, рапана, мидия) в украинских водах.

Данные растрового типа представляют собой топографическую и батиметрическую карту района Азовского и Черного морей.

В качестве основного инструмента для визуализации и анализа данных была использована система Kosmo. Она позволяет напрямую подключаться к геоинформационным базам данных (Oracle Spatial, MySQL, PostgreSQL-PostGIS) и картографическим веб-серверам (WMS Server), поддерживает наиболее распространенные форматы растровых данных (GeoTiff, Ecw, MrSid и др.), располагает большим набором инструментов для работы с векторными данными. Для удобства работы интерфейс системы был переведен нами на русский язык.

Теперь рассмотрим вопрос информационной поддержки принятия решений и интеллектуализации ГИС. Информационная поддержка принятия решений –

одна из функций развитой геоинформационной системы. Однако сам модуль принятия решений зачастую сложно выделить как отдельный блок ГИС. Поддержка принятия решений в геоинформационных системах неотделима от функций анализа и визуализации, что и позволяет использовать основное преимущество ГИС-технологий – пространственный анализ данных.

Современные серверы баз данных, поддерживающие язык запросов SQL (Oracle, MySQL, MS SQL и др.), способны быстро и качественно произвести любые операции над данными, хранящимися в базе, и выдать результат в наиболее удобной для анализа и использования форме. Подобные системы при низкой совокупной стоимости позволяют оперативно обрабатывать любую поступающую информацию, устанавливать необходимые связи между данными и выводить результат в наиболее удобной для пользователя графической форме [3]. Это позволяет создавать высокоэффективные системы поддержки принятия решений на базе персональных компьютеров.

Используемая в разрабатываемой ГИС система Kosmo (рис. 1) обладает возможностью прямого доступа к геоинформационным базам данных в сочетании с развитыми средствами формирования запросов и отображения их результатов.

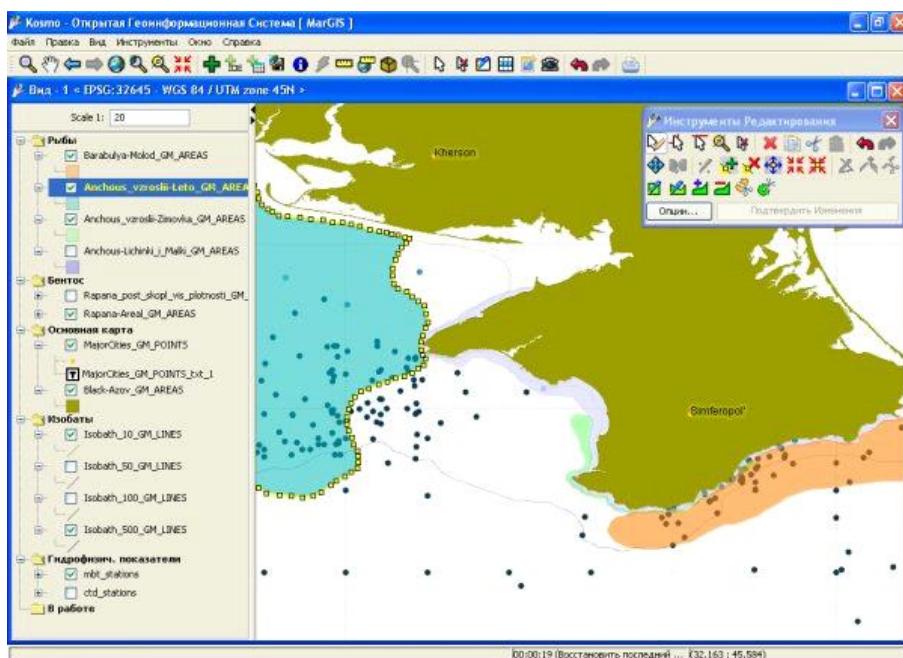


Рисунок 1. Главное окно программы Kosmo

Таким образом, основу модуля принятия решений составляют конструктор запросов и средства отображения их результатов, входящие в состав программного пакета Kosmo.

Однако не все задачи по поддержке принятия решений можно решить с помощью системы Kosmo. В таких случаях возможно использование специализированного программного обеспечения нашей собственной разработки, как например программы под названием «Система долгосрочного прогноза для экосистем Азово-Черноморского бассейна», представляющей собой ряд уравнений регрессии для расчета промыслового-биологических показателей.

Вышеупомянутые уравнения базируются на гидрометеорологических и гидрохимических предикторах, которые в свою очередь связаны с гео- и гелиофизическими характеристиками. На основе этой системы была разработана программа для расчета таких промыслового-биологических показателей, как вылов черноморской хамсы за путину, урожайность черноморского шпрота, удельная биомасса фито- и зоопланктона на северо-западном шельфе Черного моря, удельная биомасса фитопланктона в восточной глубоководной части Черного моря (рис. 2).

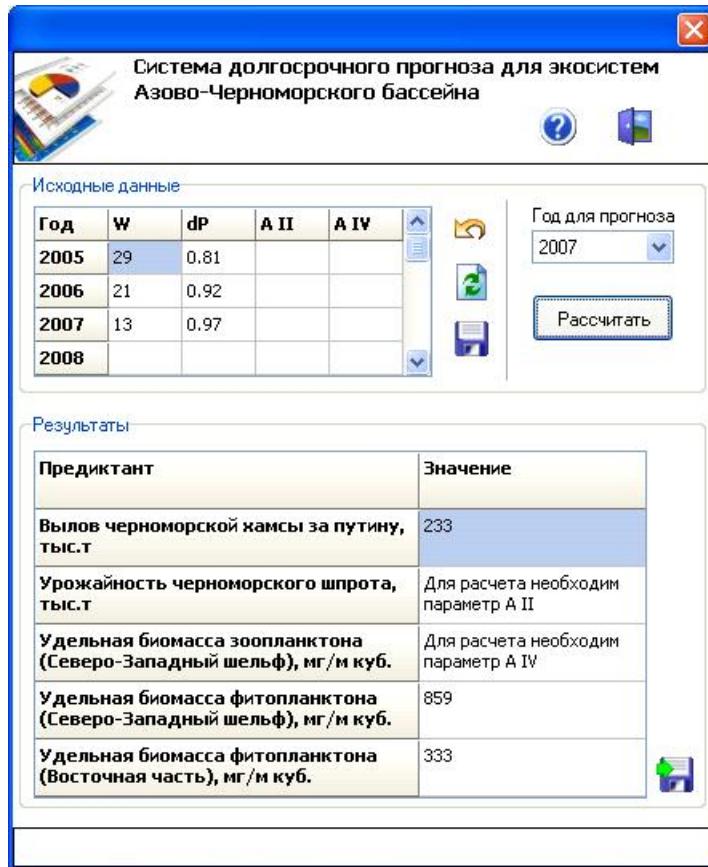


Рисунок 2. Главное окно программы «Система долгосрочного прогноза для экосистем Азово-Черноморского бассейна»

ных, в состав данной версии ГИС входят другие разнообразные программы и информационные ресурсы. Для упрощения и ускорения доступа к ним в ЮгНИРО была разработана программа GIS Manager.

Главное окно программы GIS Manager (рис. 3) содержит ряд кнопок, которые соответствуют основным модулям ГИС, и связанные с ними меню, предоставляющие быстрый доступ к приложениям, входящим в состав ГИС.

Таким образом, в качестве основных характеристик разработанной ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» можно выделить следующие особенности:

- основные программные пакеты, входящие в состав ГИС: СУБД MySQL и система Kosmo;

В качестве исходных данных используются: W – индекс солнечной активности (числа Вольфа), dP – скорость вращения Земли в относительных единицах, A<sub>II</sub> и A<sub>IV</sub> – суммарные аномалии в повторяемости атмосферных переносов девяти типов за II и IV месяцы.

Кроме рассмотрен-

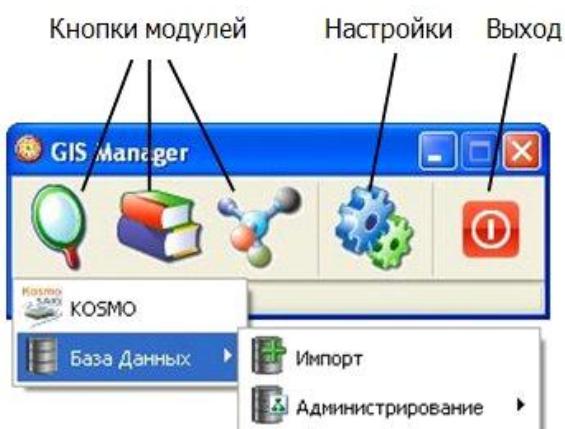


Рисунок 3. Главное окно программы GIS Manager

- использование специализированного сервера баз данных MySQL с поддержкой технологии ODBC позволяет построить весьма гибкую и открытую систему благодаря простоте интеграции такой базы данных с другими ГИС-приложениями, интернет-приложениями, средствами генерации отчетов – т. е. с различным программным обеспечением (созданным сторонними разработчиками), которое способно расширить функциональность ГИС;
- снижение себестоимости геоинформационной системы достигается за счет использования открытого программного обеспечения (MySQL Server, KOSMO);
- для решения ряда специфических задач применяется дополнительное программное обеспечение собственной разработки. В частности пользователь ГИС может обращаться к справочно-информационным материалам и программе долгосрочного прогноза для экосистем Азово-Черноморского бассейна;
- использование сервера баз данных с поддержкой языка запросов SQL и клиентского ГИС-приложения с развитыми средствами анализа и визуализации данных позволяет создать эффективную систему информационной поддержки принятия решений;
- применение схемы «клиент-сервер» делает возможной одновременную работу группы специалистов и централизует управление геоинформационной базой данных.

### *Литература*

1. Концепция отраслевой ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» / Отчет о НИР (промежуточный). – Керчь: ЮгНИРО, 2005. – 47 с.
2. Концепция отраслевой ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» / Отчет о НИР (промежуточный). – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – 41 с.
3. Саечников В. А., Мирончик В. М. Структура и способы реализации систем поддержки принятия решений по оптимальному развитию экологических комплексов. – Минск: БГУ, 1999.

**О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИССЛЕДОВАНИИ  
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА**

**Р. В. Боровская, Л. А. Лексикова**  
ЮГНИРО

**Введение**

Сокращение и практически полное прекращение украинской океанологической экспедиционной деятельности в Черном и Азовском морях после 1995 г. сопровождалось резким спадом потока эмпирической океанографической информации о состоянии среды бассейна. Это негативным образом сказалось не только на качестве исследований, но стало серьезным препятствием на пути решения многочисленных практических задач.

В то же время более совершенной становилась спутниковая информация. Современные спутниковые данные обладают рядом преимуществ по сравнению с материалами традиционных контактных океанографических исследований. Они отличаются высоким пространственно-временным разрешением, возможностью информационной засветки обширных акваторий, включая экономические зоны и территориальные воды различных государств, что не всегда доступно контактным методам. Главный недостаток спутниковой информации – она охватывает только морскую поверхность.

В настоящее время установлено, что ряд явлений и процессов, протекающих в толще вод Черного и Азовского морей, имеют достаточно яркое проявление на поверхности. Для их исследования и контроля могут быть использованы данные спутниковых зондирований не только в видимом (ТВ), но и в инфракрасном (ИК) волновом диапазоне. Доказательство этого положения позволило исследовать такие важные в прикладном плане явления, как апвеллинг, течения, формирование, трансформацию и дрейф ледовых полей, гипоксию и заморы, а также оценить влияние абиотических факторов среды на промысловые характеристики в отдельных регионах бассейна Черного и Азовского морей (рис. 1).

Цель данной работы – показать возможность использования спутниковой информации в исследовании прибрежного апвеллинга в Черном море, выявлении изменений в системе циркуляции вод пролива, вызванных сооружением тузлинской дамбы, проведении многолетнего спутникового мониторинга ледовой обстановки в Азовском море и Керченском проливе, в исследовании гипоксии и заморов в Азовском море.

Выбор Азово-Черноморского бассейна, как объекта исследования, обусловлен необходимостью получения более совершенных современных знаний о гидрофизических процессах и явлениях, протекающих в его водах, которые требуются для решения задач государственного значения, а именно безопасности мореплавания, рыбного поиска и промысла, задач гидротехнического строительства, общееэкологических проблем, марикультуры и др.

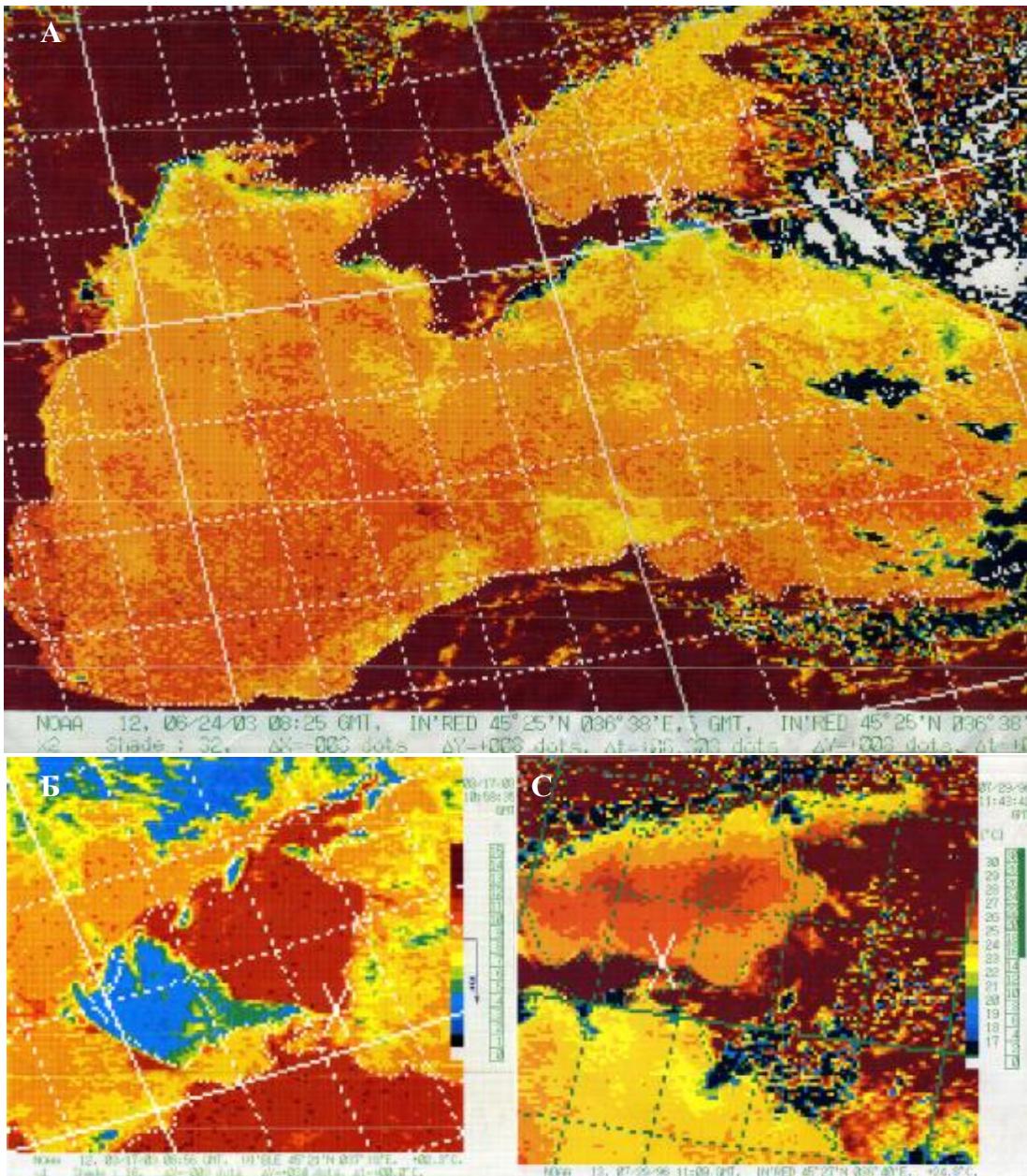


Рисунок 1. Проявление процессов в водной толще на поверхности:

А – апвеллинг в Черном море; Б – типичная ледовая ситуация;

В – поля температуры, характерные для гипоксии

#### **Методы исследования и материалы**

В основу работы положены массивы наблюдений с искусственных спутников Земли серии NOAA в формате APT как в инфракрасном, так и в телевизионном (видимом) диапазоне. Эти данные получены станцией приема и обработки спутниковой информации SU-8 (фирма «Furuno») в Южном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮГНИРО), г. Керчь. Также использованы данные целенаправленно выполненных подспутниковых полигонных океанографических съемок и материалы океанографических наблюдений из архива института.

**Исследование апвеллинга в Черном море.** Это явление в Черном море достаточно активно исследуется, в том числе и на базе спутниковой информации [6]. Однако все работы посвящены апвеллингу в северо-западной части Черного моря и у берегов Крыма. Нами рассматривался апвеллинг по всему периметру моря и получены следующие результаты.

По критерию величины холодозапаса, отражающего интенсивность апвеллинга [2], предложена схема районирования прибрежных акваторий Черного моря. Выделены семь следующих районов: западное побережье моря, север северо-западной части, восток северо-западной части моря, ялтинский, феодосийский, новороссийский, турецкий. Описаны региональные особенности апвеллинга по каждому из районов. Наиболее интенсивный апвеллинг характерен для турецкого побережья и северо-западной части моря, наименее апвеллинг выражен в районе Новороссийска. Крайне редко он наблюдается на востоке моря. Единственный случай за последние 15 лет прослеживался 19 июня 2003 г.

В пределах области существования апвеллинга, как правило, находится пространственная неоднородность, которая определяется в общем его усилении и в существовании так называемых «центров апвеллинга». Чаще всего такие районы расположены у берега. К ним относятся северная часть Каркинитского залива, область вокруг м. Тарханкут и м. Инджебурун (Турция).

На более поздних стадиях развития прибрежного апвеллинга от него в сторону открытого моря распространяются струи холодных вод, обладающие хорошо выраженным фронтальными признаками. Протяженность таких фронтальных образований составляет до 70 миль. Наиболее часто они наблюдаются в районе м. Тарханкут, м. Сарыч и в прибрежной части Феодосии. В результате глубинные и подповерхностные воды с низкими значениями температуры и высокой концентрацией биогенных элементов выносятся на значительные расстояния от берега.

Закономерность структуры черноморского апвеллинга, заключающаяся в формировании струй подповерхностных холодных вод на участках шельфовой зоны, имеет важное прикладное значение. Анализ имеющейся в нашем распоряжении информации свидетельствует о том, что вдоль фронтальных разделов, связанных с апвеллингом на шельфе Крыма, концентрируется шпрот.

В межгодовой изменчивости параметров интенсивности апвеллинга практически в каждом из выделенных районов обнаружена квазидвухлетняя и 11-летняя цикличность. Достоверность выявленных циклов подтверждается результатами исследований В. А. Брянцева, Г. С. Дворянинова, Н. Н. Карнаушенко [4, 7, 8]. Двухгодичную гармонику они связывают с изменением знака обратной связи с периодом около полугода во взаимодействующей системе «океан-атмосфера», 11-летнюю – с цикличностью солнечной активности.

Для мая-августа установлена обратная связь показателя среднемесячных значений «холодозапаса» в апвеллингах Крыма и западного побережья моря с промысловыми нагрузками при лове шпрота [2].

**Течения.** Данные с ИСЗ позволяют оценить современное состояние системы течений. Нами были исследованы течения в Керченском проливе.

В результате анализа спутниковой информации, данных контактных океанографических и гидрооптических наблюдений за течениями и взвесью уста-

новлено, что воды Черного и Азовского морей, взаимодействующие в Керченском проливе, обладают различными оптическими свойствами [9]. Это позволяет выделять соответствующие потоки на спутниковых снимках и отслеживать динамику локальных течений, определять источники и пути распространения взвешенного вещества, фиксировать загрязненные участки акватории. В результате анализа было выявлено изменение характера циркуляции вод в северной части Керченского пролива и в Таманском заливе после строительства дамбы. В современных условиях (при генеральном переносе вод из Азовского моря в Черное) в узкости между дамбой и о. Тузла формируется поток, направленный в Таманский залив. В ситуации, когда система течений в Керченском проливе обусловлена генеральным переносом вод из Черного моря в Азовское в узкости, которая расположена между дамбой и о. Тузла, наблюдается поток южного направления. Течение, переносящее черноморские воды из южной части пролива в северную, минуя створ м. Белый-о. Тузла, разделяется на три ветви, направленные в Таманский залив, в северную (азовскую) узкость Керченского пролива и в Керченскую бухту. Ранее не наблюдавшаяся его восточная ветвь через проход между южной оконечностью к. Чушка и о. Тузла проникает в Таманский залив, где формирует антициклоническое движение вод. До строительства дамбы, независимо от направления генерального переноса вод через пролив, в Таманском заливе преобладала циклоническая система течений.

В пределах рассматриваемой акватории выявлен ряд источников взвешенного вещества. Это поток вод из Азовского моря, оконечности к. Чушка и о. Тузла, размываемые течениями, узкость между южной оконечностью косы Тузла и дамбой, а также сама дамба. Потоки в виде языков мутной воды отчетливо видны на современных спутниковых снимках и практически не прослеживаются на снимках до строительства дамбы.

**Морской лед.** С начала 90-х годов прошлого столетия внимание исследователей к проблеме изучения ледового режима Азовского моря и Керченского пролива снизилось. В современной океанографической литературе отсутствуют работы, где были бы обобщены сведения о льдах за этот период. В ЮГНИРО проведены исследования ледовых условий с 1991 по 2006 г., основанные исключительно на спутниковой информации. Предшествующие работы по льду региона базировались на данных береговых наблюдений, судовых и редко – на данных авиаразведок. Фактические сведения о ледовом режиме (дате образования и таяния льда, толщине и балльности, ледовитости, подвижках льда и типах зим) на современном этапе сопоставлены с климатическими данными, в результате обнаружены аномальные, не наблюдавшиеся ранее явления. Так, например, в феврале-марте 1997 г. были зафиксированы аномальный дрейф и дальнейшее нехарактерное распределение льдов в Азовском море. Основная масса ледовых образований под влиянием западного ветра вынеслась на восток, где сохранялась до полного таяния. Подобная аномальная ситуация описана также В. Ф. Суховей для 60-х годов прошлого столетия [11]. Необычная ситуация сложилась с 11 марта по 3 апреля 2003 г. С начала второй декады марта восточная часть моря была практически свободна ото льда. Под влиянием северного ветра льды из центральной части Азовского моря сместились к югу. В результате в северной части Керченского пролива и на акватории к северу от пролива длительное время на-

блюдались непроходимые для судов льды. Ширина полосы «тяжелых» льдов достигала 10-15 миль.

С 1992 по 2007 г. отмечено более раннее образование льдов. Увеличилась вероятность наличия льда в декабре как в мягкие, так и в умеренные зимы. В умеренные зимы снижение ледовитости отмечено только в январе. В целом зимы стали более мягкими, но в то же время затяжными. Если раньше лед в апреле отмечался только в суровые зимы, то в последние 16 лет он наблюдался и в умеренные зимы. Обнаружена тенденция к увеличению ледовитости Таманского залива после сооружения Тузлинской дамбы, которая препятствует поступлению теплых черноморских вод в течение зимнего сезона в Таманский залив.

**Гипоксия и заморы в Азовском море.** Исследования выполнялись на базе спутниковых наблюдений и на основе контактных методов. Показано, что явление гипоксии в Азовском море в летние месяцы года периодически охватывает обширные акватории, включая прибрежные воды.

Предпосылки формирования гипоксии и заморов в Азовском море для периода высоких летних температур воды могут быть условно разделены во времени. В июне – это, преимущественно, плотностная стратификация. В июле-августе зоны потенциальной гипоксии – это, главным образом, зоны вспышек численности сине-зеленых водорослей, значительно ухудшающих качество воды [3, 5, 12].

В июле-августе зоны гипоксии фиксируются на фотоснимках с космических аппаратов как пятна повышенной мутности вод в видимом диапазоне и повышенной температуры морской поверхности в ИК-диапазоне.

Установлена квазидвухлетняя цикличность интенсивности заморов. В нечетные годы интенсивность заморов возрастила, в четные – понижалась, либо заморы вообще не наблюдались. Наиболее неблагоприятными для всего моря и, в частности, для прибрежной его части были 1989 и 1991 гг. За период с 1989 по 2001 г. количество погибшей рыбы в эти два года достигало максимальных значений и составляло 451 и 1260 т соответственно. В 2001 г. неблагоприятные условия складывались в центральной части моря, но не распространялись на прибрежную зону. Минимальное развитие зон заморов и потенциально заморных зон по прибрежным, экспедиционным и спутниковым наблюдениям отмечалось в 1992 и 1996 гг. Самым благоприятным годом был 1994, в котором на протяжении всего летнего сезона заморы и потенциально заморные зоны не отмечались вообще. Основными районами, где заморы и потенциально заморные зоны наблюдались практически ежегодно, были центральные районы моря и северные бухты, реже – мелководные акватории на западе и юге моря.

В результате оценки влияния суровости зим на развитие зон заморов, которые отслеживались в Азовском море по спутниковым данным [1], выявлена качественная связь между типами зим и интенсивностью заморных явлений: чем менее суровая зима, тем вероятнее в Азовском море ожидать заморы в следующее за ней лето (рис. 2).

Данные дистанционного зондирования морской поверхности позволяют прогнозировать появление и положение зон придонной гипоксии с заблаговременностью несколько дней. Эта информация может быть использована с целью организации и ведения рационального промысла рыб придонного комплекса.

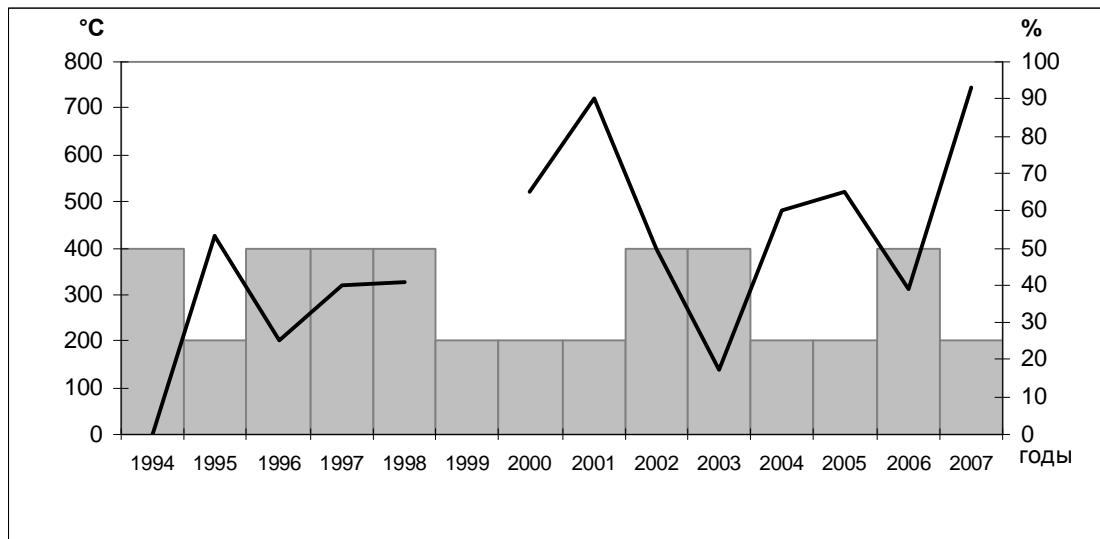


Рисунок 2. Некоторые показатели состояния экосистемы Азовского моря:

— отношение (%) количества дней с «теплыми пятнами» к общему количеству дней с полезной информацией по данным ИСЗ за июль-август;  
█ типы зим: 0-200° – мягкая, 200-400° – умеренная

### Заключение

В результате проведенных исследований были разработаны приемы обработки и анализа спутниковых снимков для слежения за процессами в подповерхностном и придонном слое Азовского и Черного морей, а также некоторые рекомендации по повышению эффективности работы промыслового флота, оперативного поиска промысловых объектов, в частности шпрота. Полученные результаты исследования ледового режима являются одним из показателей потепления климата, по крайней мере, в Азово-Черноморском бассейне. Оценка распределения льдов в различные по суровости зимние сезоны может быть использована при проектировании строительства гидротехнических сооружений, для навигационного обеспечения и безопасности мореплавания.

### Литература

1. Боровская Р. В. Ледовые условия в Азовском море и их связь с био- и рыбопродуктивностью // Система контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2006. – Вып. 6. – С. 220-223.
2. Боровская Р. В., Панов Б. Н., Спиридонова Е. О., Лексикова Л. А., Кириллова М. В. Прибрежный черноморский апвеллинг и межгодовая изменчивость его интенсивности // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 12. – С. 42-48.
3. Боровская Р. В., Панов Б. Н., Спиридонова Е. О., Лексикова Л. А. Связь придонной гипоксии и заморов рыбы в прибрежной части Азовского моря // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 5. – С. 320-328.

4. **Брянцев В. А.** Атмосферная циркуляция, как основа долгосрочных рыбопромысловых прогнозов (на примере региона Черного моря) // Пленарные доклады Восьмой всесоюзной конференции по промысловой океанологии, Ленинград, октябрь 1990 г. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 173-180.
5. **Брянцев В. А., Фашук Д. Я.** Причины черноморских заморов // 5 Всесоюзная конференция: Вопросы промысловой океанологии Мирового океана. – Калининград, 1979. – С. 23-26.
6. **Гинзбург А. И., Костяной А. Т., Соловьев Д. М., Станичный С. В.** Прибрежный апвеллинг в северо-западной части Черного моря // Исследование Земли из Космоса. – 1997. – № 6. – С. 66-72.
7. **Дворянинов Г. С., Голобородько С. В.** // Морской гидрофизический журнал. – 1994. – № 2. – С. 48-63.
8. **Карнаушенко Н. Н., Погребной А. Е.** Особенности изменчивости атмосферных процессов и гидрофизических полей у западного и юго-западного побережья Крыма на временных масштабах от междусуточных до многолетних // Морской гидрофизический журнал. – 2006. – № 1. – С. 22-36.
9. **Ломакин П. Д., Боровская Р. В.** Возможность контроля системы течений в Керченском проливе на базе спутниковой информации // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 5. – С. 255-257.
10. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 59-100.
11. **Суховей В. Ф.** Моря Мирового Океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 286 с.
12. **Фашук Д. Я., Брянцев В. А., Себах Л. К.** Причины черноморских заморов и их влияние на поведение промысловых рыб северо-западного шельфа в летний период // Тезисы докладов всесоюзной конференции: Природная среда и проблемы изучения, освоения и охраны биологических ресурсов морей СССР и Мирового океана. – Ленинград, 1994. – С. 186-189.

УДК 597-19(267.2)

**ИХТИОФАУНА ЗАПАДНО-ИНДИЙСКОГО ПОДВОДНОГО ХРЕБТА  
(СОСТАВ, РЫБОПРОМЫСЛОВАЯ ОЦЕНКА, ПУТИ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ)**

**Н. П. Новиков, И. Г. Тимохин, Н. А. Иванин, С. И. Усачев**  
ЮгНИРО

Ихтиофауна талассобатиали Индийского океана на протяжении ряда лет, особенно после введения многими индоокеанскими странами 200-мильных исключительных зон, была объектом целенаправленных исследований ЮгНИРО и Югрыбпоиска.

Наиболее важный период в изучении талассобатиальной ихтиофауны приходится на 70-90-е годы XX века, когда научно-поисковые работы ЮгНИРО и Югрыбпоиска охватили практически все подводные хребты и другие изолированные поднятия Индийского океана. Основное внимание при этом уделялось самому большому по площади и сравнительно мелководному Западно-Индийскому подводному хребту.

Западно-Индийский подводный хребет, расположенный в юго-западной части Индийского океана, имеет ширину от 150 до 300-350 миль и простирается в длину более чем на 1200 миль от района острова Родригес на севере до островов Принс-Эдуард на юге [8, 28]. Южная часть хребта расположена вблизи от северной границы субантарктического фронта, а северная – на границе субтропической и тропической зон. Хребет характеризуется сложным рельефом дна и наличием большого количества гор с минимальными глубинами над их вершинами от 190 до 1000 м, а в некоторых случаях – от 90 до 135 м. Вершины гор сложены коренными породами вулканического происхождения, расчленены и покрыты тонким слоем измельченной ракуши и кораллов, изредка илистым песком и илом с примесью обломков коренных пород. Слоны гор осложнены скалами высотой 10-40 м, уступами, депрессиями и отличаются значительной крутизной – от 10 до 17°, максимально – до 40°. Площадь участков дна исследуемого хребта на глубинах до 2000 м по подсчетам специалистов ЮгНИРО составляет 21800 км<sup>2</sup>, а на глубинах до 3000 м – 260000 км<sup>2</sup>.

На Западно-Индийском подводном хребте за период с 1978 по 2000 г. ЮгНИРО и Югрыб поиск провели 9 научно-исследовательских экспедиций и 73 поисково-промышленных рейса, охвативших все доступные участки этого поднятия. В ходе экспедиций и рейсов был выполнен большой объем научно-исследовательских работ, которые включали траления, ярусный и удобный ловы, постановки ловушек, гидрологические и метеорологические наблюдения, биологические и технологические исследования добывших рыб, сбор проб планктона, бентоса, коллекций малоизвестных рыб и других гидробионтов для последующих лабораторных исследований.

Так, всего на Западно-Индийском хребте было сделано 8000 тралений, в том числе 3418 из них в научно-исследовательских экспедициях. Траления проводились во всей толще воды – от поверхности до 1900 м, при этом большинство из них (свыше 90 %) выполнялось разноглубинными тралами в придонном и пелагическом вариантах, а там, где позволял рельеф дна – донными тралами.

Для изучения некоторых крупных рыб (тунцов, акул, мечерыхих, полиприона, гипероглифа и др.), обитающих в пределах хребта на разных глубинах (в толще воды и у дна), осуществлены 361 постановка донных ярусов на глубинах от 700 до 2520 м и 3236 удобных ловов на глубинах от 100 до 2000 м. Кроме того, выполнена постановка 6643 ловушек на глубинах от 100 до 690 м для исследования лангустов и некоторых видов рыб. Различным биологическим исследованиям (биологическим анализам, промерам и др.) подвергнуто более 64000 экз. рыб и 13475 экз. лангустов.

В ходе научно-исследовательских и поисковых работ накоплен значительный массив данных по составу ихтиофауны Западно-Индийского хребта, распределению и биологии слагающих ее видов, выявлены скопления ряда ценных промысловых рыб и начато практическое освоение их запасов.

Результаты проведенных исследований обобщены в публикациях, посвященных, главным образом, отдельным наиболее массовым промысловым рыбам: бериксам [5, 6, 7], масляным рыбам [21], рубинке [1, 25], полиприонам [24], эпигонусам [12, 13, 21], солнечникам [14] и ставриде [22, 23, 27]. Отрывочные биологические сведения по гипероглифу, прометихту и лепидопу приведены в статье Ю. Н. Щербачева с соавторами [30].

Общий же состав ихтиофауны Западно-Индийского хребта рассматривается лишь в работе А. Н. Рытова [26]. По его данным, относящимся к середине 80-х годов XX века, на подводных банках и других поднятиях исследуемого хребта обитает 140 видов рыб из 60 семейств. К этому списку надо добавить еще пять видов и одно семейство, отмеченные Ю. Н. Щербачевым [29].

Однако приведенные цифры видового состава рыб хребта с учетом данных за последующие годы исследований нуждаются в существенной корректировке.

Следует также подчеркнуть, что до сих пор нет ясности не только по общему составу ихтиофауны Западно-Индийского хребта, но и в отношении ее промысловой части, которая, по нашему мнению, не исчерпывается только массовыми видами. Кроме того, в литературе практически отсутствуют сведения о частоте встречаемости, величине уловов и биологических параметрах тех рыб, которые не входят в группу массовых видов. Требуют уточнения существующие взгляды на рыбохозяйственное значение ихтиофауны исследуемого хребта (в целом) и перспективы ее использования отечественным рыболовным флотом с соблюдением экологических принципов и сохранением запасов.

Решению перечисленных вопросов и посвящена настоящая статья, базирующаяся на анализе и обобщении всех накопленных в ЮГНИРО первичных материалов и доступных литературных публикаций. Обработка накопленных биологических материалов проводилась в соответствии с методиками, общепринятыми в рыболовной науке. При составлении списка ихтиофауны Западно-Индийского подводного хребта за основу нами был взят список А. Н. Рытова [26].

С учетом всех данных ихтиофауна Западно-Индийского подводного хребта характеризуется большим видовым разнообразием и насчитывает 217 видов, относящихся к 80 семействам (табл. 1).

Основу ихтиофауны, как видно из таблицы, составляют виды, входящие в состав нескольких семейств. Среди них выделяется семейство Mystophidae, включающее 37 видов. Семейства Gempilyidae, Melanostomiidae, Macrouridae, Epigonidae,

**Таблица 1. Видовой состав рыб и их встречаемость на Западно-Индийском хребте**

Семейства, роды, виды рыб	Встречаемость видов*
1	2
<b>Hexanchidae</b>	
<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)	+
<b>Squalidae</b>	
<i>Squalus</i> sp.	++
<b>Etomopteridae</b>	
<i>Etomopterus lucifer</i> Jordan & Snyder, 1902	++
<i>Etomopterus pusillus</i> (Lowe, 1839)	++
<b>Centrophoridae</b>	
<i>Centrophorus</i> sp.	+
<i>Deania quadrispinosum</i> (McCulloch, 1915)	++
<b>Somniosidae</b>	
<i>Centroscymnus coelolepis</i> Bocage & Capello, 1864	+
<i>Somniosus</i> sp.	+
<b>Сем. Dalatiidae</b>	
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	++
<i>Euprotomicrus bispinatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	+
<b>Mitsukurinidae</b>	
<i>Mitsukurina owstoni</i> Jordan, 1898	+
<b>Odontaspidae</b>	
<i>Odontaspis ferox</i> (Risso, 1810)	+
<b>Alopiidae</b>	
<i>Alopias superciliosus</i> (Lowe, 1839)	++
<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788)	++
<b>Lamnidae</b>	
<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1809	++
<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	+
<b>Carcharhinidae</b>	
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1857)	+
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	++
<b>Dasyatidae</b>	
<i>Pteroplatytrygon violacea</i> (Bonaparte, 1832)	++
<b>Torpedinidae</b>	
<i>Torpedo</i> sp.	+
<b>Notacanthidae</b>	
<i>Notacanthus</i> sp.	+
<b>Nemichthyidae</b>	
<i>Nemichthys scolopaceus</i> Richardson, 1848	+
<i>Avocettina</i> sp.	+
<b>Nettastomatidae</b>	
<i>Nettastoma</i> sp.	+
<b>Serrivomeridae</b>	
<i>Serrivomer</i> sp.	+

## продолжение таблицы 1

1	2
<b>Microstomatidae</b> <i>Nansenia</i> sp.	+
<b>Bathylagidae</b> <i>Bathylagus</i> sp.	+
<b>Opisthoproctidae</b> <i>Opisthoproctus</i> sp.	+
<b>Alepocephalidae</b> <i>Leptoderma</i> sp. <i>Rouleina</i> sp.	++ +
<b>Platytroctidae</b> <i>Persparsia copua</i> Phillips, 1942	+
<b>Gonostomatidae</b> <i>Cyclothona microdon</i> (Günther, 1878) <i>Diplophos taenia</i> Günther, 1873 <i>Diplophos rebainsi</i> Krefft & Parin, 1972 <i>Gonostoma elongatum</i> Günther, 1878 <i>Gonostoma bathyphilum</i> (Vaillant, 1888) <i>Margrethia obtusirostra</i> Jespersen & Taning, 1919	+ + + + + +
<b>Sternopychidae</b> <i>Argyropelecus aculeatus</i> Valenciennes, 1849 <i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829 <i>Argyropelecus sladeni</i> Regan, 1908 <i>Maurolicus walvisensis</i> Parin & Kobyliansky, 1993 <i>Sternopyx diaphana</i> Hermann, 1781 <i>Sternopyx pseudodiaphana</i> Borodulina, 1977	+ + + ++ + +
<b>Phosichthyidae</b> <i>Ichthyococcus ovatus</i> (Cocco, 1838) <i>Phosichthys argenteus</i> Hutton, 1873 <i>Vinciguerria nimbaria</i> (Jordan & Williams, 1896)	+ + +
<b>Astronesthidae</b> <i>Astronesthes</i> sp. <i>Borostomias</i> sp. <i>Neonesthes</i> sp.	+ + +
<b>Stomiidae</b> <i>Stomias boa</i> (Risso, 1810) <i>Stomias longibarbatus</i> (Brauer, 1902)	+ +
<b>Chauliodontidae</b> <i>Chauliodus sloani</i> Bloch & Schneider, 1801	+
<b>Melanostomiidae</b> <i>Bathophilus</i> sp. <i>Echiostoma barbatum</i> Lowe, 1843 <i>Eustomias</i> sp. <i>Haplostomias</i> sp. <i>Leptostomias</i> sp. <i>Melanostomias</i> sp.	+ + + + + +

## продолжение таблицы 1

1	2
Odontostomias sp.	+
Opostomias sp.	+
Photonectes sp.	+
<b>Idiacanthidae</b>	
Idiacanthus fasciola Peters, 1877	+
<b>Malacosteidae</b>	
Aristostomias sp.	+
Malacosteus niger Ayres, 1848	++
<b>Notosudidae</b>	
Lucosudis sp.	+
Notosudis sp.	+
Scopelosaurus ahlstromi Bertelsen, Krefft & Marshall, 1976	+
<b>Paralepididae</b>	
Lestidiops normani Fraser-Brunner, 1931	+
Lestidium sp.	+
Macroparalepis sp.	+
Notolepis coatsi Dollo, 1908	++
Stemonosudis elegans Ege, 1933	+
<b>Alepisauridae</b>	
Alepisaurus ferox Lowe, 1833	++
Alepisaurus brevirostris Gibbs, 1960	+
<b>Myctophidae</b>	
Ceratoscopelus warmingii (Lütken, 1892)	++
Diaphus diadematus Tanning, 1932	++
Diaphus effulgens (Goode & Bean, 1896)	++
Diaphus hudsoni Zurbrigg & Scott, 1976	++
Diaphus luetkeni (Brauer, 1904)	++
Diaphus ostenfeldi Tanning, 1932	++
Diaphus perspicillatus Ogilby, 1898	++
Diogenichthys sp.	++
Electrona carlsbergi (Tanning, 1932)	+
Electrona paucirastra Bolin in Andriashev, 1962	++
Electrona risso (Cocco, 1829)	++
Electrona subaspera (Günther, 1864)	++
Electrona ventralis Becker, 1963	+
Gymnoscopelus bolini Andriashev, 1962	+
Gymnoscopelus braueri (Lonnberg, 1905)	+
Gymnoscopelus microlampas Hulley, 1981	+
Gymnoscopelus nicholsi Günther, 1873	+
Gymnoscopelus piabilis (Whitley, 1931)	+
Hygophum hygomii (Lütken, 1892)	+
Lampadena dea Fraser-Brunner, 1949	+
Lampadena luminosa (Garman, 1899)	+
Lampadena notialis Nafpaktitis & Paxton, 1968	+
Lampadena speculigera (Goode & Bean, 1896)	+

## продолжение таблицы 1

1	2
<i>Lampanyctus ater</i> Taning, 1928	+
<i>Lampanyctus festivus</i> Taning, 1928	+
<i>Lampanyctus intricarius</i> Taning, 1928	+
<i>Lampanyctus lepidolychnus</i> Becker, 1967	+
<i>Lampanyctus pusillus</i> (Johnson, 1890)	+
<i>Lobianchia</i> sp.	+
<i>Loweina</i> sp.	+
<i>Myctophum phengodes</i> (Lütken, 1892)	+
<i>Notoscopelus</i> sp.	+
<i>Protomyctophum normani</i> (Taning, 1932)	+
<i>Protomyctophum subparallelum</i> (Taning, 1932)	+
<i>Protomyctophum tenisoni</i> (Norman, 1930)	+
<i>Scopelopsis multipunctatus</i> Brauer, 1906	++
<i>Symbolophorus boops</i> (Richardson, 1845)	++
<b>Lamprididae</b>	
<i>Lampris guttatus</i> (Brunnich, 1788)	+
<b>Lophotidae</b>	
<i>Lophotes</i> sp.	+
<b>Trachipteridae</b>	
<i>Trachipterus</i> sp.	+
<b>Regalecidae</b>	
<i>Regalecus glesne</i> Ascanius, 1772	+
<b>Ophidiidae</b>	
<i>Selachophidium</i> sp.	+
<i>Himantolophus</i> sp.	+
<b>Melanocetidae</b>	
<i>Melanocetus</i> sp.	+
<b>Macrouridae</b>	
<i>Bathygadus</i> sp.	+
<i>Coelorhynchus</i> sp.	+
<i>Coryphaenoides carapinus</i> Goode & Bean, 1883	+
<i>Coryphaenoides striatus</i> Barnard, 1925	++
<i>Malacocephalus laevis</i> (Lowe, 1843)	++
<i>Odontomacrourus murrayi</i> Norman, 1939	+
<b>Merlucciidae</b>	
<i>Lyconus</i> sp.	+
<b>Moridae</b>	
<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)	++
<i>Notophycus marginata</i> trunovi Sazonov, 2001	+
<i>Phisiculus</i> sp.	+
<i>Tripterygion gilchristi</i> Boulenger, 1902	+
<b>Bregmacerotidae</b>	
<i>Bregmaceros</i> sp.	+
<b>Melanocetidae</b>	
<i>Melanocetus</i> sp.	+

## продолжение таблицы 1

1	2
<b>Himantolophidae</b>	
<i>Himantolophus</i> sp.	+
<b>Oneirodidae</b>	
<i>Oneirodidae</i> gen. sp.	+
<b>Ceratiidae</b>	
<i>Ceratias holboelli</i> Kroyer, 1845	+
<i>Cryptopsaras couesi</i> Gill, 1883	+
<b>Scomberesocidae</b>	
<i>Scomberesox saurus</i> (Walbaum, 1792)	++
<b>Melamphaidae</b>	
<i>Melamphaidae</i> gen. sp. 1	+
<i>Melamphaidae</i> gen. sp. 2	+
<b>Anoplogastridae</b>	
<i>Anoplogaster cornuta</i> (Valenciennes, 1833)	+
<b>Diretmidae</b>	
<i>Diretmus argenteus</i> Johnson, 1863	+++
<b>Trachichthyidae</b>	
<i>Hoplostethus atlanticus</i> Collett, 1889	++
<b>Berycidae</b>	
<i>Beryx decadactylus</i> Cuvier in Cuvier & Valenciennes, 1829	+++
<i>Beryx splendens</i> Lowe, 1833	+++
<i>Beryx</i> sp.	+++
<b>Oreosomatidae</b>	
<i>Allocyttus verrucosus</i> (Gilchrist, 1906)	++
<i>Neocyttus rhomboidalis</i> Gilchrist, 1906	++
<i>Oreosoma atlanticum</i> Cuvier in Cuvier & Valenciennes, 1829	+
<b>Zeidae</b>	
<i>Cyttus traversi</i> Hutton, 1872	++
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	++
<b>Macrorhamphosidae</b>	
<i>Macrorhamphosidae</i> gen. sp.	+
<b>Scorpaenidae</b>	
<i>Helicolenus moussezi</i> (Sauvage, 1875)	++
<b>Serranidae</b>	
<i>Caesioperca coatsii</i> Regan, 1913	++
<i>Polyprion americanus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	+++
<i>Polyprion oxygeneios</i> (Schneider & Forster in Bloch & Schneider, 1801)	+++
<i>Serranus novemcinctus</i> Kner, 1865	++
<b>Epigonidae</b>	
<i>Epigonus angustifrons</i> Abramov & Manilo, 1987	+++
<i>Epigonus lenimen</i> (Whitley, 1935)	++
<i>Epigonus robustus</i> (Barnard, 1927)	++
<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)	+++
<i>Howella sherborni</i> (Norman, 1930)	++

## продолжение таблицы 1

1	2
Rosenblattia robusta Mead & de Falla, 1965	+
<b>Echeneidae</b>	
Echeneis naucrates Linnaeus, 1758	++
<b>Coryphaenidae</b>	
Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758	++
<b>Carangidae</b>	
Decapterus sp.	++
Naucrates ductor (Linnaeus, 1758)	+
Seriola lalandi Valenciennes, 1833	++
Trachurus longimanus (Norman, 1935)	++
<b>Bramidae</b>	
Brama brama (Bonnaterre, 1788)	++
Pteraclis velifera (Pallas, 1770)	++
Pterycombus petersii (Hilgendorf, 1878)	+
Taractes asper Lowe, 1843	+
Taractichthys longipinnis (Lowe, 1843)	+
<b>Emmelichthyidae</b>	
Emmelichthys nitidus Richardson, 1845	+++
Plagiogeneion rubiginosus (Hutton, 1875)	+++
<b>Pentacerotidae</b>	
Pseudopentaceros richardsoni (Smith, 1844)	+++
<b>Cheilodactilidae</b>	
Acantholatris monodactylus (Carmichael, 1818)	+
Nemadactylus sp.	+
<b>Zoarcidae</b>	
Melanostigma gelatinosum Günther, 1881	+
<b>Chiasmodontidae</b>	
Chiastodon sp.	+
<b>Notopheniidae</b>	
Dissostichus eleginoides Smith, 1898	+
<b>Scombrolabracidae</b>	
Scombrolabrax heterolepis Roule, 1922	+
<b>Gempylidae</b>	
Lepidocybium flavobrunneum (Smith, 1849)	++
Nealotus tripes Johnson, 1865	+
Nesiarchus nasutus Johnson, 1862	+
Paradiplospinus sp.	+
Promethichthys prometheus (Cuvier, 1832)	++
Ruvettus pretiosus Cocco, 1829	++
Thyrsites atun (Euphrasen, 1791)	+
Thyrsitoides marleyi Fowler, 1929	+
<b>Trichiuridae</b>	
Aphanopus mikhailini Parin, 1983	++
Benthodesmus elongatus (Clarke, 1879)	++
Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788)	++

окончание таблицы 1

1	2
<b>Scombridae</b>	
<i>Allothunnus fallai</i> Serventy, 1948	+
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	+
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	+
<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)	++
<i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788)	++
<i>Thunnus maccoyii</i> (Castelnau, 1872)	+
<i>Thunnus obesus</i> (Lowe, 1839)	+
<b>Xiphiidae</b>	
<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758	+
<b>Centrolophidae</b>	
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)	++
<i>Hyperoglyphe antarctica</i> (Carmichael, 1818)	+++
<i>Schedophilus huttoni</i> (Waite, 1910)	+
<i>Schedophilus maculatus</i> Günther, 1860	+
<i>Schedophilus ovaris</i> (Cuvier, 1879)	+++
<i>Tubbia tasmanica</i> (Whitley, 1943)	+
<b>Nomeidae</b>	
<i>Cubiceps caeruleus</i> Regan, 1914	++
<i>Nomeus gronovii</i> (Gmelin, 1788)	+
<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880	++
<b>Tetragonuridae</b>	
<i>Tetragonurus cuvieri</i> Risso, 1810	+
<i>Tetragonurus atlanticus</i> Lowe, 1839	+
<b>Tetraodontidae</b>	
<i>Tetraodontidae</i> gen. sp.	+
<b>Molidae</b>	
<i>Mola mola</i> (Linnaeus, 1758)	++
<i>Masturus lanceolatus</i> (Liennard, 1841)	+

\* + – редкие виды (до 10 %); ++ – обычные виды (до 50 %); +++ – массовые виды (свыше 50 %).

Scombridae, Gonostomatidae, Sternopychidae и Centrolophidae представлены 6-9 видами. На долю перечисленных семейств приходится более 40 % (около половины) всех видов рыб хребта. По 4-5 видов насчитывают семейства Paralepididae, Bramidae, Moridae, Serranidae и Carangidae, по 2-3 вида – 28 семейств и всего лишь по одному виду – 39 семейств.

Аналогичная картина наблюдается и на других подводных хребтах и поднятиях Индийского океана, на которых наибольшим числом видов также представлено всего несколько семейств, характерных для талассобатиали [31, 17, 27, 16].

По составу ихтиофауны Западно-Индийский хребет проявляет значительное сходство с материковым склоном Юго-Восточной Африки и другими хребтами, расположенными в юго-западной части Индийского океана, прежде всего на высоком таксономическом уровне.

Как показали наши исследования, коэффициент фаунистического сходства в трактовке Н. В. Парина [19] на уровне семейств составляет: с материковым склоном Юго-Восточной Африки 52,6 %, с Мадагаскарским хребтом – 56,0 %, а самым глубоководным – Мозамбикским хребтом – 41,6 %. На видовом уровне сходство проявляется в меньшей степени, составляя соответственно 20,2, 27,1 и 16,2 %.

Судя по всему основной вклад в формировании ихтиофауны Западно-Индийского хребта, как, впрочем, и других хребтов этого региона, принадлежит рыбам прибрежных вод Юго-Восточной Африки, отличающихся богатым видовым разнообразием [33].

Ихтиофауна Западно-Индийского подводного хребта представлена различными по своему вертикальному распределению группировками рыб: донными, придонными и пелагическими.

Донные и придонные рыбы по результатам предыдущих исследований [21, 26], с которыми согласуются и наши данные, в соответствии с известными схемами вертикальной зональности [20, 2, 18, 19] относятся в основном к трем ихтиоценам: псевдонеретическому (0-200-300 м), талассобатиальному (200-700-800 м) и батиальному (700-2000-3000 м).

Пелагические виды, широко представленные над многими поднятиями исследуемого хребта, встречаются во всей толще воды от эпи- до батипелагиали. В видовом отношении они превосходят донных и придонных рыб, но количественно уступают им, на что еще ранее обратил внимание А. Н. Рытов [26].

Рыбохозяйственное значение рыб Западно-Индийского хребта неодинаково. По частоте встречаемости и величине уловов их можно условно разделить на три группы: редкие, обычные и массовые (см. табл. 1).

К группе массовых рыб хребта на основе анализа накопленных в ЮГНИРО данных, имеющихся литературных сведений и результатов научно-поисковых работ и промысла мы относим 15 видов из 10 семейств: лунника (*Allocytus verrucosus*), атлантического большеголова (*Hoplostethus atlanticus*), бериксов (*Beryx splendens* и *Beryx decadactylus*), полиприонов (*Polyprion americanus* и *Polyprion oxygeneios*), эпигонусов (*Epigonus robustus* и *Epigonus telescopus*), красноглазку (*Emmelichthys nitidus*), рубинку (*Plagiogeneion rubiginosus*), кабан-рыбу (*Pseudopentaceros richardsoni*), прометихта (*Promethichthys prometheus*), ставриды (*Trachurus picturatus aleevi*), гиперглифа (*Hyperoglyphe antarctica*) и шедофа (*Schedophilus vellaini*).

Этим видам уделялось основное внимание при поисковых и научно-исследовательских работах, поскольку на многих банках и поднятиях Западно-Индийского хребта были обнаружены промысловые скопления красноглазки, рубинки, берикса-альфонсина, масляной рыбы, атлантического большеголова, эпигонусов и других рыб первой группы, а с 1980 г. начато освоение их запасов крупнотоннажными судами-траулерами бывшего СССР [15, 3, 4]. За период с 1980 по 1997 г. суммарный вылов на поднятиях Западно-Индийского хребта флотом СССР и Украины (с 1992 г.) составил 31 тыс. т с доминированием в уловах берикса, красноглазки и масляной рыбы [11]. Позднее к глубоководному промыслу на поднятиях хребта приступили рыбаки других стран. В 1999-2001 гг. общий вылов берикса был на уровне 1,7-1,9 тыс. т, хоплостета – в пределах 1,3 тыс. т [32].

В дальнейшем при возобновлении глубоководного промысла на поднятиях Западно-Индийского хребта ресурсы массовых рыб нужно учитывать в первую очередь.

Вместе с тем при организации проведения промысла на указанном хребте следует обратить внимание на рыб, обычных в уловах, но не столь многочисленных, как представители первой группы. К таким рыбам можно отнести 57 видов из 31 семейства (табл. 1). Среди них, по нашему мнению, немало потенциально промысловых видов, перспективных в рыбохозяйственном отношении (табл. 2). Они, как правило, не образуют плотных скоплений, хотя в отдельных случаях их уловы достаточно велики, различаются по своему систематическому положению, размерам, вертикальному распределению и величине уловов, которые в отдельных случаях, как например у колючего солнечника (*Neocyttus rhomboidalis*), тунцов и макрелешку могут достигать значительных величин. В данном случае, при определении перспектив промысла на рассматриваемом хребте надо исхо-

**Таблица 2. Потенциально промысловые рыбы Западно-Индийского хребта**

Вид	Глубина лова, м	Длина, см		Масса, г		Примечание
		min-max	средняя	min-max	средняя	
Морской лещ <i>Brama brama</i>	750	24-62	41,3	250-3260	1710	
Сериола <i>Seriola lalandi</i>	100-200	101-122	110,5	7050-7450	7150	данные А. Н. Рытова [26]
Обыкновенная мора <i>Mora moro</i>	700-1100	27-70	48,5	180-2110	1145	данные А. С. Пиотровского [21]
Атлантическая макрелешка <i>Scomberesox saurus</i>	эпипелагиаль	24-41	31,7	37-172	104,5	
Ромбовидный солнечник <i>Neocyttus romboidalis</i>	500-1700	13-69	19,5	36-1141	330	
Синеротый окунь <i>Helicolenus mouchezi</i>	220-400	14-46	26,0	80-1700	890	
Черный центролоф <i>Centrolophus niger</i>	700-720	64-70	67,0	2880-4000	3400	
Рувета <i>Ruvettus pretiosus</i>	600-900	97,0		14350		данные А. Н. Рытова [26]
Хвостатая рыба-сабля <i>Lepidotus caudatus</i>	80-800	16-161	98,5	560-3400	2370	
Длинноперый тунец <i>Thunnus alalunga</i>	100-115	75-145	89,0	9000-55000	17000	
Желтоперый тунец <i>Thunnus albacares</i>	0-110	45-165	99,5	8000-65000	15300	
Кубоглав <i>Cubiceps coeruleus</i>	250-900	18-27	22,5	102-227	164,5	
Электрона карлсберга <i>Electrona carlsbergi</i>	мезопелагиаль	1,5-8,8	5,6	0,1-9,5	6,0	данные Г.Н. Корниловой [10]
Темная электрона <i>Electrona subaspera</i>	мезопелагиаль	6,0-10,0	9,0	3,1-11,5	9,1	данные Г.Н. Корниловой [9]

дить не только из величины улова и частоты встречаемости, но также из пищевой ценности добываемых рыб и возможностей их промысла, кроме тралов, другими орудиями лова, в частности ярусами, ловушками и удами.

Что касается третьей группы рыб Западно-Индийского хребта, то она в рыбохозяйственном отношении интереса не представляет. К ней, по нашим данным, относится 145 видов из 67 семейств. В уловах рыбы этой группы встречались редко и, как правило, единичными экземплярами. Их скоплений за весь период исследований не отмечено ни на одном из поднятых хребта.

Проведенные исследования позволяют сделать некоторые обобщения и выводы:

1. Ихтиофауна Западно-Индийского подводного хребта более разнообразна по своему видовому составу, чем считалось ранее. Она включает 217 видов из 80 семейств. Основу ихтиофауны (более 40 %) составляют виды, относящиеся к 9-ти семействам: Mystophidae, Gempylidae, Melanostomiidae, Macrouridae, Epigonidae, Scombridae, Gonostomatidae, Sternopychidae и Centrolophidae.

2. Западно-Индийский подводный хребет по составу ихтиофауны сходен с материковым склоном Юго-Восточной Африки (коэффициент фаунистического сходства на уровне семейств 52,6 %, на уровне видов – 20,2 %), а также с расположенным в юго-западной части Индийского океана подводными хребтами: Мадагаскарским (коэффициенты сходства 56,0 % и 27,1 %) и Мозамбикским (коэффициенты сходства 41,6 % и 16,2 %).

3. Донные и придонные группировки рыб Западно-Индийского подводного хребта в вертикальном распределении относятся в основном к трем ихтиоценам: псевдонеритическому, талассобатиальному и батиальному, пелагическая группировка занимает толщу вод от эпидонии до батипелагической.

4. Ихтиофуна Западно-Индийского подводного хребта в рыбохозяйственном отношении представляет интерес для рыбаков Украины, хотя существовавший до настоящего времени и ныне существующий промысел базируется только на 15 массовых видах: бериксах, красноглазке, рубинке, луннике, атлантическом большеголове, ставриде, эпигонусах, полиприоне, прометихте гипероглифе и шедофе.

5. При определении дальнейших перспектив рыбохозяйственного освоения ресурсов Западно-Индийского подводного хребта состав промысловой ихтиофауны следует расширить за счет группы сравнительно немногочисленных, но обычных в уловах рыб, представленных несколькими десятками видов, из которых 14 относятся к потенциально-промышленным и должны облавливаться в первую очередь с использованием различных орудий лова.

Следует обратить внимание, что запасы рыб баночного комплекса весьма уязвимы, поэтому облов промысловых и потенциально промысловых видов Западно-Индийского подводного хребта необходимо вести на рациональной основе, обязательно учитывать особенности их биологии и воспроизводства с целью сохранения запасов и стабильности промысла на длительный период.

В сборе материала, определении и уточнении видовой принадлежности различных рыб этого района, помимо авторов настоящей работы, принимали участие Б. С. Аверин, А. М. Вертунов, Л. Г. Манило, В. В. Парамонов, А. С. Пиотровский, В. Г. Прутко, В. М. Разумовский, Е. А. Рощин, А. А. Извелая, Ю. Н. Щербачев, Ю. А. Шпаковский и другие, за что выражаем им признательность.

### ***Литература***

1. Алексеенко В. Р., Иванин Н. А., Манило Л. Г., Рошин Е. А. О размножении рубинки *Plagiogeneion rubiginosus* (Hutton, 1876) (Emmelichthyidae; Perciformes), с поднятий Западно-Индийского подводного хребта // Сб. науч. трудов ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 109-114.
2. Андрияшев А. П. О некоторых вопросах вертикальной зональности морской донной фауны // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. – М., 1979. – С. 117-138.
3. Будниченко В. А., Губанов Е. П., Демидов В. Ф., Иванин Н. А., Романов А. В., Романов Е. В., Пинчуков М. А., Пиотровский А. С., Прутько В. Г. Результаты изучения ЮГНИРО сырьевых ресурсов в Индийском и Южной океанах // Тр. ЮГНИРО. – Т. 43. – Керчь: ЮГНИРО, 1997. – С. 28-47.
4. Будниченко В. А., Иванин Н. А., Корзун Ю. В. Промысловые ресурсы открытых вод Индийского океана и индоокеанского сектора Антарктики // Рыбное хозяйство Украины. – 2002. – № 3-4. – С. 4-8.
5. Иванин Н. А. Предварительные данные исследований сырьевых ресурсов низкотелого берикса – *Beryx splendens* Lowe на банках Западно-Индийского хребта // Биология, сырьевые ресурсы и перспективы промысла новых объектов – рыб и беспозвоночных. – М.: ВНИРО, 1983. – С. 100-104.
6. Иванин Н. А. Распределение и некоторые черты биологии низкотелого берикса *Beryx splendens* (Berycidae), обитающего на поднятиях открытой части Индийского океана // Сб. науч. трудов ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 60-70.
7. Иванин Н. А. Бериксы и пилобрюхи // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 264-268.
8. Канаев В. Ф. Рельеф дна Индийского океана. – М.: Наука, 1979. – 265 с.
9. Корнилова Г. Н. Светящиеся анchoусы // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 247-251.
10. Корнилова Г. Н., Прутько В. Г. К оценке ресурсов мелких рыб мезопелагиали западной части Индийского океана // Биология, сырьевые ресурсы и перспективы промысла новых объектов – рыб и беспозвоночных. – М.: ВНИРО, 1983. – С. 23-32.
11. Кухарев Н. Н., Пиотровский А. С., Тимохин И. Г., Иванин Н. А. История и современное состояние глубоководного промысла в Индийском океане // Труды ЮГНИРО. – Т. 44. – Керчь: ЮГНИРО, 1998. – С. 148-159.
12. Манило Л. Г. Некоторые вопросы систематики, распространения и биологии эпигонусов (Apogonidae, Perciformes) поднятий умеренной зоны Индийского океана // Сб. науч. трудов: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана . – М.: ВНИРО, 1986. – С. 21-45.
13. Манило Л. Г., Пиотровский А. С. Эпигонусы // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 276-278.
14. Мельников Ю. С. Солнечники // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 268-273.

15. **Мельников Ю. С., Иванин Н. А., Пиотровский А. С.** Современное состояние ресурсов рыб на поднятиях Западно-Индийского хребта // Труды ЮГНИРО. – Т. 41. – Керчь: ЮГНИРО, 1993. – С. 105-108.
16. **Мельников Ю. С., Пиотровский А. С.** Структура ихтиоценов поднятий дна нотальной зоны Индийского океана // Тез. докладов II Всесоюзного совещания океанологов. – Вып. 6: Биология океана. – Севастополь, 1982. – С. 50-51.
17. **Мельников Ю. С., Пиотровский А. С., Тимохин И. Г.** Результаты исследований рыб батиали Индийского океана // Тезисы докладов: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. – Мурманск, 1981. – С. 24-26.
18. **Парин Н. В.** Биотопические группировки океанических рыб (состав, распространение, перспективы промысла) // Тезисы докладов: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. – Мурманск, 1981. – С. 140-142.
19. **Парин Н. В.** Предварительный обзор ихтиофауны подводных хребтов Наска и Сала-и-Гомес (юго-восточная часть Тихого океана). Рыбы подводных гор // Труды института океанологии АН СССР, 1990. – Т. 125. – С. 6-36.
20. **Парин Н. В., Головань Г. А.** Пелагические глубоководные рыбы семейств, характерных для открытого океана, над материковым склоном Западной Африки // Труды института океанологии АН СССР, 1976. – Т. 104. – С. 250-276.
21. **Пиотровский А. С., Корнилова Г. Н., Кухарев Н. Н.** Масляные рыбы // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 334-336.
22. **Разумовская Т. М.** Некоторые биологические особенности ставриды (*Trachurus picturatus aleevi*) Западно-Индийского хребта // Биология, сырьевые ресурсы и перспективы промысла новых объектов – рыб и беспозвоночных. – М.: ВНИРО, 1983. – С. 126-130.
23. **Разумовская Т. М., Рытов А. Н.** О ресурсах ставриды *Trachurus picturatus aleevi* в юго-западной части Индийского океана // Сб. науч. тр. ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 53-60.
24. **Рожков Е. Г., Вертунов А. М.** Рыбы удебного лова поднятий дна Индийского океана (распределение, некоторые черты биологии и промысла) // Сб. науч. трудов ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 45-53.
25. **Рощин Е. А.** Материалы по биологии рубинки *Plagiogeneion rubiginosus* (Hutton, 1876) (Emmelichthyidae; Perciformes), обитающей на изолированных поднятиях Западно-Индийского хребта // Сб. науч. трудов ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 71-83.
26. **Рытов А. Н.** Состав и структура ихтиофауны Западно-Индийского подводного хребта // Сб. науч. трудов ВНИРО: Сырьевые ресурсы поднятий открытой части Индийского океана. – М.: ВНИРО, 1986. – С. 92-109.

27. **Рытов А. Н., Разумовская Т. М.** Новый подвид океанической ставриды *Trachurus picturatus aleevi* Rytov et Razumovskaja subsp. N. (Carangidae) из юго-западной части Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Т. 24. – № 2. – С. 179-184.
28. **Трофимов М. Н., Помазанова Н. П., Тюлева Л. С., Рожков Е. Г.** Юго-западная часть Индийского океана // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 385-415.
29. **Щербачев Ю. Н.** Предварительный список талассобатиальных рыб тропических и субтропических вод Индийского океана // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27. – Вып. 1. – С. 3-11.
30. **Щербачев Ю. Н., Котляр А. Н., Абрамов А. А.** Ихтиофауна и рыбные ресурсы подводных поднятий Индийского океана // Биологические ресурсы Индийского океана. – М.: Наука, 1989. – С. 159-185.
31. **Щербачев Ю. Н., Сazonov Ю. И.** Батиальная и талассобатиальная ихтиофауна Индийского океана // Тезисы докладов: Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. – Мурманск, 1981. – С. 137-139.
31. Fishery statistics. Captures production 2004. – FAO Yearbook, 2006. – Vol. 98/1. – Rome/FAO. – 560 p.
32. **Smith J. L. B.** The sea fishes of Southern Africa. – South Africa, 1965. – 580 p.

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТИХООКЕАНСКОЙ САЙРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

А. В. Старцев<sup>1</sup>, В. Н. Филатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный научный центр РАН, <sup>2</sup>Тихоокеанский научно-исследовательский  
рыбозаводственный центр

Тихоокеанская сайра – стайная, короткоцикловая, эпипелагическая рыба – планктофаг, входящая в ихтиоцены северных широт, включая Японское, Охотское и Берингово моря. В летне-осенний и ранний зимний период часть популяции, родившаяся в водах субтропического происхождения зоны течения Куросио, в возрасте 0+ и 1+ ведет нагул в субарктических водах течения Ойасио и Камчатско-Курильского течения, где становится объектом промысла.

Промысел сайры российским флотом ведется с августа по декабрь в районе Южных Курильских островов с удалением до 300 миль в океан. Скопления промыслового характера, облавливаемые отечественным флотом, расположены преимущественно в зоне ветвей Ойасио. При этом основной лов в первую половину путины (август-сентябрь) ведется в зоне Первой (прибрежной) ветви Ойасио, а во вторую половину (октябрь-декабрь) в удаленных от берега Второй и Третьей ветвях Ойасио (рисунок). Одновременно с российскими судами лов сайры в во-

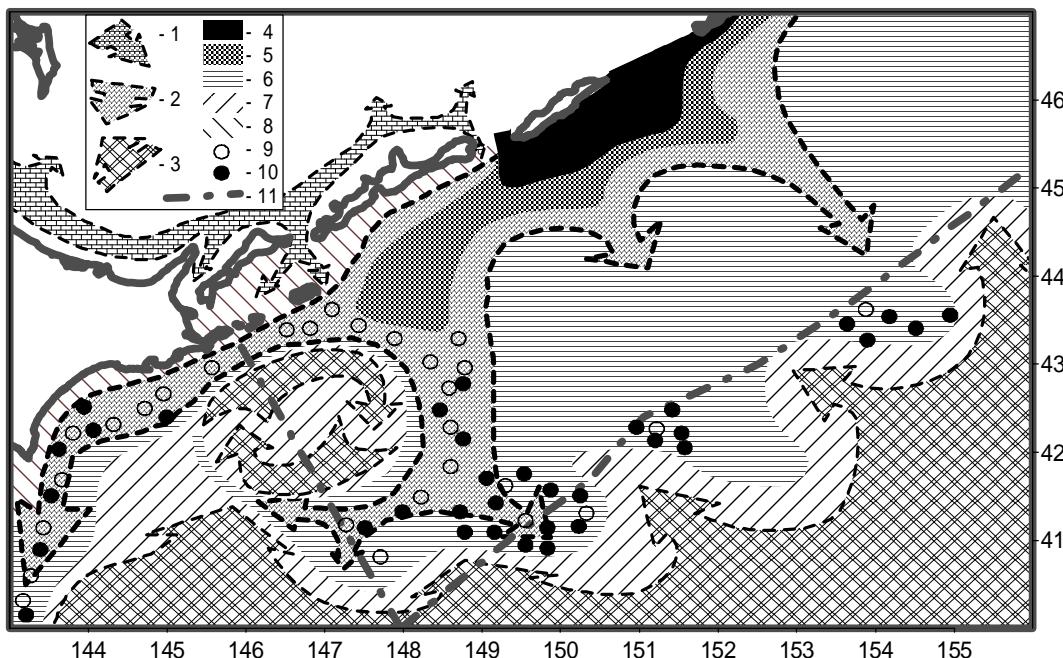


Схема адвективных потоков тепла и холода в районе Южных Курильских островов в октябре 2005 г.: 1 – воды течения Соя, 2 – воды ветвей Ойасио и Камчатско-Курильского течения, 3 – субтропические воды, 4 – воды, сформированные в проливах, 5 – воды стрежня Ойасио, 6 – субарктические воды, 7 – трансформированные субтропические воды, 8 – воды прибрежной структуры и взаимодействия Соя-Ойасио, 9 – центры промысловых участков в октябре, 10 – центры промысловых участков в ноябре, 11 – граница экономической зоны России

дах Первой ветви Ойасио в августе-сентябре ведут японские суда. В дальнейшем (октябрь-декабрь), после смещения преобладающего количества косяков в воды Японии, эта часть популяции облавливается преимущественно японским флотом. Остальная часть вместе с косяками, нагуливавшимися в районе центральных и северных Курильских островов, смещается с водами в южном направлении в нейтральные воды, где облавливается флотом России, судами Республики Китай (Тайвань) и Республики Корея. Сайра, продолжающая нагул в зоне Японии, дает основное пополнение той части популяции тихоокеанской сайры, которая будет вести нагул и формировать промысловые скопления в водах России и Японии на следующий год. Сайра, нагуливавшаяся в водах России, а затем в нейтральных водах, в дальнейшем оказывается в зоне Субарктического фронта, воды которого смещаются в восточном направлении. В итоге эта часть популяции выселяется в центральные области Тихого океана и воздействию широкомасштабного промысла больше не подвергается. Формирование скоплений сайры промыслового характера на юго-восточной границе российских вод Южно-Курильского промыслового района происходит в октябре, а во второй половине ноября преобладающая часть косяков сайры оказывается за пределами исключительной экономической зоны (ИЭЗ) России. Этот период (октябрь-ноябрь) в последние годы является самым результативным для российского флота.

Таким образом, в СЗТО промыслом охватывается незначительная часть популяции тихоокеанской сайры в период ее нагула на ограниченной акватории западной и юго-западной периферии огромного ареала этого вида.

Общий промысловый запас тихоокеанской сайры в Южно-Курильском промысловом районе составляет не менее 2 млн. т, что позволяет изымать 1,2 млн. т сайры и более без ущерба для популяции. Тем не менее, рост численности отечественного флота и квотируемые объемы вылова сайры, начиная с 2002 г. по разным причинам, искусственно и необоснованно сдерживаются малыми объемами.

С 2001 по 2005 г. российскими рыбаками было добыто, соответственно от 35,4 до 87,8 тыс. т сайры, ежегодно увеличивая вылов. Во многом этому способствовало применение более современных поисковых методов и освоение новых промысловых районов, в т. ч. за пределами экономической зоны России, но не за счет увеличения квоты и числа промысловых судов. Учитывая, что объем изъятия в большей мере определяется экономическими и техническими причинами, составляя незначительную часть запасов сайры, лов тихоокеанской сайры российским флотом мог бы вестись без жестких ограничений для каждой компании и судна, но с соблюдением принципа экономической целесообразности.

В случае выделения достаточного количества квот, либо отмены ограничений на добычу сайры численность отечественного добывающего флота на сайровом промысле в ближайшие год-два может возрасти в 2-3 раза и составить 70-120 единиц. При этом объем добычи сайры российскими предприятиями за период путины с 1 августа по 15 декабря может составить 120-240 тыс. т.

**СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПЕРУАНСКОЙ СТАВРИДЫ  
*TRACHURUS MURPHYI* В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ  
 ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА (РАЙОНЫ ФАО 81, 87) И ПЕРСПЕКТИВЫ  
 ВОЗОБНОВЛЕНИЯ УКРАИНСКОГО ПРОМЫСЛА**

**И. Г. Тимохин, Н. Н. Кухарев  
 ЮгНИРО**



**История развития промысла**

Первое в истории промысловое освоение ресурсов перуанской ставриды в открытых водах южной части Тихого океана было начато флотом Минрыбхоза СССР в 1978 г. после обнаружения экспедицией АтлантНИРО скоплений крупной ставриды в эпипелагиали за пределами экономзон Перу и Чили. Пелагический траловый промысел начался в районе юго-восточной части Тихого океана (ЮВТО) и в конце 1980-х годов распространился на открытые воды юго-западной части Тихого океана (ЮЗТО). На начальном этапе промысел базировался на группировках ставриды, периодически выходящих из экономзон Чили и Перу, в последующем были освоены самостоятельные группировки ставриды в западной части ЮВТО и в ЮЗТО [1, 2, 3, 10].

К началу 1990-х годов советские промысловые суда работали уже по всей акватории от 5 до 55° ю. ш. и от экономзоны Чили и Перу до 130° з. д., вплоть до экономзон Новой Зеландии и Австралии. Ежегодный вылов СССР в открытых водах ЮВТО и ЮЗТО в 1980-1991 гг. составлял от 595 до 1165 тыс. т. За 13 лет (1979-1991 гг.) в южной части Тихого океана флот СССР выловил более 13 млн. т рыбы, в том числе 10,8 млн. т перуанской ставриды или 78,6 % мирового улова ставрид. Промысел в ЮВТО-ЮЗТО обеспечивали поисковые экспедиции бассейновых промыслово-разведывательных организаций Минрыбхоза СССР. В 80-90-е годы прошлого столетия успешно работали промысловые экспедиции более 15 стран, в том числе СССР, Кубы, Болгарии, Эквадора, Польши и других стран, общей численностью до 150 крупнотоннажных судов.

Рыболовные компании рыбопромышленного объединения «Югрыба», которые в то время базировались на территории Украины, ежегодно вылавливали

58-125 тыс. т. Общий годовой вылов перуанской ставриды в ЮВТО, в т. ч. в экономзонах Чили, Перу и открытых водах, в конце 1980-х гг. достигал 2-4 млн. т (рис. 1), но около 70 % ее вылова приходилось на экономзону Чили. К началу 1990-х годов, после прекращения промысла ставриды в открытых водах, чилийский вылов этого объекта возрос почти до 5 млн. т (рис. 1).

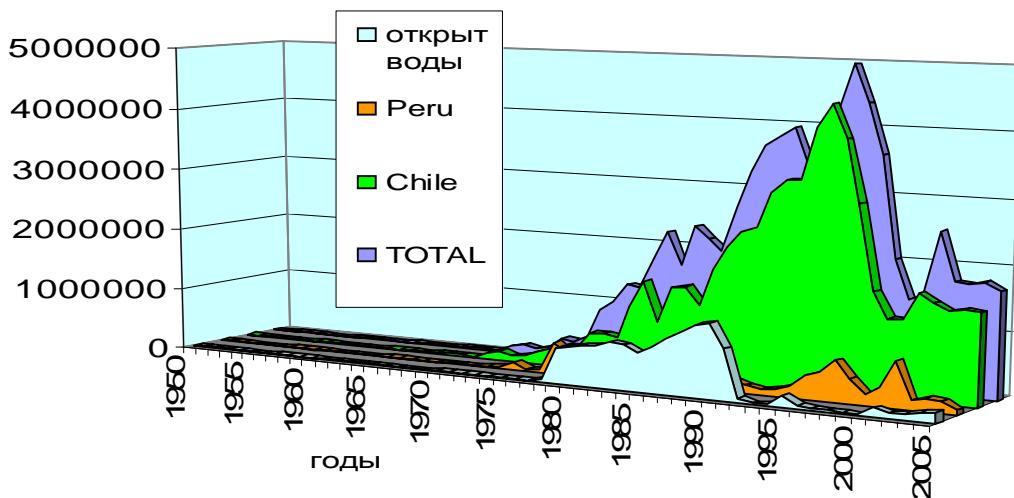


Рисунок 1. Вылов (т) перуанской ставриды в экономзонах Чили, Перу и открытых водах ЮВТО, 1965-2005 гг. [12]

В течение 1979-1991 гг. научно-исследовательские и поисковые организации Минрыбхоза СССР осуществляли активную разведку биоресурсов региона, их изучение и освоение. За этот период было проведено более 200 научных экспедиций, в том числе 40 экспедиций выполнено на судах ППП «Югрыбпоиск» (г. Керчь). Таким образом, в 1980-е годы XX века Россия и Украина внесли наибольший вклад в изучение вопросов промысловой продуктивности открытых вод ЮВТО-ЮЗТО, биологии и распределения перуанской ставриды, освоения ее запасов.

### Состояние исследований

Результаты научно-поисковых и оперативно-поисковых экспедиций Югрыбпромразведки, Запрыбпромразведки, экспедиций Атлантического и ВНИРО, итоги промысла 1980-х годов показали, что основным районом промысла в регионе является район ЮВТО. В соответствии с особенностями гидрологических условий, которые значительно различаются в направлении север-юг, в ходе исследований он был условно разделен на северный, центральный и южный подрайоны. Северный подрайон простирается от 5 до 20° ю. ш., центральный и южный подрайоны расположены между 25 и 50° ю. ш.

По результатам 40 экспедиций Югрыбпромразведки (ППП «Югрыбпоиск») представлено распределение уловов ставриды в ЮВТО и ЮЗТО. На основе анализа данных экспедиций выявлено, что наибольшая плотность скоплений наблюдалась в восточной части региона (рис. 2).

Полученные результаты исследований послужили обоснованием для расширения географии советского промысла в регионе. Исходя из исследований биологии и распределения ставриды и других промысловых объектов был сде-

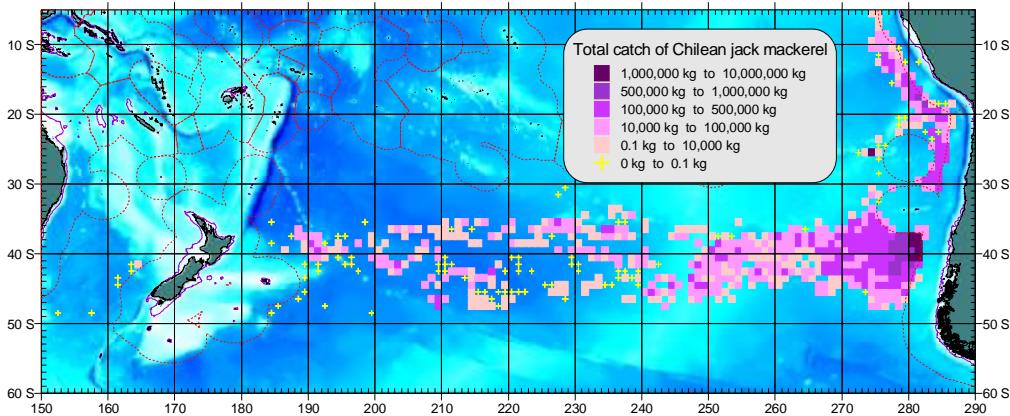


Рисунок 2. Распределение уловов перуанской ставриды в ЮВТО-ЮЗТО по данным ЮГНИРО, 1978-1992 гг. [17]

лан вывод о том, что ихтиофауна пелагиали открытых вод южной части Тихого океана является элементом единой экосистемы, формируемой Южно-Тихоокеанским и Перуанским океаническими течениями, а ее важнейшим компонентом высокого уровня является перуанская ставрида. Выявлено, что наблюдавшийся в открытых водах нерест ставриды результативен, так как в уловах обнаружены ювенальные особи, мальки и неполовозрелые особи ставриды, часть которых возвращается в экономзону Чили. Таким образом, выселяясь из прибрежной зоны Чили, перуанская ставрида образует в эпипелагиали открытых вод самовоспроизводящуюся группировку, что позволило ей расселяться в западном направлении, осваивая кормовую базу открытых вод [2].

Важными участниками экосистемы эпипелагиали этого региона являются восточная скумбрия (*Scomber japonicus*) и сардинопс (*Sardinops sagax*), которые составляют основную часть прилова при промысле перуанской ставриды.

Следует отметить, что рыбные запасы в открытых водах ЮВТО-ЮЗТО эксплуатировались в 1980-е годы флотом Минрыбхоза СССР не бесконтрольно, а в рамках ОДУ, который регулярно определялся советскими научно-исследовательскими организациями в соответствии с требованиями Конвенции ООН по морскому праву. Было доказано отсутствие значимой обратной связи выселившейся ставриды и того ее запаса, который оставался в прибрежных водах Чили и Перу.

После 1992 г. Россия, Украина и страны Восточной Европы прекратили промысел и исследования в открытых водах ЮВТО-ЮЗТО по экономическим причинам.

### **Краткая биологическая характеристика перуанской ставриды**

В 2002-2003 гг. ЮГНИРО по материалам первичных ретроспективных данных 40 научно-исследовательских, поисковых и оперативно-поисковых экспедиций создал базу промыслово-биологических данных, характеризующих результат советского промысла в регионе. В уловах отмечено 294 вида рыб и беспозвоночных. Более 83 % уловов составляла перуанская ставрида. Как показывают предварительные результаты анализа имеющейся информации, появилась возможность получения прогностических связей численности поколений ставриды с океанографическими условиями региона и прогнозирования высокоурожай-

ных поколений ставриды и ее распределения в зависимости от условий окружающей среды.

### Главные биологические параметры перуанской ставриды

Длина (по Смитту) ставриды в уловах за период 1978-1992 гг. колебалась в пределах от 14,5 до 64,5 см, масса от 29 до 2870 г, средняя длина 34,7 см, средняя масса 501,1 г (рис. 3, 4).

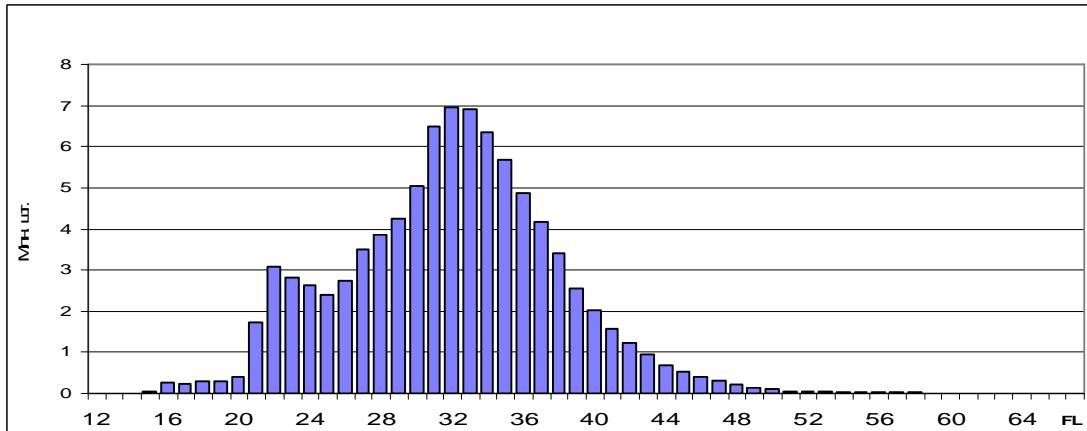


Рисунок 3. Размерный состав перуанской ставриды в уловах в ЮВТО-ЮЗТО по данным ЮГНИРО, 1978-1992 гг.

Соотношение полов в уловах в целом составляет 1,01:1,0, однако оно значительно различается в разных размерных группах. Среди рыб длиной 15-19 см доминируют самцы. Преобладание самцов в этой группе, возможно, отражает тот факт, что различить пол у неполовозрелых особей ставриды в полевых условиях весьма сложно и такие гонады обычно записываются как гонады самцов. У

рыб длиной 21-37 см соотношение полов близко 1:1, в то время как в классовом промежутке 38-50 см соотношение полов 4,88:1. Отмечено некоторое увеличение числа самок среди рыб длиной 51-56 см, но уже в следующих размерных классах резко возрастает число самцов. Среди рыб длиной более 63 см самок не обнаружено. Все рыбы длиной менее 15 см –

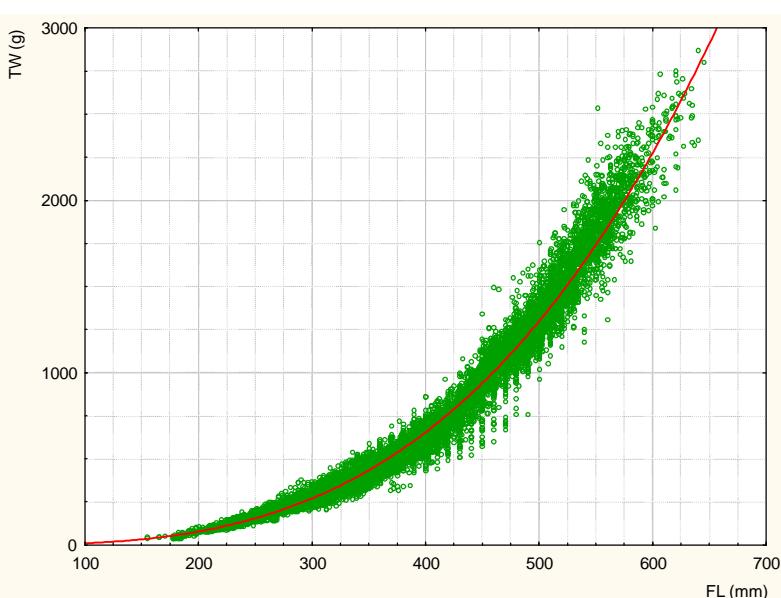


Рисунок 4. Соотношение длина-масса перуанской ставриды в ЮВТО по данным ЮГНИРО, 1978-1992 гг.

ювенальные особи, в размерной группе 21 см их численность снижается, и среди рыб длиннее 26 см ювенальных особей не обнаружено (рис. 5).

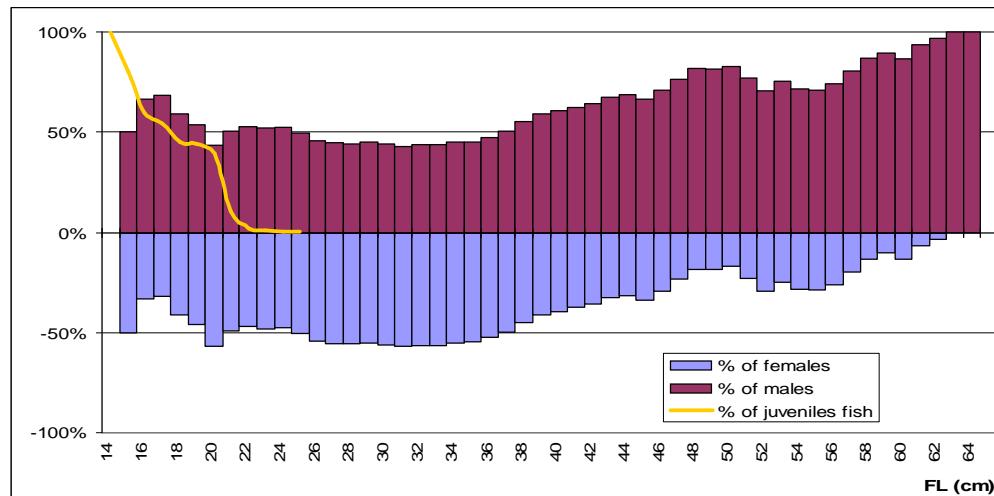


Рисунок 5. Соотношение полов перуанской ставриды в уловах в ЮВТО по данным ЮГНИРО, 1978-1992 гг.

### Обзор промысла в открытых водах ЮВТО в 2001-2007 годах

В 2001 г. к промыслу в открытых водах ЮВТО приступили 10-12 крупнотоннажных промысловых судов под флагом КНР с суточной заморозкой до 30-40 т, большинство которых представляло собой старые суда советского рыболовного флота. В 2005 г., в соответствии со статистикой ФАО, флот КНР выловил в районе ЮВТО 143 тыс. т ставриды [13].

В связи с ростом мирового спроса на рыбопродукцию в 2002 г., по неофициальным данным, в районе ЮВТО приступили к промыслу российские, польские, греческие, шотландские и исландские крупнотоннажные супертраулеры с суточной производительностью 200 т мороженой продукции и более. В 2003 г. в этом районе уже работали траулеры Испании и Норвегии, в 2004 г. здесь появились и супертраулеры из США. Вполне возможно, что эти суда работали под «удобными» флагами, так как в ФАО не поступили сведения о результатах их промысла.

В 2005-2006 гг., по неопубликованным данным, на промысле в ЮВТО работали супертраулеры, переброшенные из вод Мавритании, Берингова, Баренцева и Норвежского морей. Их длина 120-140 м, суточная морозка до 200-350 т, муко-мольные установки мощностью до 300 т сырья в сутки, емкостью трюмов 4-7 тыс. т. На этих судах улов откачивается из увеличенного кутка траула, подтянутого к корме. Экипаж обычно сокращен до 20 человек. Уловы иногда достигают 700 т за 3-5-часовое траление. В уловах крупная перуанская ставрида с приловом восточной скумбрии. Всего в этот период здесь на постоянной основе работало примерно от 35 до 50 судов. По нашей оценке, в 2005 и 2006 гг. в открытых водах ЮВТО вылов перуанской ставриды с приловом восточной скумбрии всеми странами составил от 500 до 700 тыс. т в год. Рыболовные суда под флагом Украины в указанный период промысел в этом районе не вели.

С 1992 по 2005 г. запас перуанской ставриды в открытых водах ЮВТО и ЮЗТО экспедиционным путем практически не изучался. В этот период было опубликовано две китайских работы, посвященные влиянию океанографических факторов на распределение перуанской ставриды, и несколько российских и японских теоретических работ, посвященных продуктивности региона, нересту ставриды и влиянию на ее распределение долгопериодных изменений климата [13-18].

По официальной информации АтлантНИРО, в 2001 г. по постановлению Коллегии Госкомрыболовства России (протокол № 3 от 25.09.2001 г.) было принято решение о возобновлении экспедиционных работ в южной части Тихого океана. В период с августа 2002 по февраль 2003 г. состоялась комплексная научно-исследовательская экспедиция в юго-восточную часть Тихого океана на НИС «Атлантида», принадлежащем ФГУП «АтлантНИРО» [11].

Исследования выполнялись в 2-х подрайонах за пределами экономических зон Перу и Чили, в которых осуществлялся активный отечественный промысел в 1979-1991 гг.:

- в сентябре 2002-январе 2003 гг. – в северном подрайоне, от 5 до 32° ю. ш., включая область между экономическими зонами континента и островов;
- в октябре 2002-январе 2003 гг. – в южном подрайоне, между 32-41° ю. ш., от экономической зоны Чили до 105° з. д.

Всего в экспедиции было обследовано 5 полигонов, для каждого из которых собраны данные, характеризующие особенности распределения скоплений ставриды и скумбрии в связи со структурой и динамикой вод, размерно-возрастной состав уловов и биологическое состояние рыб.

По результатам российской экспедиции основным районом скоплений ставриды, сардины и скумбрии в ближайшие годы будет южный подрайон. В южном подрайоне в 2004 г. запас ставриды оценивался на уровне 6,79 млн. т, а величина общего допустимого улова (ОДУ) около 1,58 млн. т. Возможный вылов скумбрии оценивался на уровне 80 тыс. т. Основу запаса составит ставрида длиной 28-29 см в возрасте 3-4-х лет. В восточной части подрайона возможно присутствие более мелкой рыбы длиной 24-26 см.

Учитывая количественные и качественные характеристики сырьевой базы ЮВТО, сделан вывод о том, что на акватории южного подрайона возможно возобновление круглогодичного промысла в масштабах и с производительностью, не меньшей, чем в 1980-е годы прошлого столетия [11].

Украина, обладающая большим опытом по ведению промысловых работ в ЮВТО-ЮЗТО, располагающая научной информацией о состоянии, распределении, межгодовой изменчивости ресурсов региона, несомненно, могла бы также участвовать в организации экспедиций и возобновлении масштабного промысла в этих районах самостоятельно либо на паритетных началах с Россией. Безусловно, в современных условиях это требует целенаправленной государственной политики в финансировании путем предоставления кредитов заинтересованных рыбодобывающих компаний Украины в освоении рыбных и нерыбных (кальмары) ресурсов этого весьма перспективного региона.

В целом следует признать, что Украина, приложившая усилия к исследованию и промысловому освоению региона, может утратить позиции в океаничес-

ком рыболовстве в южной части Тихого океана, если не возобновит в ближайшие годы промысел в этом регионе.

### **Состояние запасов и возможный вылов в открытых водах ЮВТО**

Значительные сырьевые ресурсы региона ЮВТО-ЮЗТО недоиспользуются, лишь в последние годы здесь возобновляется масштабный экспедиционный промысел. Российская экспедиция на НИС «Атлантида» (2002-2003 гг.) оценила запас ставриды, сардины и скумбрии в южном подрайоне ЮВТО на уровне 6,8 млн. т, а величину общего допустимого улова – около 1,6 млн. т.

В экспедиции АтлантНИРО на СТМ «Атлантида» установлено, что на всей исследуемой акватории ЮВТО механизм формирования промысловой продуктивности по сравнению с периодом активного советского промысла (1979-1991 гг.) фактически не изменился. Подтверждено наличие массовых скоплений ставриды в южном подрайоне ЮВТО, которые известны там с 1979 г. Это дает основание полагать, что запас ставриды, скумбрии и прочих рыб в Южной Пацифике, от Южной Америки до Новой Зеландии, является стабильным и представляет собой сырьевую основу для возобновления и развития широкомасштабного, в том числе и украинского экспедиционного промысла.

ЮГНИРО на акватории ЮВТО ориентировочно оценил запас перуанской ставриды на основе удельной плотности ее скоплений и площади скоплений, рассчитанной по материалам Запрыбпромразведки за 1983-1988 годы [4-9] и данным ППП «Югрыбпоиск», обработанным ЮГНИРО [12]. Площадь скоплений перуанской ставриды между 36 и 45° ю. ш. и между 80 и 110° з. д. составила 486 тыс. кв. миль, запас на этой площади составил 10-11 млн. т, что довольно близко к оценкам прошлых лет (таблица).

### **Оценка состояния запасов перуанской ставриды в открытых водах ЮВТО в разные годы**

Кто оценивал, годы оценки	Запас, млн. т
АтлантНИРО, 1982-1985*	9,8-11,7
Дехник Т. В., Назарова М. В., 1983-1984*	10-13
Некрасов В. В., ВНИРО, 1992*	13-15
Елизаров А. А., Гречина А. С. и др., 1992*	17-22
АтлантНИРО, 2004**	6,8***
ЮГНИРО, 2007***	10-11

\* В. В. Некрасов [2];  
\*\* отчет экспедиции АтлантНИРО на НИС «Атлантида» (2002-2003 гг.);  
\*\*\* только Южный регион.

Возможный улов (ВУ) оценивается величиной 1 млн. т, в т. ч. ставриды – 920 тыс. т, скумбрии – 65, сардинопса – 5 и прочих рыб – 10 тыс. т.

Этот вылов может быть получен при условии реализации первого этапа строительства промысловых судов в соответствии с законом Украины от 2002 г. «О Национальной программе развития промыслового судостроения» (2002 г.), который предусматривает строительство 35 траулеров с выловом до 200 т рыбы в сутки.

Значительный практический интерес представляют скопления кальмаров за пределами исключительной экономической зоны Перу. Но для того, чтобы определить производительность и сезонность промысла кальмаров, необходимо провести в этом районе исследования в течение года.

Опыт иностранного промысла в ЮВТО в начале 2000-х годов показал, что в условиях сверхвысоких цен на дизтопливо для работы в данном районе следует использовать супертраулеры длиной до 150 м, автономностью 60-70 суток, суточным выловом 300-700 т, суточной морозкой 200-300 т, оборудованные рыбомучной установкой мощностью до 300 т по сырью, с вместимостью трюмов – 7-8 тыс. т мороженой рыбы. Оптимальной формой организации промысла представляется долгосрочная, постоянно действующая промысловая экспедиция, в состав которой входят 10-20 крупнотоннажных супертраулеров с повышенным суточным выловом, транспортные суда при надлежащем научно-поисковом обеспечении (не менее 2-х оперативно-поисковых судов).

Для возобновления украинского промысла в открытых водах ЮВТО-ЮЗТО требуется государственная поддержка. Она может быть реализована в виде Государственной программы протекционистских мер для развития океанического рыболовства, предусматривающей различные льготы, субсидии и т. п.

По решению новой организации по регулированию рыболовства в южной части Тихого океана (SFRMO), принятому в 2006 г., Украина и Россия, как государства, имеющие наибольший исторический опыт промысла в водах ЮТО, еще в течение двух лет могут вести промысел в водах ЮВТО вне квот, на уровне своего вылова в 80-х годах XX столетия.

### **Создание международной организации по регулированию рыболовства в открытых водах южной части Тихого океана**

В настоящее время открытые воды ЮВТО-ЮЗТО за пределами экономических зон иностранных государств являются районом свободного рыболовства. Регулируется лишь промысел далеко мигрирующих рыб – тунцов и мечеобразных усилиями Рыболовной Конвенции западной и центральной части Тихого океана (WCPFC) и Межамериканской Тропической Конвенции по тунцу (IATTC). Эти конвенции охватывают часть региона ЮВТО-ЮЗТО, их полномочия касаются только далеко мигрирующих рыб.

Вместе с тем прибрежные государства региона – Чили, Перу, Эквадор, Колумбия, значительная часть рыболовства которых основана на прибрежном промысле мелких пелагических рыб, постоянно выражают озабоченность состоянием их запасов, которые распределяются как в экономзонах, так и в прилегающих открытых водах, то есть являются трансграничными рыбными запасами. Значительный по объему международный промысел перуанской ставриды в 1980-е годы в открытых водах ЮВТО у границы экономзон Перу и Чили, интерес, проявляемый в 1990-х годах Китаем и ведущими европейскими рыболовными государствами к ресурсам ставриды в открытых водах ЮВТО, вызвал ряд ответных действий указанных выше государств. С середины 1990-х гг. XX века прибрежные страны Южно-Тихоокеанского региона (инициаторы – Чили и Новая Зеландия), стремясь сохранить потенциальные запасы рыбного белка для своих будущих поколений, предпринимают попытки существенно ограничить, вплоть до полного запрета, рыболовство в открытых водах ЮТО. В августе 2000 г.

в г. Сантьяго министры иностранных дел государств-членов постоянной комиссии южной части Тихого океана (Колумбия, Эквадор, Перу и Чили) подписали так называемое «Галапагосское соглашение» о защите рыбных ресурсов 200-мильной эксклюзивной экономической зоны (ЭЭЗ) каждой из стран. В соответствии с соглашением стороны берут на себя право регулировать вопросы рыбной ловли также и за пределами ЭЭЗ в случае, если она наносит ущерб рыбным запасам в самой зоне. При этом предполагается устанавливать квоты на вылов определенных видов рыб, определять периоды лова, ограничивать технические средства лова и т. д. Кроме того, берут на себя право проводить инспекцию иностранных рыболовных судов при их заходе в национальные порты, а также запрещать им отгрузку в национальных портах в случае выявления нарушений, наносящих ущерб рыбным запасам в самой зоне. «Галапагосское соглашение», являясь односторонним актом, противоречащим «Соглашению о трансграничных рыбных запасах...» от 1995 г., фактически не могло быть реализовано.

Но с конца 1990-х годов в регионе начал быстро развиваться неконтролируемый и неподотчетный промысел глубоководных донных объектов на подводных горах открытых вод ЮТО. Этот факт, а также возобновление международного промысла перуанской ставриды в открытых водах ЮВТО вызвало озабоченность прибрежных стран региона, которые в начале нового века приступили к разработке новой рыбохозяйственной организации по регулированию рыболовства в ЮТО.

14-17 февраля 2006 г. в Веллингтоне (Новая Зеландия) состоялась первая международная встреча по созданию региональной рыбохозяйственной организации по регулированию рыболовства и сохранению ресурсов в ЮТО (RFMO). На встрече присутствовали 150 делегатов из 26 стран и 21 организации, в т. ч. и делегация Украины. В начале октября 2006 г. в Хобарте состоялась вторая международная встреча по созданию региональной рыбохозяйственной организации в ЮТО и выработке соответствующей Конвенции, в которой принял участие представитель Украины.

Возможные границы новой организации:

- южная граница: совпадает с северной границей Конвенции по сохранению антарктических живых ресурсов (АНТКОМ);
- западная граница: простирается до восточной границы Рыболовного Соглашения Южного Индийского океана;
- северная граница: простирается до южных границ исключительных экономических зон островных государств Тихого океана на север до  $1^{\circ}30'$  с. ш.;
- восточная граница: простирается до исключительных экономических зон государств Южной Америки.

Предполагается, что в сферу регулирования попадут рыбы и беспозвоночные, населяющие подводные горы открытых вод ЮТО, а также перуанская ставрида, восточная скумбрия и другие рыбы, населяющие эпипелагиаль открытых вод региона, за исключением далеко мигрирующих рыб. Принято, что меры по сохранению и управлению, установленные международными рыбохозяйственными организациями, не должны противоречить мерам других международных рыболовственных организаций, особенно тех, которые охватывают тот же или соседние регионы. Ожидается, что переговорный процесс по выработке Конвенции данной организации завершится не ранее 2008 г.

Украина, являясь активным участником создания международной рыбохозяйственной организации, тем самым обеспечивает своему рыболовному флоту доступ к огромным ресурсам ЮТО в рамках новой организации.

В 2007 г. было принято предложение Украины и России о возможности ведения промысла в течение последующих двух лет на том уровне, который был достигнут этими странами в 1980-е годы, после чего будут выработаны новые квоты. Использует ли Украина этот шанс – возродить промысел в ЮВТО?

### **Выводы**

1. Открытые воды юго-восточной части Тихого океана были исследованы и освоены в 1980-1991 гг., когда ежегодный вылов советского рыболовного флота варьировал от 595 до 1165 тыс. т. За 13 лет (1979-1991 гг.) вылов составил 13 млн. т рыбы, в т. ч. 10,8 млн. т перуанской ставриды, что равнялось 78,6 % мирового улова ставриды. Вылов судами, базировавшимися на Украине, колебался от 58 до 125 тыс. т.

В начале 1990-х годов прошлого столетия промысел судами России и Украины был прекращен, возобновился он в 2001 г. китайскими рыбаками.

2. На основе первичных ретроспективных данных 40 экспедиций в 2002-2003 гг. ЮГНИРО создал базу промыслово-биологических данных, характеризующих результаты советского промысла региона. В уловах отмечено 294 вида рыб и беспозвоночных. Более 83 % в уловах приходилось на перуанскую ставриду.

3. Перуанская ставрида в уловах была представлена рыбами длиной 14,5-64,5 см (средняя – 34,7 см) и массой 29-2870 г (средняя – 501,1 г). Соотношение полов в целом составляло 1:1, но в разных размерных группах оно значительно различалось.

Исходя из исследований биологии и распределения перуанской ставриды и других промысловых объектов был сделан вывод о том, что ихтиофауна пелагиали открытых вод ЮТО представляет собой элемент единой экосистемы, формируемой Южно-Тихоокеанским и Перуанским океаническими течениями, а ее важнейшим компонентом высокого уровня является перуанская ставрида.

В эпипелагиали открытых вод перуанская ставрида образует самовоспроизводящуюся группировку, что позволило ей расселиться в западном направлении, осваивая кормовую базу открытых вод.

4. По оценкам ЮГНИРО запас перуанской ставриды на площади 486 тыс. кв. миль ( $36-45^{\circ}$  ю. ш. и  $80-110^{\circ}$  з. д.) составил 11 млн. т, что довольно близко к оценкам прошлых лет. Возможный улов (ВУ) оценивается в 1 млн. т, в т. ч. ставриды – 920 тыс. т, скумбрии – 65, сардинопса и прочих рыб – 10 тыс. т. Вылов судами Украины возможен на уровне 120 тыс. т.

5. В настоящее время открытые воды ЮВТО-ЮЗТО за пределами экономических зон иностранных государств являются районом свободного рыболовства. По инициативе прибрежных государств региона – Чили, Перу, Эквадора, Колумбии, а также Новой Зеландии с 2006 г. создается международная организация по регулированию рыболовства и сохранению ресурсов в ЮТО (RFMO).

Украина в качестве активного участника создания международной рыбохозяйственной организации обеспечивает, тем самым, своему рыболовному флоту доступ к огромным ресурсам ЮВТО-ЮЗТО в рамках новой организации. По имеющейся договоренности с этой организацией Украина и Россия как государ-

ства, обладающие наибольшим историческим опытом промысла в водах ЮТО, еще в течение 2-х лет могут вести промысел в водах ЮВТО вне квот на уровне своего вылова в 80-х годах XX столетия.

### *Литература:*

1. Елизаров А. А., Гречина А. С., Котенев Б. Н., Кузнецов А. И. Перуанская ставрида (*Trachurus symmetricus murphyi*) в открытых водах южной части Тихого океана // Вопросы ихтиологии. – М.: Наука, 1992. – Т. 32. – Вып. 6. – С. 57-74.
2. Некрасов В. В. Ставрида Мирового океана. – М.: ВНИРО, 1994. – 227 с.
3. Несторов А. А., Солдат В. Т., Каширин К. В. О возможности оценки состояния запасов пелагических рыб в океанических подрайонах юго-восточной части Тихого океана // Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО, 2004. – С. 104-111.
4. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1983 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1984. – 48 с.
5. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1984 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1985. – 49 с.
6. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1985 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1986. – 49 с.
7. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1986 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1987. – 48 с.
8. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1987 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1988. – 49 с.
9. Промысловый атлас юго-восточной части Тихого океана за 1988 год. – Калининград: ВРПО «Запрыба», 1989. – 48 с.
10. Чухлебов Г. Е., Бендик А. Б. Южная часть Тихого океана // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана (по результатам исследований АтлантНИРО, Запрыбпромразведки). – Калининград: АтлантНИРО, 2002. – Т. 2. – С. 171-195.
11. Чухлебов Г. Е., Каширин К. В., Чернышков П. И. Научно-поисковая экспедиция НИС «Атлантида» в юго-восточной части Тихого океана // Рыбное хозяйство (Россия). – 2004. – № 2. – С. 18-21.
12. FAO Yearbook. Fishery statistics. Capture production 2005. – Vol. 100/1. – Rome. – 2007. – P. 539.
13. Huang Y., Huang S. Preliminary study on the trend of CPPS fishery management and its effects on the development of the Chilean jack mackerel fishery of China // Journal of Shanghai Fisheries University/Shanghai Shuichan Daxue Xuebao, 2004. – Vol. 13. – No. 2. – Pp. 134-139.
14. Klyashtorin L. B. Climate change and long-term fluctuations of commercial catches. The possibility of forecasting // FAO fisheries technical paper (FAO Fish. Tech. Pap.). – 2001. – No. 410. – 86 pp.
15. Klyashtorin L. B. Long-term climate change and main commercial fish production in the Atlantic and Pacific // Fisheries Research (Amsterdam) [Fish. Res.]. – 1998. – Vol. 37. – No. 1-3. – Pp. 115-125.

16. **Kuroiwa M.** Spawning season and area of the oceanic type Chilean jack mackerel in the southeastern Pacific // Nippon Suisan Gakkaishi. – 1997. – Vol. 63. – No. 3. – Pp. 326-332.
17. **Trotsenko B. G., Kukharev N. N., Romanov E. V.** Database on Ukrainian research of Chilean jack mackerel *Trachurus murphyi* in the high seas of the southern Pacific // Poster in Conference «Humboldt current system» Lima. – 2006. – 1 p.
18. **Zou X., Zhang M., Ji X.** Measurement and analysis on environmental factors of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) fishing ground in the southeast Pacific Ocean // Marine fisheries / Haiyang Yuye (Mar. Fish. / Haiyang Yuye), 2002. – Vol. 24. – No. Supplement. – Pp. 13-19.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРЫ ВОД АПВЕЛЛИНГОВЫХ ЗОН В ЮЖНЫХ ТРОПИКАХ ТИХОГО И АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНОВ

**Е. А. Скрипалева**

Морской гидрофизический институт НАН Украины

В настоящее время перед промысловой океанологией стоит задача научного обеспечения возобновления и расширения промысла в Мировом океане. Одними из наиболее перспективных районов являются зоны апвеллинга, где подъем вод, богатых биогенными элементами, способствует интенсивному развитию планктонных сообществ. Ведение эффективного промысла в этих районах требует высокого уровня знаний о закономерностях формирования биологической продуктивности вод, которые в значительной мере определяются изменчивостью термохалинной структуры вод. Важнейшими показателями этой изменчивости являются характеристики водных масс и фронтальных разделов. Особено важное научно-прикладное значение имеет исследование изменчивости данных характеристик в юго-восточной части тропической зоны Тихого океана (Перуанский апвеллинг), где наиболее ярко выражены процессы взаимодействия океана и атмосферы на межгодовом масштабе (события Эль-Ниньо), которые вызывают интенсивную реакцию океанических фронтов и характеристик апвеллинга. Исследование ее особенностей крайне необходимо для совершенствования методов промыслового прогнозирования.

Проявление сезонных и межгодовых вариаций в характеристиках апвеллинговых зон и их фронтальных систем в силу ограниченности гидрологических наблюдений изучено относительно слабо. Использование спутниковых данных с хорошим пространственно-временным разрешением позволяет существенно заполнить этот пробел.

В данной работе приводятся результаты исследований изменчивости структуры вод в районах Перуанского апвеллинга ( $70\text{--}90^\circ$  з.д.,  $5^\circ$  с.ш. $\text{--}20^\circ$  ю.ш.) и апвеллинга у берегов Юго-Западной Африки ( $10^\circ$  в.д. – берег Африки,  $15\text{--}35^\circ$  ю.ш.), при этом основное внимание уделяется анализу спутниковых данных, для чего использован массив спутниковых измерений температуры поверхности океана (ТПО) за период 1985–2002 гг. со среднемесячным осреднением в узлах сетки  $54 \times 54$  км из архива *AVHRR Ocean Pathfinder Data JPL NOAA/NASA*.

Исследование климатического сезонного цикла характеристик апвеллинга и его фронтальной системы проводилось по осредненным за 18 лет полям температуры и ее зональных градиентов (ЗГТ), при этом отфильтровывались мезомасштабные шумы и синоптическая изменчивость. Для подавления остаточного шума профили градиентов сглаживались трехточечным фильтром ( $0,25 \text{ ЗГТ}_{i-1} + 0,5 \text{ ЗГТ}_i + 0,25 \text{ ЗГТ}_{i+1}$ ). Размерность ЗГТ в  $^\circ\text{C}/54$  км далее по тексту опускается. Структура вод исследовалась с помощью объемно-статистического Т-, С-анализа.

Для исследования сезонной изменчивости структуры вод апвеллинга Юго-Западной Африки, помимо спутниковых измерений ТПО, использовалась Мировая база гидрологических данных (версия 2001 г.). Массив фактических гидрологических наблюдений для рассматриваемой акватории включает 35397 станций за время с 1889 по 2001 гг. Относительно равномерное распределение гид-

рологических данных по месяцам по сравнению с другими районами Мирового океана позволяет надежно описать сезонный цикл структуры вод с использованием данных глубоководных океанологических наблюдений.

В данной работе, кроме сезонной изменчивости, анализировались также межгодовые вариации структуры вод и фронтов в области Перуанского апвеллинга, который наиболее подвержен влиянию событий Эль-Ниньо. Для оценки межгодовой изменчивости характеристик апвеллингового фронта были рассчитаны зональные градиенты ТПО для каждого месяца каждого года (всего 216 месяцев). Далее вычислялись среднегодовые и среднемесячные аномалии характеристик фронтов (величина экстремума ЗГТ, средняя температура и значение долготы, на которой наблюдался данный фронт) относительно среднего за 216 месяцев.

В работе выполнена оценка количественных связей между индексом атмосферной циркуляции ЮК (Южное колебание), выбранным в качестве критерия события Эль-Ниньо, аномалиями площадей теплых тропических тихоокеанских вод, площадей холодных вод в зоне Перуанского апвеллинга и характеристик апвеллинговых фронтов. Для этих параметров рассчитывались кросскорреляционные функции с 95 %-ным уровнем значимости. Межгодовая изменчивость площадей холодных вод в области апвеллинга и теплых тропических вод анализировалась для вод с диапазонами температуры 18-19 и 28-33 °С, так как эти воды характеризуются максимальной межгодовой дисперсией среднемесячных и среднегодовых аномалий их площадей. В качестве условной единицы площади вод принята площадь квадрата  $54 \times 54$  км.

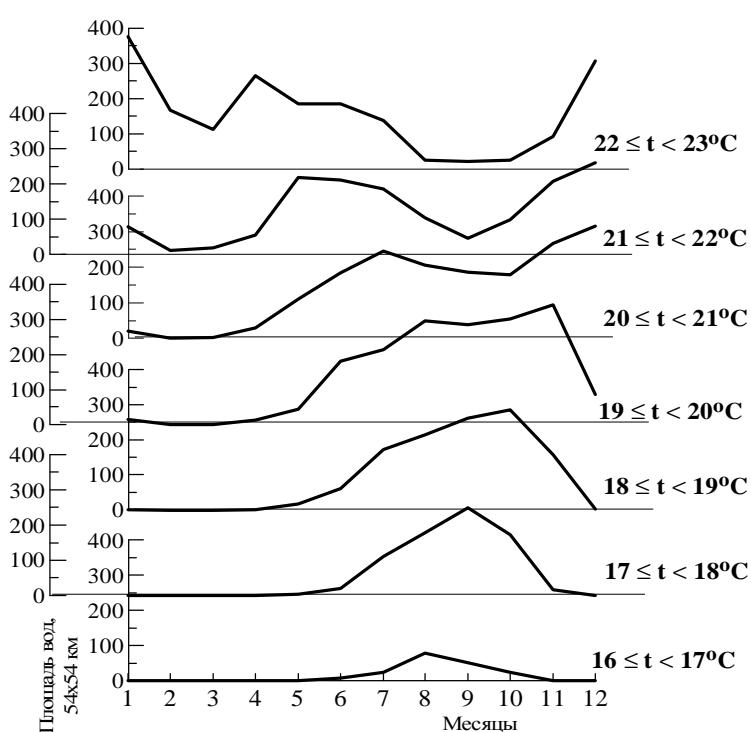


Рисунок 1. Климатический внутригодовой ход площадей поверхностных вод с различными диапазонами температуры в области Перуанского апвеллинга

Анализ результатов проведенных расчетов позволил выявить ряд особенностей, которые углубляют наши представления о структуре и изменчивости водных масс и фронтов в рассматриваемых регионах. Исследование климатического сезонного цикла площадей поверхностных вод в области Перуанского апвеллинга при различных диапазонах температуры показало, что для относительно холодных вод с температурой 16-18 °С характерен четкий годовой сигнал (рис. 1). Максимальную площадь они занимают с августа по октябрь. В то

же время в изменениях площадей более теплых вод с температурой 19-23 °C, которые оконтуривают область апвеллинга, отмечается полугодовая гармоника с основным максимумом в декабре-январе. Второй максимум прослеживается в середине года и по мере роста диапазона температуры смещается с июня на апрель. Полугодовая гармоника в изменчивости площадей этих вод обусловлена наличием у берегов Южной Америки полугодового сигнала в сезонных вариациях положения Южной ветви Южного субэкваториального фронта. Эта ветвь ограничивает зону апвеллинга с юга и максимально смещается на север в декабре и мае [5].

Анализ распределения зональных градиентов температуры в зоне Перуанского апвеллинга выявил наличие двух фронтов, ограничивающих апвеллинг с запада. На рис. 2 показан внутригодовой ход характеристик фронтов вдоль параллели 10°25' ю.ш., которая пересекает центральную часть области апвеллинга.

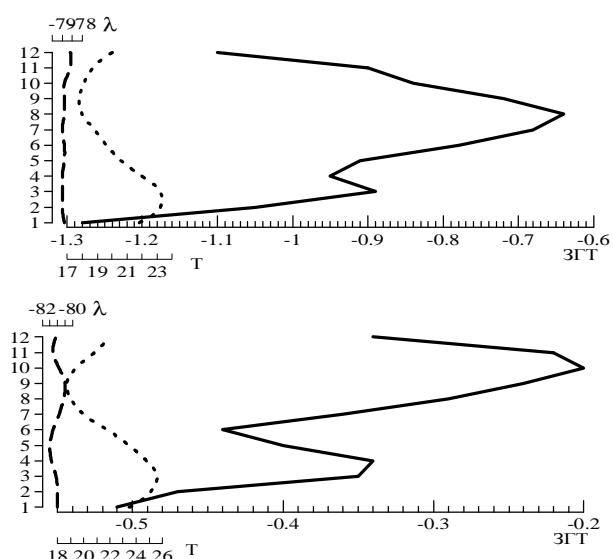


Рисунок 2. Внутригодовой ход характеристик фронтов Перуанского апвеллинга в сечении параллели 10°25' ю. ш. Нижние оси – зональный градиент (сплошная линия) и температура (пунктир), левая ось – месяцы, верхняя ось – долготное положение (штриховая линия)

(-0,95) для берегового фронта и в июне (-0,45) для мористого. Сезонные вариации интенсивности составляют 0,70 °C/54 км для прибрежного фронта и 0,30 °C/54 км для мористого. Внутригодовые смещения фронтов по долготе невелики и не превышают 54 км для берегового фронта и 108 км для мористого. Температурные диапазоны составляют 17-23 и 18-26 °C соответственно.

В Атлантике в зоне апвеллинга Юго-Западной Африки, также как и в области Перуанского апвеллинга в Тихом океане, увеличение площадей поверхностных холодных вод с температурой 13-15 °C отмечается в конце зимы и весной Южного полушария (август-сентябрь) (рис. 3).

Во внутригодовом ходе площадей более теплых поверхностных вод (16-19 °C) также, как и в Тихом океане, отмечаются два максимума, наступление ко-

Первый фронт прослеживается ближе к берегу, между 78,5 и 79° з.д., над кромкой шельфа. Возникновение этого фронта обычно связывают с выходом слоя скачка на поверхность [6, 9]. Второй фронт, более слабый по интенсивности, расположен между 80,5 и 81,5° з.д. и связан непосредственно с Перуанским течением, являясь границей восточного пограничного слоя [6, 8]. В климатическом сезонном цикле интенсивность этих фронтов изменяется в течение года с хорошо выраженным полугодовым сигналом (см. рис. 2). Основной максимум градиента (по абсолютной величине) наблюдается в январе и составляет для берегового фронта -1,30, для мористого фронта -0,50. Второй максимум обостренности наступает в апреле

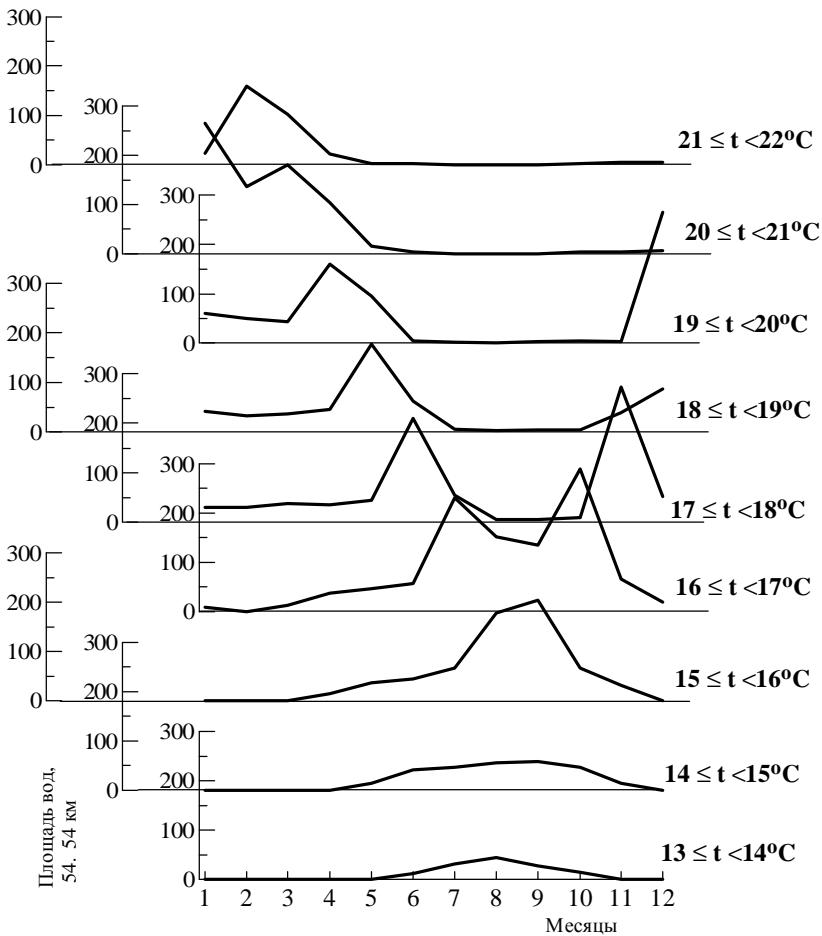


Рисунок 3. Внутригодовая изменчивость площадей поверхностных вод с различными температурными диапазонами в области апвеллинга Юго-Западной Африки

$20^{\circ}\text{C}$ , в отличие от района Перуанского апвеллинга, отмечается годовая гармоника с максимумом в январе-феврале. Одной из причин, обуславливающих эту изменчивость, являются сезонные вариации положения Северной ветви Южного субтропического фронта, ограничивающей зону апвеллинга с юга. В изменчивости ее положения также наблюдается годовой сигнал с максимальным смещением к северу в январе-феврале [4].

Поскольку акватория апвеллинга Юго-Западной Африки относится к числу наиболее обеспеченных гидрологическими наблюдениями, это позволило получить некоторые закономерности изменчивости структуры вод в подповерхностном слое. Результаты объемно-статистического анализа показали, что для верхнего 500-метрового слоя зоны апвеллинга наиболее характерна бимодальная структура водных масс [1]. Две основные моды прослеживаются в течение всего года. Первая мода характеризует воды с температурой  $8-14^{\circ}\text{C}$ , которые являются основным компонентом Южноатлантической центральной водной массы, поднимающейся к поверхности в прибрежных районах апвеллинга. Вторая мода представляет собой более теплую водную массу с температурой  $16-22^{\circ}\text{C}$ . Эта водная масса располагается в поверхностном 50-метровом слое с мористой стороны фронта апвеллинга, и ее характеристики изменяются в фазе с изменчивос-

торых по мере увеличения диапазона температуры смещается во времени. Первый максимум смещается с июля на апрель, второй – с октября на декабрь. Формирование этих максимумов связано с увеличением на внешней стороне апвеллинга площади относительно однородной по температуре водной массы, которая образуется два раза в год – перед началом зимнего охлаждения и летнего прогрева. В сезонном цикле изменения площадей самых теплых вод данной акватории с температурой выше

тью теплового баланса [3]. Кроме того, осенью и зимой Южного полушария можно отметить появление третьей моды с температурой 6-7°C. Такие температуры обычно наблюдаются на верхней границе сильно трансформированной Антарктической промежуточной водной массы, которая в этот период поднимается ближе всего к поверхности.

Анализ структуры и изменчивости фронтов по данным спутниковых измерений у берегов Юго-Западной Африки показал, что, в отличие от Тихого океана, в Атлантике апвеллинговые воды отделяются от вод открытого океана одним хорошо выраженным фронтом, расположенным между 10 и 14° з.д. Его положение совпадает с основной струей Бенгельского течения [2]. Фронт наиболее четко прослеживается между 18 и 28° ю.ш., при этом его интенсивность увеличивается почти в два раза в направлении с севера на юг. На 18° ю.ш. величины ЗГТ в период максимального обострения фронта составляют -0,70 °C/54 км, а на 28° ю.ш. достигают -1,40 °C/54 км. В конце осени Южного полушария (май) фронтальная зона апвеллинга наиболее удалена от берега, при этом интенсивность ее максимальна за счет увеличения контраста между прогретыми океаническими водами и вентилируемыми из глубин океана холодными апвеллинговыми водами. На рис. 4 приведен климатический сезонный ход характеристик апвеллингового фронта вдоль параллели 24° ю.ш.

Зимой-весной Южного полушария (август-сентябрь) наблюдается ослабление фронтальной зоны апвеллинга и смещение ее в сторону Африканского берега. Интенсивность фронта апвеллинга в течение года изменяется на 0,40-0,50 °C/54 км. Внутригодовой размах сезонных колебаний его положения достигает 110-160 км, что почти в два раза больше, чем для фронтов Тихоокеанского апвеллинга. Температурный диапазон фронта составляет 15-20 °C. Величина максимального значения градиента температуры прямо пропорциональна удалённости фронтального раздела от Африканского побережья.

Анализ межгодовой изменчивости водных масс и характеристик фронтов по спутниковым данным в области Перуанского апвеллинга выявил заметные межгодовые вариации, обусловленные влиянием событий Эль-Ниньо. Установлено, что временные реализации аномалий площадей холодных вод с температурой 18-19 °C и теплых тропических тихоокеанских вод с температурой 28-33 °C (рис. 5) отражают, по крайней мере, три известных события Эль-Ниньо

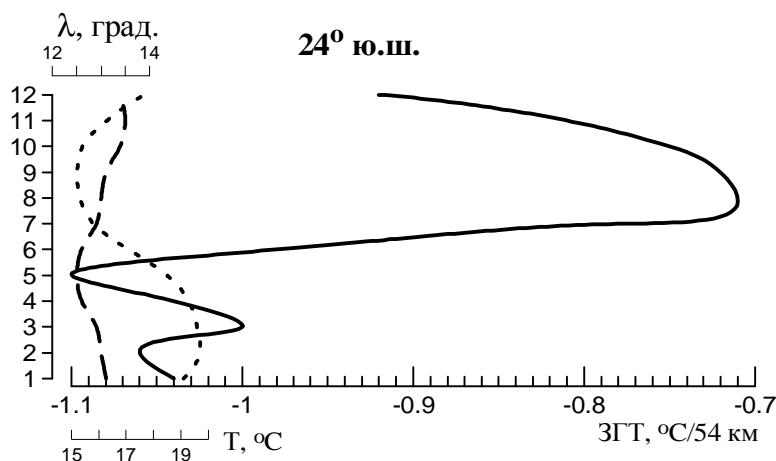


Рисунок 4. Внутригодовой ход характеристик фронта апвеллинга Юго-Западной Африки в сечении параллели 24° ю.ш. Нижние оси – зональный градиент (сплошная линия) и температура (пунктир), левая ось – месяцы, верхняя ось – долготное положение (штриховая линия)

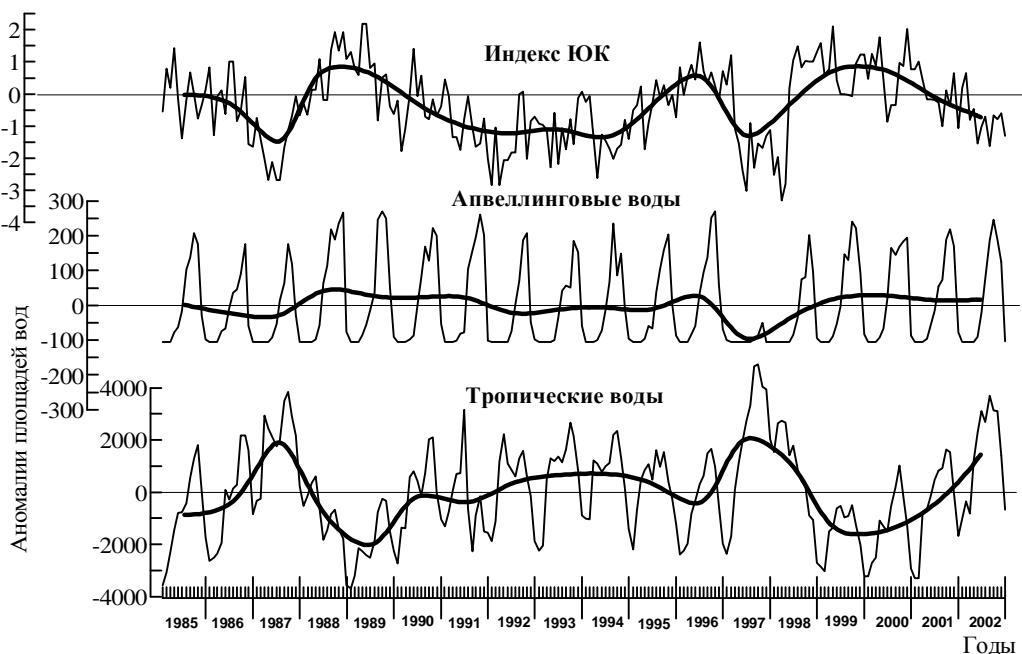


Рисунок 5. Межгодовой ход индекса ЮОК, аномалий площадей холодных вод в зоне апвеллинга и теплых тропических вод Тихого океана.  
Жирные линии – среднегодовые значения

(1986-1988, 1994-1995 и 1997-1998 гг.) [7]. Выявлены значимые связи между этими аномалиями и индексом атмосферной циркуляции ЮОК. Значение коэффициента корреляции между индексом ЮОК и аномалиями площадей теплых тропических вод составляет -0,81, между индексом ЮОК и аномалиями площадей холодных вод в области апвеллинга – 0,65, между аномалиями площадей холодных и теплых тропических вод -0,75.

Выявлена значимая связь между межгодовой изменчивостью аномалий характеристик апвеллинговых фронтов, индексом ЮОК и аномалиями площадей теплых тропических вод (рис. 6). Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции (~ 0,60-0,80) отмечаются между индексом ЮОК, аномалиями площадей теплых вод и величиной градиента и температурой на оси мористого фронта. Для характеристик прибрежного фронта значимая связь с индексом ЮОК и аномалиями теплых вод выявлена только для температуры на его оси с коэффициентами корреляции ~ 0,70-0,80.

Установлено, что в периоды Эль-Ниньо наблюдается ослабление интенсивности апвеллинговых фронтов, смещение их долготного положения к западу и существенное повышение температуры на оси фронта. Межгодовые вариации интенсивности фронтов достигают 1,0 °C/54 км, долготного смещения – 100 км, температуры – 6 °C, что сопоставимо с сезонными вариациями фронтальных параметров.

Обобщая анализ структуры и изменчивости водных масс и фронтов в восточных пограничных зонах Тихого и Атлантического океанов, отметим, что были выявлены как общие, так и региональные закономерности. Для обоих регионов характерно то, что в климатическом сезонном цикле максимум площадей холодных вод в зонах апвеллинга наблюдается зимой-весной Южного полушария (с

августа по октябрь). В это время отмечаются минимальный температурный контраст между океаническими и апвеллинговыми водами и ослабление апвеллинговых фронтов. Максимальная обостренность апвеллинговых фронтов наблюдается в период наступления максимума площадей теплых вод к западу от зоны апвеллинга. К региональным особенностям можно отнести наличие одного апвеллингового фронта у берегов Юго-Западной Африки, тогда как в Тихом океане зону апвеллинга ограничивают два фронта. Основной максимум интенсивности фронтов Перуанского апвеллинга отмечается в январе, тогда как Южно-Африканского апвеллинга – в мае.

Выявлена значимая корреляция между межгодовыми вариациями аномалий площадей холодных апвеллинговых и теплых тропических вод, индексом атмосферной циркуляции ЮК и аномалиями характеристик мористого апвеллингового фронта. Установлено, что межгодовые вариации интенсивности фронтов в периоды Эль-Ниньо достигают  $1,0^{\circ}\text{C}/54\text{ км}$ , долготного смещения –  $100\text{ км}$ , температуры –  $6^{\circ}\text{C}$ .

### *Литература*

1. Артамонов Ю. В., Белокопытов В. Н., Букатов А. Е. и др. Применение контактных и спутниковых данных для исследования апвеллинга у берегов Юго-Западной Африки // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – С. 241-243.
2. Артамонов Ю. В., Булгаков Н. П., Ломакин П. Д. Циркуляция вод деятельного слоя Южной Атлантики. – Препринт. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2001. – 86 с.
3. Артамонов Ю. В., Булгаков Н. П., Ломакин П. Д. и др. Распределение и сезонная изменчивость внешнего теплового баланса и его составляющих на поверхности Атлантического океана. – Препринт. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2004. – 50 с.
4. Артамонов Ю. В., Скрипалева Е. А. Структура и сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов Атлантического океана по спутниковым данным // Исследования Земли из космоса. – 2005. – № 4. – С. 62-75.
5. Артамонов Ю. В., Скрипалева Е. А. Сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов восточной части Тихого океана по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. – В печати.
6. Поярков С. Г. Гидрофизические условия в районе Северного Перу // В кн.: Фронтальные зоны юго-восточной части Тихого океана (биология, физика, химия) / под ред. М. Е. Виноградова, К. Н. Федорова). – М.: Наука, 1984. – С. 35-51.
7. Turner J. Review the El NICO – Southern Oscillation and Antarctica // Int. J. Climatology. – 2004. – № 24. – С. 1-31.
8. Yoshida K. Circulation in the eastern tropical oceans with special reference to upwelling and undercurrents // Jap. J. Geophys. – 1967. – V. 4. – № 2. – P. 24-37.
9. Zuta S. , Urquiza W. Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa Peruana, periodo 1928-1969 // Bol. Inst. Mar. Peru. – 1972. – V. 2 – No 8. – P. 462-519.

УДК 639.2.053.1

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СВЯЗИ АСТРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ,  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОМЫСЛОВО-  
БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОМЫСЛОВЫХ  
РАЙОНАХ СЗА, ЦВА, ЮВА И ЗИХ**

**А. Т. Кочергин, Г. П. Коршунова**  
ЮгНИРО

Астрогеофизическое воздействие на экосистему различных районов Мирового океана проявляется повсеместно, и лишь наличие данных и применение определенных методов исследований позволяет выявить закономерности этих воздействий.

В данной работе производится обобщение исследований ЮгНИРО 2001-2004 гг. [1, 2, 3, 4] долгопериодной изменчивости гидрометеорологических и некоторых промыслово-биологических характеристик в различных районах Мирового океана на основании анализа материалов за период 1950-2001 гг. и влияния на них некоторых широко-применяемых доступных астрогеофизических параметров. Исследовались промысловые районы:

- Северо-Западная Атлантика – между 40-60° с. ш., 40-65° з. д. (СЗА);
- Центрально-Восточная Атлантика – 10-25° с. ш., 16-18° в. д. (ЦВА);
- Юго-Восточная Атлантика – 15-27° ю. ш., 10-18° в. д. (ЮВА);
- Западно-Индийский хребет – 30-45° ю. ш., 40-60° в. д. (ЗИХ).

Для исследования долгопериодной изменчивости применялись графический, корреляционный и автокорреляционный методы: первый давал анализ качественных связей, цикличностей, тенденций; второй и третий – их количественные оценки.

Анализировались годовые значения среднемноголетних аномалий таких астрогеофизических параметров, как скорость вращения Земли ( $V_3$ ), солнечная активность ( $W$ ), индексы Северо-Атлантического (САК) и Южного колебаний (ЮК) атмосферного давления; гидрометеорологических – приземное атмосферное давление ( $P_a$ ) в районах и Азорском (АСМ), Южно-Индийском (ЮИСМ) и Южно-Атлантическом (ЮАСМ) субтропических атмосферных максимумах, интенсивность Канарского (CUPW) и Бенгельского апвеллингов (BUPW), широтное положение климатических фронтов и тепловой фон (ТПО) в пределах изучаемых районов, в СЗА – ледовитость (площадь льдов в районе островов Лабрадор и Ньюфаундленд –  $S_l$ ); промыслово-биологических – вылов и, при наличии данных, биомасса основных объектов промысла.

В результате комплексного исследования долгопериодной изменчивости вышеуказанных среднемноголетних годовых аномалий астрогеофизических, атмосферных, гидрологических и промыслово-биологических факторов в традиционных районах рыбного промысла за период 1950-2001 гг. выявлены их основные цикличности, тенденции, а прогнозистические качественные и количественные связи представлены в табл. 1 и 2.

Так, скорость вращения Земли тенденциозно влияла практически на все рассмотренные атмосферные, фронтальные и термические параметры в районах. В начале 1970-х смена фазы замедления ее вращения на фазу ускорения привела к

**Таблица 1. Корреляционные связи абиотических и биотических параметров**

	Предиктор	Предиктант	Кол-во	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии	Сдвиг (лет)	Уровень значимости (%)
1	x	y	n	Kr			
<b>ЦВА</b>							
2	W	ТПО	42	0,35	$y = 0,05 + 0,004x$	1	3
3	W	СМФφ	48	0,30	$y = 0,05 + 0,004x$	2	4
4	ЮК	CUPW	31	-0,47	$y = 0,65 - 2,04x$	3	2
5	ACM	CUPW	35	0,46	$y = 1,72 + 10,21x$	5	1
6	GradPa	CUPW	33	0,53	$y = 0,1 + 15,7x$	3	1
7	ACM	Сардина <sub>v</sub>	31	0,36	$y = 338 + 137x$	0	5
8	ACM	Ставрида <sub>v</sub>	31	0,61	$y = 161 + 115x$	0	1
9	GradPa	Сардина <sub>v</sub>	31	0,65	$y = 3,6 + 325x$	0	1
10	GradPa	Ставрида <sub>v</sub>	31	0,83	$y = 178 + 208x$	0	1
11	GradPa	Сардинелла <sub>v</sub>	31	0,36	$y = 139 + 80x$	0	5
12	GradPa	Скумбрия <sub>v</sub>	31	0,41	$y = 4,14 + 3,40x$	0	3
13	СМФφ	Сардина <sub>v</sub>	31	-0,35	$y = 367 - 188x$	0	5
14	СМФφ	Ставрида <sub>v</sub>	31	-0,47	$y = 185 - 126x$	0	1
15	СМФφ	Скумбрия <sub>v</sub>	31	-0,53	$y = 4,57 - 4,74x$	0	1
16	CUPW	Ставрида <sub>v</sub>	31	0,50	$y = 179 + 4,3x$	0	1
17	TPO	Ставрида <sub>v</sub>	31	-0,42	$y = 184 - 140x$	0	3
<b>СЗА</b>							
18	Vз	Sl	51	-0,63	$y = 0,33 - 0,047x$	5	1
19	W	ПФφ	52	0,48	$y = -3,49 + 1,64x$	4	2
20	W	ПФφ	52	0,44	$y = -2,27 + 1,49x$	5	3
21	W	Sl	52	0,34	$y = -7,54 + 4,15x$	1	5
22	W	ТПО - Н	52	-0,41	$y = 2,23 - 24,91x$	3	1
23	W	ТПО - F.C.	52	-0,40	$y = -6,97 - 23,24x$	3	1
24	W	ТПО - H	52	-0,39	$y = 2,09 - 23,42x$	4	1
25	W	ТПО - F.C.	52	-0,36	$y = -6,58 - 21,36x$	4	1
26	W	ТПО - H	52	-0,32	$y = 1,96 - 19,035x$	2	3
27	САК	ТПО - F.C.	51	-0,47	$y = 0,27 - 4,51x$	2	1
28	Ра	ТПО - H	41	-0,33	$y = 0,22 - 0,36x$	5	4
29	ТПО-Н	Clum <sub>v</sub>	51	-0,31	$y = 1,0 - 0,0065x$	5	4
30	САК	Сельдь <sub>v</sub>	51	-0,34	$y = 5,82 - 0,015x$	3	2
31	САК	Сельдь <sub>v</sub>	51	-0,40	$y = 6,8 - 0,018x$	4	1
32	САК	Сельдь <sub>v</sub>	51	-0,42	$y = 7,31 - 0,019x$	5	1
33	САК	Креветка <sub>v</sub>	51	0,33	$y = -1,32 + 0,047x$	0	3
34	САК	Креветка <sub>v</sub>	51	0,38	$y = -1,64 + 0,052x$	1	1
35	САК	Креветка <sub>v</sub>	51	0,30	$y = -1,36 + 0,04x$	2	4
36	САК	Креветка <sub>v</sub>	51	0,32	$y = -1,92 + 0,045x$	5	3
37	ПФφ	Сельдь <sub>v</sub>	51	0,39	$y = -14,02 + 0,12x$	0	5
38	ТПО-Н	Сельдь <sub>v</sub>	51	-0,34	$y = 1,11 - 0,003x$	1	3
39	ТПО-Н	Сельдь <sub>v</sub>	51	-0,39	$y = 1,24 - 0,003x$	0	1
40	Sl	Scallop	38	-0,36	$y = -2,21 + 0,03x$	0	4
<b>ЗИХ</b>							
41	Vз	ЮИСМ	46	0,28	$y = 4,3x - 1,0$	1	5
42	W	Ра	46	0,34	$y = 0,0075x - 0,026$	3	2
43	W	GradPa	46	0,30	$y = 0,010x - 0,001$	0	5
44	W	GradPa	46	-0,30	$y = 0,0129x - 0,027$	5	4
45	W	СТФφ	46	-0,27	$y = -0,0027x - 0,065$	5	4
46	ЮК	GradPa	46	0,29	$y = 0,096x - 0,046$	2	5
47	ЮК	GradPa	45	0,30	$y = 0,0953x + 0,085$	4	4
48	ЮК	ТПО	46	-0,30	$y = -0,206x - 0,186$	3	4
49	ЮИСМ	СТФφ	42	0,37	$y = 0,44x - 0,061$	4	2
50	GradPa	ТПО	45	0,33	$y = 0,10x - 0,03$	1	3
51	СТФφ	ТПО	46	0,33	$y = 0,44x - 0,02$	0	3
52	СТФφ	ТПО	45	0,40	$y = 0,54x - 0,02$	1	1
<b>ЮВА</b>							
53	W	ТПО	32	-0,35	$y = 0,22 - 0,006x$	0	5
54	ЮАСМ	ТПО	32	-0,57	$y = 0,10 - 0,75x$	0	1
55	ЮК	BUPW	26	-0,47	$y = 0,81 - 1,49x$	0	2
56	BUPW	Ставрида <sub>v</sub>	26	0,70	$y = 430 + 4,4x$	0	1
57	BUPW	Ставрида <sub>v</sub>	26	0,47	$y = 854 + 20x$	2	2
58	BUPW	Хек <sub>v</sub>	22	-0,64	$y = 690 - 6,5x$	0	1
59	BUPW	Сардина <sub>v</sub>	22	-0,70	$y = 720 - 19x$	0	1

Примечание: GradPa – градиент приземного атмосферного давления; широтное положение фронтов: Полярного – ПФφ, Сенегало-Мавританского – СМФφ, Субтропического – СТФφ; ТПО-Н и ТПО-С. – ТПО банок Гамильтон и Флемиш-Кап; в – биомасса; <sub>v</sub> – вылов; сельдь – американская сельдь, Clum – моллюск *Atlantic surface Clum*, Scallop – моллюск *American sea Scallop*.

**Таблица 2. Количественное (жирный шрифт) и качественное и влияние глобальных астрогеофизических факторов, региональных центров действия атмосферы и фронтально-термических условий вод на вылов и биомассу(\*) основных объектов промысла при анализе их межгодовой изменчивости**

Фактор Район	Vз	САК	ЮК	АСМ	ПФ
<b>СЗА</b>	Сельдь Креветка	<b>Сельдь Креветка</b>			<b>Сельдь</b>
<b>ЦВА</b>				<b>Сардина Ставрида</b>	
<b>ЮВА</b>			Ставрида		
Фактор Район	СМФ	Upw	GradPa	ТПО	Sl
<b>СЗА</b>				<b>Clum Сельдь</b>	<b>Scallop</b>
<b>ЦВА</b>	<b>Сардина Ставрида Скумбрия</b>	Ставрида	<b>Сардина Ставрида Сардинелла Скумбрия</b>	Ставрида	
<b>ЮВА</b>		<b>Ставрида Ставрида* Хек* Сардина*</b>			
<b>ЗИХ</b>	Недостаточное количество биопромысловых данных				

Примечание: сельдь – американская сельдь, Clum – моллюск *Atlantic surface Clumm*, Scallop – моллюск *American sea Scallop*.

изменению либо цикличности, либо амплитуды, либо тренда межгодового хода этих параметров.

Солнечная активность имела количественно-выраженную связь в большей степени с фронтально-термическими условиями (широтное положение климатических фронтов и ТПО) и лишь в районе ЗИХ дополнительно – с атмосферными. Цикличность долгопериодной изменчивости региональных гидрометеофакторов в подавляющем большинстве случаев была близка к 5-6- и 10-11-летней солнечной цикличности.

САК влияло на широтное положение Полярного фронта, тепловой фон и ледовитость в районе СЗА, а ЮК – на интенсивность апвеллинга в ЦВА, ЮВА и градиент приземного атмосферного давления, тепловой фон в районе ЗИХ.

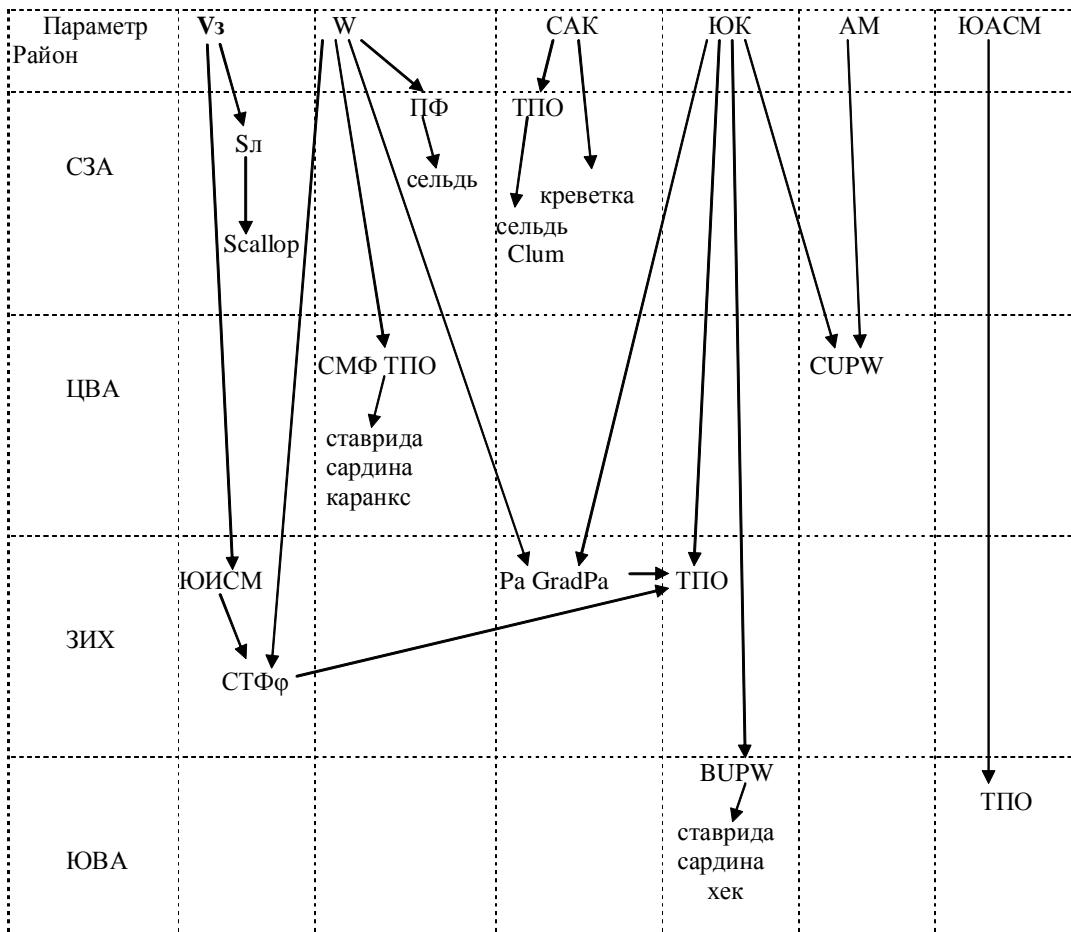
В различных районах Мирового океана центры действия атмосферы влияли на различные динамические и фронтально-термические условия:

- давление в АСМ – на интенсивность апвеллинга в ЦВА;
- широтное положение ЮАСМ – на ТПО в ЮВА;
- широтное положение ЮИСМ – на положение Субтропического фронта в районе ЗИХ.

Графически и корреляционно (при уровне значимости связи 1-5 %) выявлены некоторые прогностические схемы опосредованного воздействия глобаль-

ных абиотических факторов на региональные, а тех, в свою очередь, – на биопромысловые показатели районов (табл. 3).

**Таблица 3. Схема влияния глобальных астрогеофизических факторов, региональных центров действия атмосферы на фронтально-термические условия и на вылов и биомассу(\*) основных объектов промысла**



Так, в районе СЗА скорость вращения Земли коррелировала с ледовитостью района, а солнечная активность – с ледовитостью, ТПО и широтным положением Полярного фронта, которые, в определенной мере, определяли условия концентрации и объемы вылова американской сельди, моллюсков Atlantic surface Clumm и American sea Scallop. Северо-Атлантическое атмосферное колебание, через воздействие на тепловой фон района, влияло на вылов американской сельди и моллюска Atlantic surface Clumm.

В ЦВА и ЮВА Южное атмосферное колебание имело корреляцию с интенсивностью прибрежных апвеллингов и, соответственно, с формированием скоплений и выловом ставриды в первом из этих районов и ставриды, сардины, хека – во втором. Дополнительно, вылов ставриды в ЦВА определялся и приземным атмосферным давлением в центре Азорского максимума, влияющим на интенсивность апвеллинга в этом районе.

Полученные качественные и количественные связи между глобальными астрогеофизическими, локальными гидрометеорологическими и биопромысловыми

ми параметрами являются основой прогнозирования экосистемных условий и динамики основных рыбных и нерыбных объектов в традиционных районах рыболовства.

### *Литература*

1. Многолетние колебания рыбопромысловой продуктивности в районах работы флота Украины (АЧА и ЦВА) / Отчет о НИР/ЮгНИРО. Рук. темы Б. Г. Троценко. – Керчь, 2001. – 53 с.
2. Особенности пространственной изменчивости структуры вод промысловых районов Мирового океана (ЮВА и ЮЗТО) / Отчет о НИР/ЮгНИРО. Рук. темы Б. Г. Троценко. – Керчь, 2002. – 70 с.
3. Многокомпонентная информационная база для исследования механизмов функционирования экосистем в районах ЮЗТО и ЮВА, ее анализ / Отчет о НИР/ЮгНИРО. Рук. темы Б. Г. Троценко. – Керчь, 2002. – С. 47.
4. Анализ многолетних колебаний рыбопромысловый продуктивности в районах Мирового океана, которые представляют интерес для флота Украины (СЗА и ЮВТО) / Отчет о НИР/ЮгНИРО. Рук. темы Б. Г. Троценко. – Керчь, 2003. – 31 с.

**НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ – «ФЛАБИМОЛЛ» – НА ОСНОВЕ МОЛЛЮСКОВ  
И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

**О. Е. Битютская<sup>1</sup>, Т. Н. Овсянникова<sup>2</sup>, А. Г. Губанова<sup>1</sup>, О. И. Лавриненко<sup>1</sup>,  
Л. П. Борисова<sup>1</sup>, Н. И. Салахова<sup>1</sup>, Л. П. Зимина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ЮгНИРО, <sup>2</sup>Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (ХНУ)

Среди различных направлений рыбохозяйственных исследований в Украине в настоящее время необходимо выделить, как наиболее перспективные, развитие конхиокультуры и разработку технологий производства биоактивных препаратов из моллюсков [5, 8, 16, 22 и др.].

Моллюски, обладая высокой физиологической пластичностью и колossalной биопродуктивностью, практически полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к объектам конхиокультуры. По прогнозам ЮгНИРО, возможные объемы выращивания мидий в Украине при соответствующей государственной поддержке к 2010 году могли бы составить 30 тыс. т [5, 2, 10, 11, 21].

При развитии конхиокультуры особую актуальность приобретают исследования, связанные с поиском оптимальных, высокорентабельных технологий переработки культивируемых моллюсков, позволяющих получить эффективную и конкурентоспособную диетическую и лечебно-профилактическую продукцию. В этом плане значительный интерес представляет предложенная нами технология получения новой линии пищевых добавок функционального назначения – «Флабимолл» – экстрактов из тканей моллюсков (мидии, рапаны, кунеарки, мии и др.) и лекарственных растений.

Основу экстрактов из тканей моллюсков составляют биополимеры, характеризующиеся присутствием незаменимых аминокислот, ПНЖК ( $\omega_3$ ,  $\omega_6$  ряда), биогенных макро- и микроэлементов, физиологически важных углеводов – аминосахаров, уроновых и сиаловых кислот, гексоз и пентоз – во многом определяющих биологическую активность биополимеров.

В экспериментах *in vivo* на крысах линии Wistar биополимеры проявляли мембрано-протекторные, гепатопротекторные, радиозащитные, противоопухолевые, сахаропонижающие свойства. Показана также целесообразность использования биополимеров при лечении различных заболеваний крови – анемии, лейкопении, эозинофилии, тромбоцитопении, лимфопении и нейтрофилезе. Установлено антиоксидантное действие биополимеров, проявлявшееся в активации естественной АО ферментативной системы клеток печени, влияние на метаболические процессы клеток печени, выражющееся в увеличении скорости синтеза АТФ митохондриями. Адаптогенное действие биополимеров выявлено в условиях гипоксии, гипертермии и психоэмоциональных стрессов [1, 4, 6, 7, 17, 20 и др.].

Для практического применения биополимеров из моллюсков была разработана технология получения диетических добавок из экстрактов биополимеров и низкомолекулярных экстрактов растительного происхождения. Данные по химическому составу добавок диетических приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Химический состав диетических добавок линии «Флабимолл»**

Наименование добавок диетических	Массовая доля в % сырого вещества					Максимум УФ спектра поглощения, нм
	СВ	белка	углеводов	минеральных веществ	липидов	
Экстракт из мидий с греческим орехом	45,0±0,3	17,4±2,9	21,9±3,0	5,1±1,1	0,6±0,1	230, 260
Экстракт из мидий с сиропом греческого ореха	45,0±0,3	16,2±2,2	24,4±2,2	4,0±1,1	0,4±0,1	230, 260
Экстракт из рапаны с шиповником	45,0±0,4	20,5±2,5	19,7±1,5	4,3±1,1	0,5±0,1	210, 230, 270

Выбор лекарственных растений основывался на преобладающем присутствии в том или ином растении незаменимых для человека витаминов – группы К (хинонов), группы Р (биофлавоноидов) и С, обладающих синергическим эффектом. Указанные компоненты участвуют в окислительно-восстановительных процессах дыхания [15], воздействуют на эндокринную систему, показаны при заболевании кровеносных сосудов, повышают резистентность организма в целом [12, 13, 18, 19].

Известно, что флавоноиды обладают не только антиоксидантной активностью, но и предупреждают возникновение и нейтрализуют действие активных молекул кислорода (АМК) и азота (АМА) путем предотвращения пероксидации липидов и образование хелатных (*chelate*) комплексов с металлами. Благодаря фенольной структуре молекулы флавоноиды выступают в качестве скавенджеров свободных радикалов, а также обуславливают механизмы их детоксикации [3, 9, 22, 24, 26, 27]. Особое место в исследованиях различных авторов отведено цитопротекторным эффектам флавоноидов [3, 9, 25]. Присутствие физиологически важных органических кислот и фитонциды обеспечивают приятный вкус и запах полученных экстрактов.

Введение растительных экстрактов позволило увеличить антиоксидантную активность (АОА) диетических добавок в среднем более чем в 1,5 раза по сравнению АОА биополимеров моллюсков (табл. 2).

В международном детском медицинском Центре «Евпатория» д. м. н., проф. Н. Н. Каладзе были проведены исследования по влиянию диетических добавок «Флабимолл» – экстрактов из мидий и греческого ореха, а также из мидий и сиропа греческого ореха – на иммунный статус, процессы ПОЛ и антиоксидантную защиту (АОЗ) у 60 детей из районов антропогенного загрязнения возрастом от 7 до 15 лет, принимавших добавку в течение 21 дня в дозе 0,2 г/кг массы тела. Исходное состояние клеточного и гуморального иммунитета у детей характеризовалось Т-лимфоцитопенией, сниженными уровнями субпопуляций Т-лимфоцитов, сохраненным уровнем В-лимфоцитов, сниженным уровнем естественных киллеров NK, достоверно ( $p<0,05$ ) повышенными уровнями СД25\* и СД95, ука-

\* Номера CD (англ. cluster of differentiation) используются для идентификации моноклональными антителами поверхностных антигенов клеток, главным образом лейкоцитов.

**Таблица 2. Сравнительные данные по антиоксидантной активности биополимеров моллюсков, растительных экстрактов и диетических добавок**

Наименование образца	АОА <sup>2)</sup>	Наименование образца	АОА	Наименование образца	АОА
Биополимер из мидий <sup>1)</sup> <sub>[51]</sub>	12,0-16,0	Экстракт из греческого ореха <sub>[10-13]</sub>	21,0-29,0	Экстракт из мидий с греческим орехом <sub>[45]</sub>	22,0-23,5
		Экстракт из сиропа греческого ореха <sub>[18-20]</sub>	19,5-19,8	Экстракт из мидий с сиропом греческого ореха <sub>[45]</sub>	18,5-20,0
Биополимер из рапаны <sub>[55]</sub>	15,4-17,0	Экстракт из шиповника <sub>[12-15]</sub>	20,0-20,8	Экстракт из рапаны с шиповником <sub>[45]</sub>	21,0-24,0

Примечание: <sup>1)</sup> – содержание сухих веществ в образце, в %; <sup>2)</sup> – АОА определяли хемилюминесцентным методом с использованием пероксидисульфита натрия в щелочной среде согласно И. Е. Калиниченко и соавт. [14].

зывающие на усиление апоптических процессов, гиперпродукцию ЦИК\*\*, достоверно ( $p<0,05, 0,01$ ) повышенные уровни Ig M и Ig A.

Исследованиями состояния клеточного (СД3, СД4, СД8, СД16, СД22, СД25, СД95) и гуморального (Ig M, Ig G, Ig A) иммунитета установлено, что применение экстрактов из мидий оказывает выраженное иммуномодулирующее действие, проявляющееся достоверным увеличением содержания субпопуляций – СД3, СД4, СД8 и иммунорегуляторного индекса, снижением интенсивности процессов апоптоза и антителообразования. Положительная динамика показателей клеточного и гуморального иммунитета у детей, получавших экстракти, была достоверно выше в сравнении с группой детей (25 человек), не получавших пищевую добавку.

Кроме того, диетические добавки проявляли регулирующее действие на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты.

Применение диетической добавки линии «Флабимолл» – экстракта из рапаны с шиповником – у 14 больных в возрасте 58-69 лет с ишемической болезнью сердца, проявлениями церебрального и коронарного атеросклероза позволило отметить положительную и достоверную динамику снижения уровней холестерина, триглицеридов, липидов низкой плотности, сочетающуюся с урежением ЭКГ-нарушений ритма и проводимости, нормализацией артериального давления.

Полтавским областным онкологическим центром и кафедрами радиологии и клинической фармакологии с курсом иммунологии УМСА д. м. н., проф. В. Ф. Потчерняевой, к. м. н., доцентом Л. А. Муляр в течение 5,5 мес. проводились наблюдения за 18 больными с разными формами онкопатологии, которые на фоне химио- и лучевой терапии получали Флабимолл (экстракт из мидий с греческим орехом) в дозе 0,4 г/кг массы тела в течение 45 дней. Контролем служили 8 онкобольных, получавших традиционную терапию. До начала лечения и через 2 месяца больным проводили иммунологические исследования.

Результаты наблюдений показали, что до начала терапии имел место комбинирований иммунодефицит. У больных выявлена лимфопения за счет снижения

\*\* ЦИК – циркулирующие иммунные комплексы.

в основном клеточного звена. Уменьшалось количество как Т-хелперов (СД4), так и Т-эффекторов-супрессоров (СД8). Иммунорегуляторный индекс у всех больных был резко снижен. Гуморальное звено иммунитета несколько активировано ( $\uparrow$ В-лимфоцитов), увеличено количество циркулирующих иммунных комплексов, свидетельствующее об усилении аутоиммунных реакций. В результате лечения повысилось как общее количество лимфоцитов, так и субпопуляции Т-лимфоцитов; практически достиг нормы иммунорегуляторный индекс, что свидетельствует о высокой иммуномодулирующей активности исследованного экстракта.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать диетические добавки линии «Флабимолл» для повышения иммунитета, антиоксидантной защиты и общего укрепления организма в лечебном и профилактическом питании. ЮГ-НИРО совместно с Институтом проблем эндокринной патологии им. В. Я. Данилевского АМНУ (г. Харьков) проводят работы по установлению возможности применения диетических добавок в комплексном лечении заболеваний щитовидной железы и различных форм диабета.

Разработана и утверждена нормативная документация на диетические добавки – экстракти из моллюсков и растительного сырья, получено Заключение Министерства охраны здоровья Украины. Работы по расширению ассортимента вырабатываемой продукции и установлению их функциональных свойств продолжаются, оформлены заявки на изобретение.

Таким образом, комплексный подход к проблеме культивирования и переработки моллюсков с получением продукции функционального назначения будет, с одной стороны, способствовать эффективному решению задач оптимизации питания, направленному на оздоровление людей, с другой – может превратить конхиокультуру в новую масштабную, рентабельную и наукоемкую отрасль народного хозяйства.

### *Литература*

1. **Бабенко Н. А., Битютская О. Е.** Изучение возможной противоопухолевой активности препарата из черноморских мидий // Труды КГМУ им. С. И. Георгиевского. – Симферополь: Центр КГМУ, 2001. – 137 (1). – С. 32-35.
2. **Будниченко В. А.** Мировое производство аквакультуры и основные направления развития в социалистических странах // Рыбное хозяйство Украины. – 2001. – № 3-4. – С. 29-31.
3. **Великая Н. В., Залесский В. Н.** К вопросу о предупреждении развития апоптоза нейронов флавоноидами – фенолсодержащими соединениями растительных продуктов // Проблеми харчування. – 2004. – № 1 (2). – С. 44-52.
4. **Горбенко Т. И., Битютская О. Е.** Изучение антидиабетических свойств препарата из черноморской мидии // Ученые записки Таврического национального университета. – Симферополь, 2001. – Т. 14. – Вып. 53. – №1. – С. 95-104.
5. **Губанов Е. П.** Морское рыбное хозяйство Украины и его научно-техническое обеспечение // Рыбное хозяйство Украины. – 1999. – № 1. – С. 3-8.

6. Губанова А. Г., Симонова Л. И., Битютская О. Е., Абрамов Л. П. Радиозащитное действие биопрепаратов из мидий и рапаны // Труды ЮГНИРО. – Керчь: ЮГНИРО, 1995. – № 41. – С. 171-177.
7. Губанова А. Г., Битютская О. Е. Здоровое питание – питание XXI века // Рыбное хозяйство Украины. – 2000. – № 1. – С. 51-52.
8. Душкина Л. А. Биологические основы марикультуры. – М.: ВНИРО, 1998. – 319 с.
9. Залесский В. Н., Великая Н. В. Антиапотические, проапотические и антитоксические реакции молекул флавоноидов – растительных фенолов // Проблеми харчування. – 2003. – № 1. – С. 38-43.
10. Золотницкий А. П., Кузнецов Ю. В., Борисов Л. А. Культивирование мидий в Черном море // Рыбное хозяйство. – 1983. – № 9. – С. 38-45.
11. Золотницкий А. П., Вижевский В. И. Рост и продукция мидий Керченского пролива // Биология и культивирование моллюсков. – 1987. – С. 80-87.
12. Иорданов Д., Николов П., Бойченов А. Фитотерапия. – София: Медицина и физкультура, 1973. – 330 с.
13. Камрат Э. П. Очищение и лечение греческим орехом. – Днепропетровск, 2000. – 60 с.
14. Калиниченко И. Е., Шевченко И. М. Хемилюминесценция. Определение ингибиторов с помощью некаталитической реакции люминола с пероксидисульфатом // Укр. хим. журн. – 1996. – Т. 62. – № 3. – С. 43-46.
15. Марри Р., Грендер Д., Мейес П., Родзелл В. Биохимия человека. – М.: Мир, 1993. – Т. 1. – 381 с.
16. Моисеев П. А. Некоторые тенденции развития морской аквакультуры // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России. – М.: ВНИРО, 1996. – С. 48-56.
17. Овсянникова Т. Н., Забелина И. А., Битютская О. Е. Возможные молекулярные механизмы действия препарата из мидий в организме крыс с аллоксановым диабетом // Украинский биохимический журнал. – 2002. – Т. 44. – Вып. 4 а. – С. 66.
18. Петков В. Современная фитотерапия. – София: Медицина и физкультура, 1988. – 504 с.
19. Попов А. П. Лекарственные растения в народной медицине. – Киев: РИМП София, 1993. – 151 с.
20. Симонова Л. И., Абрамова А. П., Битютская О. Е. Антиоксиданты в лекарственной терапии онкологических заболеваний. Препараты из гидробионтов // В кн.: Онкология-2000. Тезисы докладов 2-го Международного съезда онкологов стран СНГ. – Киев, 2000. – С. 121-122.
21. Супрунович А. В., Заграницный С. В., Переладов М. М., Куликова В. А. Практические рекомендации по выращиванию мидий в Крыму // Состояние и перспективы улучшения использования морской экосистемы прибрежной части Крыма. – Севастополь, 1983. – С. 183-184.
22. Хайлов К. М. Возможны ли экологические принципы аквакультуры? // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. – Сер.: Биологические ресурсы гидросферы и их использование. – М.: Наука, 1985. – С. 40-54.

23. **Dore S., Bastianetto S., Kar S.** et al. Protective and rescuing abilities of IGF-1 and some putative free radical scavengers against beta-amyloid toxicity in neurons // Ann. NY Acad. Sci. – 1999. – Vol. 890. – P. 356-364.
24. **Ishige K., Schubert D., Sagara Y.** Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms // Free Radic. Biol. Med. – 2001. – Vol. 30. – P. 433-446.
25. **Nakayama T., Yamada M., Osawa T.** et al. Suppression of active oxygen-induced cytotoxicity by flavonoids // Biochem. Pharmacol. – 1993. – Vol. 45. – P. 265-267.
26. **Paladini A. C., Marder M., Viola H.** et al. Flavonoids and the central nervous systems: from forgotten factors to potent anxiolytic compounds // J. Pharm. Pharmacol. – 1999. – Vol. 51. – P. 519-526.
27. **Morel I., Cillard P., Cillard J.** Flavonoid – metal interaction in biological systems In: (Eds) C. Rice-Evans and L. Parcer. Marcel Dekker, New York, 1997. – P. 67-90.

## Содержание

<b>Панов Б. Н., Троценко Б. Г.</b> Об основных производственных достижениях ЮГНИРО .....	4
<b>Туркулова В. Н., Солодовников А. А., Крючков В. Г., Битютская О. Е.</b> Результаты и перспективы исследований ЮГНИРО в области марикультуры .....	9
<b>Изергин Л. В., Демьяненко К. В.</b> Аквакультура как путь к сохранению биоразнообразия и запасов водных живых ресурсов Азовского бассейна .....	19
<b>Бушуев С. Г., Рыжко В. Е., Черников Г. Б.</b> Проблемы и перспективы деятельности специализированных товарных рыбных хозяйств в Одесской области .....	22
<b>Туркулова В. Н.</b> Морфофизиологическая характеристика самцов кефали лобана ( <i>Mugil cephalus</i> L.) в разные периоды его нерестового хода через Керченский пролив .....	28
<b>Булли Л. И.</b> Влияние условий созревания самок азово-черноморских кефалей: лобана, сингиля и пиленгаса на рыбоводные показатели икры .....	34
<b>Новоселова Н. В., Туркулова В. Н.</b> К методике массового культивирования живых кормов в условиях низкой температуры для молоди ценных морских видов рыб .....	41
<b>Золотницкий А. П., Орленко А. Н., Крючков В. Г., Сытник Н. А.</b> К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав .....	48
<b>Евстигнеева И. К., Нехорошев М. В.</b> Морфофункциональные особенности видов рода <i>Phyllophora</i> Grev. в условиях поля Зернова (Черное море) .....	55
<b>Киреева Е. В.</b> Структурные особенности вегетативной сферы <i>Zostera marina</i> L. и <i>Zostera noltii</i> Hornem. в лиманах Северного Причерноморья и Приазовья .....	64
<b>Далёкая Л. Б.</b> Культивирование гидроида <i>Obelia loveni</i> (Allm.) и оценка структурных характеристик поселений .....	71
<b>Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.</b> Макрофитобентос мелководья Западного Крыма .....	79
<b>Харчук И. А., Брянцева Ю. В.</b> Изменчивость морфометрических характеристик клеток морских микроводорослей в результате дегидратации – регидратации .....	87
<b>Мильчакова Н. А.</b> Морские травы южных морей Евразии: состав, распространение и структурно-функциональные особенности (обзор) .....	93
<b>Артамонов Ю. В., Белокопытов В. Н., Бабий М. В., Скрипалева Е. А.</b> Особенности сезонной изменчивости температуры поверхности и циркуляции вод Черного моря .....	102
<b>Куфтаркова Е. А., Родионова Н. Ю., Губанов В. И., Бобко Н. И.</b> Гидрохимическая характеристика отдельных бухт Севастопольского взморья .....	110
<b>Попов М. А., Ковригина Н. П., Лисицкая Е. В.</b> Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты .....	118

<b>Серикова И. М., Токарев Ю. Н.</b> Суточная изменчивость тонкой структуры поля биолюминесценции в Черном море .....	125
<b>Панов Б. Н., Смирнов С. С.</b> Отраслевая ГИС «Морские живые ресурсы Азово-Черноморского бассейна» .....	133
<b>Боровская Р. В., Лексикова Л. А.</b> О Возможности использования спутниковой информации в исследовании Азово-Черноморского бассейна .....	138
<b>Новиков Н. П., Тимохин И. Г., Иванин Н. А., Усачев С. И.</b> Ихтиофауна Западно-Индийского подводного хребта (состав, рыбопромысловая оценка, пути рационального использования) .....	145
<b>Старцев А. В., Филатов В. Н.</b> Состояние запасов тихоокеанской сайры и перспективы промысла в современный период .....	160
<b>Тимохин И. Г., Кухарев Н. Н.</b> Состояние запасов перуанской ставриды <i>Trachurus murphyi</i> в открытых водах юго-восточной части Тихого океана (районы ФАО 81, 87) и перспективы возобновления украинского промысла .....	162
<b>Скрипалева Е. А.</b> Изменчивость структуры вод апвеллинговых зон в южных тропиках Тихого и Атлантического океанов .....	174
<b>Кочергин А. Т., Коршунова Г. П.</b> Некоторые аспекты связи астрогеофизических, гидрометеорологических и промыслово-биологических характеристик в промысловых районах СЗА, ЦВА, ЮВА и ЗИХ .....	181
<b>Битютская О. Е., Овсянникова Т. Н., Губанова А. Г., Лавриненко О. И., Борисова Л. П., Салахова Н. И., Зимина Л. П.</b> Новые пищевые добавки функционального назначения – «Флабимолл» – на основе моллюсков и лекарственных растений .....	186

## Content

<b>Panov B. N., Trotsenko B. G.</b> On main production achievements of YugNIRO .....	4
<b>Turkulova V. N., Solodovnikov A. A., Kryuchkov V. G., Bityutskaya O. E.</b>	
Results and prospects of YugNIRO research in the field of mariculture .....	9
<b>Izergin L. V., Demyanenko K. V.</b> Aquaculture as a way to conservation of biodiversity and stocks of the Azov basin marine living resources .....	19
<b>Bushuev S. G., Ryzhko V. E., Chernikov G. B.</b> Problems and prospects of activities of specialized commercials fish farms in the Odessa Region .....	22
<b>Turkulova V. N.</b> Morpho-physiological characteristics of grey mullet ( <i>Mugil cephalus</i> L.) males in different periods of their spawning migrations across the Kerch Strait .....	28
<b>Bulli L. I.</b> Impact of maturation conditions of the Azon-Black Sea mullet females: grey mullet, long-finned mullet and Pacific mullet on fish culture indices of eggs .....	34
<b>Novoselova N. V., Turkulova V. N.</b> On methods of mass culture of live foods in low temperature conditions for juveniles of valuable marine fish species .....	41
<b>Zolotnitskiy A. P., Orlenko A. N., Kryuchkov V. G., Sytnik N. A.</b>	
On organisation of large scale culture of oysters in the Donuzlav Lake .....	48
<b>Evstigneyeva I. K., Nekhoroshev M. V.</b> Morpho-functional features of <i>Phyllophora</i> Grev. genus species in conditions of Zernovýs field (the Black Sea) .....	55
<b>Kireyeva E. V.</b> Structural features of <i>Zostera marina</i> L. and <i>Zostera noltii</i> Hornem. vegetative sphere in the lagoons of the Northern Black Sea and the Azov Sea areas .....	64
<b>Dalyekaya L. B.</b> Culture of hydroid <i>Obelia loveni</i> (Allm.) and assessment of structural features of the populations .....	71
<b>Evstigneyeva I. K., Tankovskaya I. N.</b> Macrophytobenthos of the Western Crimea shallow waters .....	79
<b>Kharchuk I. A., Bryantseva Yu. V.</b> Variability of morphometric features of marine microalgae cells as a result of dehydration – rehydration .....	87
<b>Milchakova N. A.</b> Marine weeds of Eurasia southern seas: composition, distribution and srustructural-functional features (review) .....	93
<b>Artamonov Yu. V., Belokopytov V. N., Babiy M. V., Skripaleva E. A.</b>	
Features of seasonal temperature variability of the surface and water circulation of the Black Sea .....	102
<b>Kuftakova E. A., Rodionova N. Yu., Goubanov V. I., Bobko N. I.</b>	
Hydrochemical characteristics of several bays of Sevastopol coast .....	110
<b>Popov M. A., Kovrigina N. P., Lisitskaya E. V.</b> Complex monitoring of the Balaklavskaya Bay waters .....	118

<b>Serikova I. M., Tokarev Yu. N.</b> Daily variability of the luminescence field fine structure in the Black Sea .....	125
<b>Panov B. N., Smirnov S. S.</b> Sector GIS «Marine living resources of the Azov-Black Sea basin» .....	133
<b>Borovskaya R. V., Leksikova L. A.</b> On possibility of the satellite information use in research of the Azov-Black Sea basin .....	138
<b>Novikov N. P., Timokhin I. G., Ivanin N. A., Usachev S. I.</b> Ichthyofauna of the Western-Indian Ridge (composition, fishery assessment, ways of effective utilization) .....	145
<b>Startsev A. V., Filatov V. N.</b> State of Pacific saury stocks and fishery prospects in the current period .....	160
<b>Timokhin I. G., Kukharev N. N.</b> State of jack mackerel <i>Trachurus murphyi</i> stocks in high seas of the south-eastern Pacific Ocean (FAO areas 81, 87) and prospects of Ukrainian fishery restoration .....	162
<b>Skripaleva E. A.</b> Structure variability of waters in upwelling zones of the Pacific and Atlantic Oceans southern tropics .....	174
<b>Kochergin A. T., Korshunova G. P.</b> Certain aspects of astrogeophysical, hydrometeorological and fishery-biological characteristics in fishery areas of CWA, CEA, SEA and WIR .....	181
<b>Bityutskaya O. E., Ovsyannikova T. N., Goubanova A. G., Lavrinenko O. I., Borisova L. P., Salakhova N. I., Zimina L. P.</b> New food additives of functional purpose – «Flobimoll» – on the basis of molluscs and medicinal herbs .....	186