

ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ (ДЕРЖРИБАГЕНТСТВО)
ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ЮГНИРО)
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО
НАН УКРАИНЫ (ИНБЮМ НАНУ)
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН УКРАИНЫ (МГИ НАНУ)
ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА НААН УКРАИНЫ (ИРХ НААНУ)
ФГУП «АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ФГУП «АЗНИИРХ»)
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ БОЛГАРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (IO BAS)
NATIONAL INSTITUTE FOR MARINE RESEARCH AND DEVELOPMENT
“GRIGORE ANTIPIA” (NIMRD)
TRABZON CENTRAL FISHERIES RESEARCH INSTITUTE

МАТЕРИАЛЫ
VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА»

г. Керчь, 26 - 27 июня 2013 г.

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

Редакционная коллегия:

д. б. н., проф. Н. П. Новиков
д. геогр. н., проф. В. А. Брянцев
д. геогр. н., проф. П. Д. Ломакин
к. б. н., ст. н. с. В. А. Шляхов
к. геогр. н., ст. н. с. Б. Г. Троценко
к. б. н. Л. И. Булли
А. А. Солодовников
В. Н. Туркулова

Editor-in-chief
Ph. D. (Geography) **О. А. PETRENKO**

Editor Board:

Fellow (Biology) N. P. Novikov
Fellow (Geography) V. A. Bryantsev
Fellow (Geography) P. D. Lomakin
Ph. D. (Biology) V. A. Shlyakhov
Ph. D. (Geography) B. G. Trotsenko
Ph. D. (Biology) L. I. Bulli
A. A. Solodovnikov
V. N. Turkulova

© АВТОРСКОЕ ПРАВО

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

Ответственность за достоверность представленной в публикации информации несут авторы.

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

Телефон (приемная): +380656121012

Факс: +380656161627

E-mail: yugniro@kerch.com.ua

<http://yugniro.in.ua>

УДК 639.2/.3+574.5(262.5+262.54)

Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII Международной конференции. Керчь, 26-27 июня 2013 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – 251 с.

В материалах конференции публикуются доклады по изучению и использованию водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна, океанологическим исследованиям и состоянию экосистем в условиях антропогенного воздействия, состоянию и перспективам аквакультуры украинской части Азово-Черноморья, результатам ихтиологических изысканий в Мировом океане и информационному обеспечению исследований.

Сучасні рибогосподарські та екологічні проблеми Азово-Чорноморського регіону : матеріали VIII Міжнародної конференції. Керч, 26-27 червня 2013 р. – Керч: ПівденНІРО, 2013. – 251 с.

У матеріалах конференції опубліковано доповіді з вивчення і використання водних біоресурсів Азово-Чорноморського басейну, океанологічних досліджень та стану екосистем в умовах антропогенного впливу, стану і перспектив аквакультури української частини Азово-Чорномор'я, результати іхтіологічних досліджень у Світовому океані та інформаційного забезпечення досліджень.

Current fishery and environmental problems of the Azov and Black Seas Region : materials of VIII International Conference. Kerch, 26-27 June 2013. – Kerch: YugNIRO Publishers', 2013. – 251 p.

Conference proceedings contain reports on studying and use of the Azov and Black Seas Basin aquatic bioresources, oceanologic research and the ecosystem state in conditions of anthropogenic impact, studies on the aquaculture state and prospects in the Ukrainian part of the Azov and Black Seas Region, papers on the results of ichthyologic investigations in the World Ocean and information support of the research.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗИМОВАЛЬНЫХ СКОПЛЕНИЙ ХАМСЫ (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS* (L)) У ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

А. Н. Гришин¹, В. В. Сербин², Л. В. Крискевич²

¹Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

²Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

Представлена информация о наличии зимовальных скоплений хамсы в Черном море на фоне отклонений от нормы температуры поверхностного слоя воды в декабре за период с 1950 по 2013 г. На основе анализа связи между ожирением пищеварительного тракта у хамсы из разных районов Азово-Черноморского бассейна установлена доля мигрирующих из Азовского моря косяков в зимовальных скоплениях рыб у Восточного побережья Крыма.

Ключевые слова: хамса, миграция, зимовальные скопления, температура, направление ветра, длина, ожирение, уловы

Climatic preconditions of formation of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* (L)) wintering aggregations at the eastern coast of the Crimea. A. N. Grishin, V. V. Serbin, K. V. Kriskevich. *The data on wintering aggregations of the anchovy in the Black Sea in light of the deviations from the sea surface temperature norm in December during the period from 1950 to 2013 are presented. On the basis of the correlation analysis between fatty digestive tract of the anchovy in different areas of the Azov and Black Seas Basin, the percentage of fish schools, migrating from the Azov Sea, in the wintering fish aggregations at the eastern coast of the Crimea is estimated.*

Keywords: *Engraulis encrasicolus*, migration, wintering aggregations, temperature, wind direction, length, fattening, catches

Введение

Хамса – традиционный и основной объект промысла в Азово-Черноморском бассейне, от добычи которого зависит успех деятельности рыбодобывающих предприятий всех причерноморских государств. В схеме ее онтогенеза

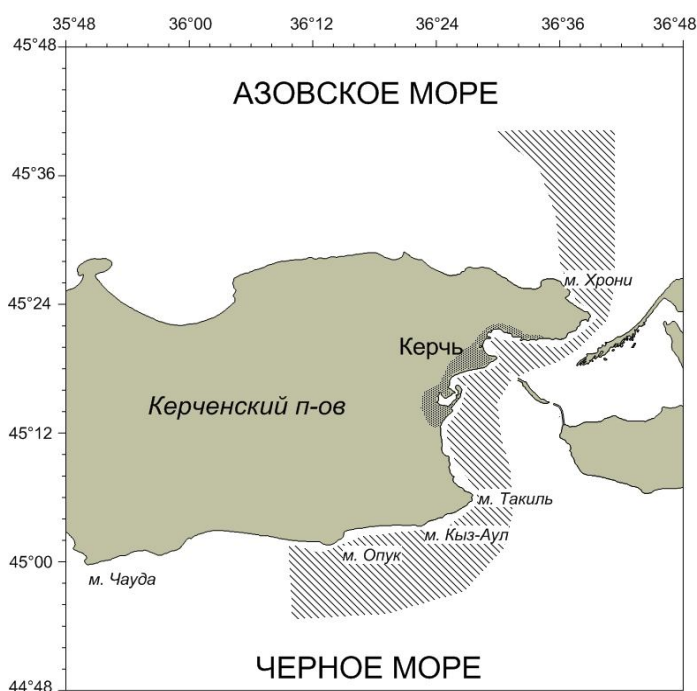


Рисунок 1. Район исследований

четко выделяются три фазы: зимовка, размножение и нагул. Региональное распределение рыб в эти периоды существенно меняется, определяя промысловое значение отдельных районов Черного и Азовского морей. Активный промысел Украиной мигрирующей и зимующей хамсы после развала Советского Союза и разграничения шельфа Черного моря на экономические зоны существенно сократился по срокам и районам. Все его восточное побережье (рис. 1), где ранее Украина в течение зимних месяцев вылавливала до 50 тыс. т, в настоящее время недоступно для промысла. Современный промысел мигрирующей из Азовского моря хамсы развивается только в Керченском проливе и предпроливных зонах со стороны Азовского и Черного морей в ко-

роткий период (октябрь-декабрь) осенней миграции косяков на зимовку. Сокращение сроков и районов промысла хамсы привело к потере внутреннего потребительского рынка и, как следствие, отсутствию средств на поддержание инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса.

Улучшить ситуацию возможно, если обратить внимание на акваторию Черного моря, прилегающую к Восточному побережью Крыма (м. Такиль – м. Чауда). Ранее на этой акватории промысел хамсы в зимние месяцы (январь-февраль) развивался слабо и нерегулярно, однако за последние годы (2010-2013) в этом районе фиксировались скопления зимующей хамсы, вылов которой за три зимних месяца 2013 г. составил около 5 тыс. т.

Цель данного исследования – изучить климатические предпосылки формирования скоплений и внутривидовую принадлежность хамсы, зимующей у Восточного побережья Крыма (Керченская предпроливная зона).

Актуальность исследований определяется необходимостью расширения для Украины ресурсного потенциала прибрежных экосистем. Изучение распределения и поведения хамсы в период миграции и зимовки у Восточного побережья Крыма в современных условиях имеет прикладное значение, поскольку позволяет скорректировать существующую методику составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов ожидаемых районов и сроков ее массовой зимовки у берегов Крыма.

Материал и методы

Материал для исследований был собран в промысловые сезоны 2010/2011, 2011/2012 и 2012/2013 гг. в период с октября по май. Хамса для биологического анализа и массовых промеров отбиралась из уловов промысловыми тралами и кошельками с сетной вставкой 8,0 мм. Район лова включал в себя Азовское море (Керченское предпроливье), Керченский пролив и шельфовую зону Черного моря, прилегающую к Керченскому проливу между мысами Такиль и Опук (рис.1).

Отбор проб осуществлялся согласно общепринятым методикам [2]. Длину рыб измеряли от вершины рыла до конца позвоночника (Lst, мм) и от вершины рыла до конца срединных лучей хвостового плавника (по Смиту). Материалы хранятся в фондах ИнБЮМ НАНУ (г. Севастополь). Всего за три промысловых сезона с октября по май обработано 73 пробы и около 18000 экземпляров рыб.

Основная часть

На рисунке 2 в виде точек представлена информация о наличии зимовальных скоплений хамсы в Черном море (фонды ЮгНИРО) на фоне графика отклонений от нормы температуры поверхностного слоя воды в декабре за период с 1950 по 2013 г. (по данным наблюдений гидропоста Одесского порта). Сопоставление районов зимовок с динамикой температуры воды в декабре показало, что у Кавказского побережья зимние скопления хамсы отмечались ежегодно. У Южного берега Крыма (ЮБК) хамса оставалась на зимовку, только когда средняя температура воды была выше среднегодовой нормы не менее чем на 0,7-1,0 °С. У Восточного побережья Крыма отмечено пять случаев зимовки хамсы, при этом средняя температура воды в декабре превышала норму на 2,5 °С. За последние пять лет зимовальные скопления были отмечены в 2010/2011, 2011/2012 и 2012/2013 гг. Зимы в перечисленные годы были исключительно теплыми и отличались слабым развитием штормовых ветров (на примере декабря 2012 г.) северо-восточного направления (рис. 3), традиционных для этого района Крыма (на примере декабря 2005 г.). В результате, выход косяков хамсы из Азовского моря не был обусловлен резким понижением температуры воды, а в последующем (январь-март), у Восточного побережья Крыма были обнаружены зимовальные скопления хамсы, которые успешно облавливались на протяжении всего зимнего периода до весеннего (март-апрель) подъема хамсы в верхние слои воды.

Поскольку нет единого мнения о популяционной принадлежности хамсы, зимующей у Крымского побережья [2-10], то одной из задач данной работы было выяснить, какова доля мигрирующей из Азовского моря хамсы в зимовальных скоплениях рыб у Восточного побережья Крыма. Чтобы ответить на данный вопрос, был использован метод, включающий анализ связи между длиной и ожирением внутренних органов у рыб по мере перемещения косяков из Азовского моря

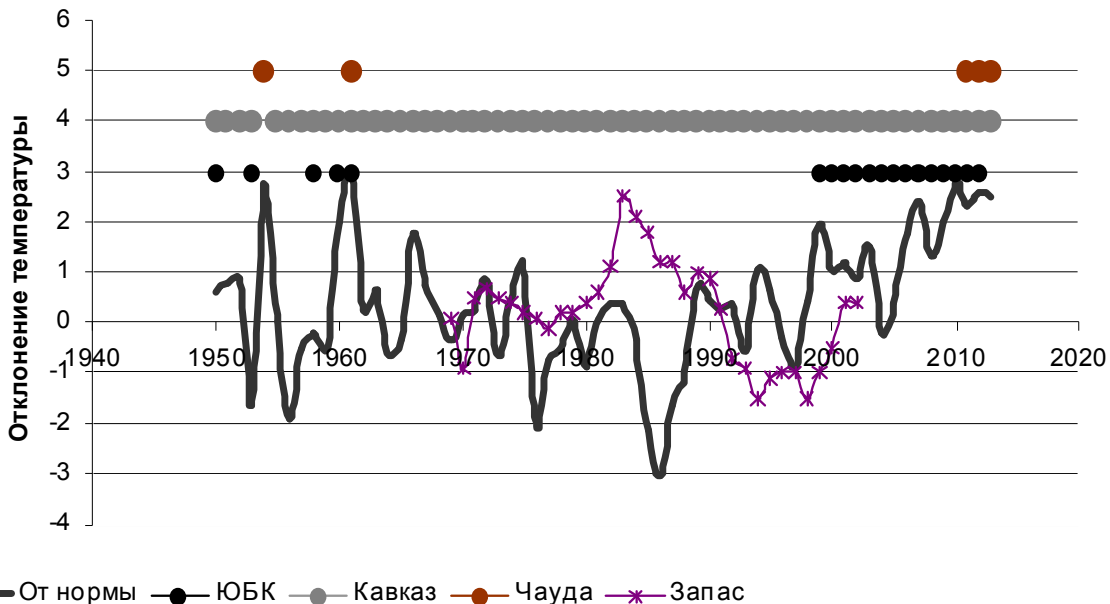


Рисунок 2. Отклонение температуры от нормы и наличие зимовальных скоплений в районе ЮБК, на Кавказе, в Восточном Крыму [1]

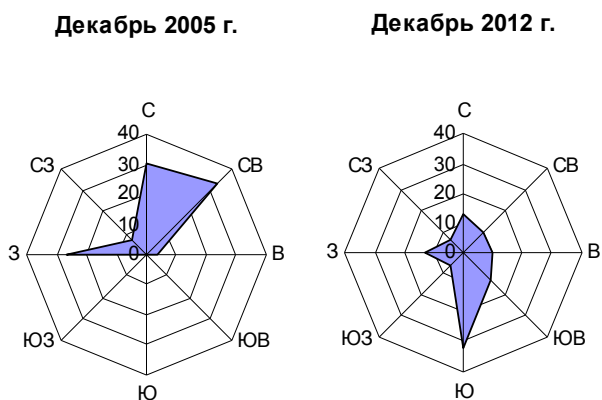


Рисунок 3. Роза ветров у Восточного побережья Крыма (данные метеостанции г. Керчь)

к предполагаемым местам зимовки у Восточного или Западного побережья Крыма. Было установлено, что эта связь у рыб из разных районов (в январе 2012, 2013 гг.) положительна и прямолинейна (рис. 4). Весьма показательно, что при сравнении хамсы, зимующей у Восточного побережья Крыма, с мигрирующей из Азовского моря не обнаружено различия в зависимости «ожирение – длина рыб». В то время как между рыбами из западного (Евпатория, м. Лукулл, Доузлав) и Восточного побережья Крыма (м. Опук) такие различия имеются (рис. 4).

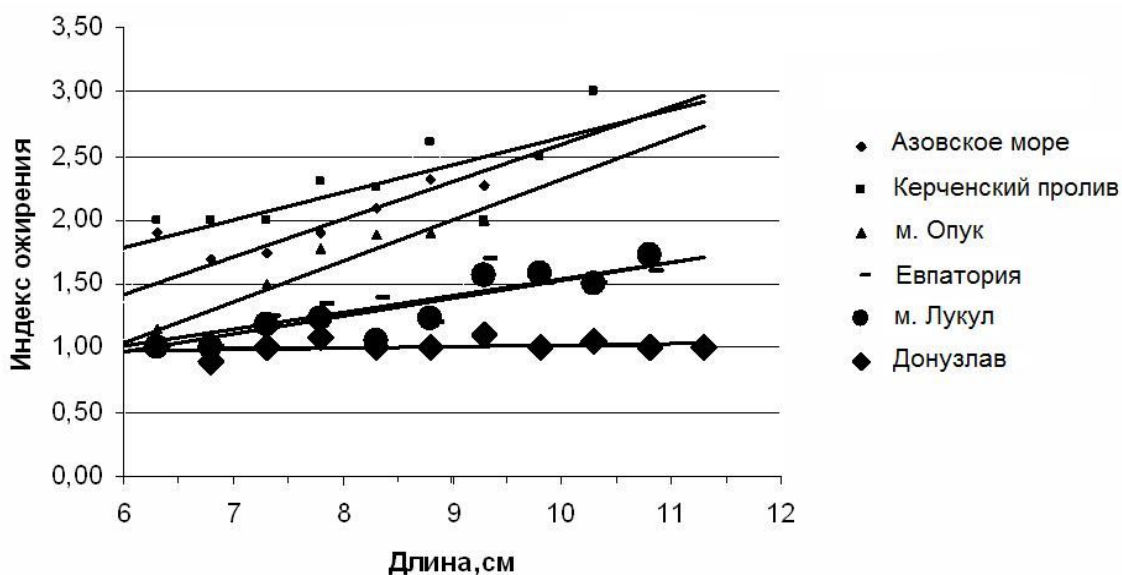


Рисунок 4. Связь между размером хамсы и ожирением ее пищеварительной системы

Как видно из уравнений:

$$y = (0,289 \pm 0,096) x \text{ (м. Опук);}$$

$$y = (0,289 \pm 0,096) x \text{ (Евпатория, м Лукулл, Донузлав),}$$

коэффициенты регрессии для восточной части моря превышают таковые для западной, а свободные члены в обоих уравнениях регрессии значимо не отличаются от нуля. Очевидно, что это явление обусловлено неодинаковыми условиями нагула рыб и может быть использовано в качестве критерия, позволяющего утверждать, что у Восточного побережья Крыма формируются зимовальные скопления хамсы за счет косяков рыб, мигрирующих из Азовского моря.

Заключение

Проанализированный материал позволяет обнаружить тенденцию между образованием зимовальных скоплений хамсы у Восточного побережья Крыма и метеорологическими условиями. За последние 5 лет хамса оставалась здесь на зимовку в 2010/2011, 2011/2012 и 2012/2013 гг. В эти годы средняя температура воды в декабре была выше среднемноголетней нормы на 2,5 °С, преобладали слабые ветра южных направлений, поэтому значительного осенне-зимнего охлаждения воды не наблюдалось.

Эксплуатация зимовальных скоплений предполагает изучение внутривидовой неоднородности – доли мигрирующих из Азовского моря рыб в скоплениях. Было установлено, что зависимость между ожирением рыб и их размерами в обоих районах положительна и прямолинейна. Все эти факты позволяют утверждать, что у Восточного побережья Крыма формируются зимовальные скопления хамсы за счет рыб, мигрирующих из Азовского моря.

Литература

1. Данилевский Н.Н. Биологические циклы черноморского анчоуса и динамика его численности : отчет о НИР / АзЧерНИРО; исп.: Данилевский Н.Н., Майорова А.А. – Керчь, 1962. – 259 с.
2. Данилевский Н.Н., Камбуров Г.Г. К изучению распределения анчоусов Азово-Черноморского бассейна при помощи овоцито-паразитологического метода // Вопр. ихтиологии. – 1969. – 9, № 6. – С. 1118-1125.
3. Зув Г. В., Гуцал Д.К., Мельникова Е. Б., Бондарев В.А. К вопросу о внутривидовой неоднородности зимующей у побережья Крыма хамсы // Рыбн. хозяйство Украины. – 2007. – 6 (53). – С. 2-9.
4. Калнин В.В., Калнина О.В. Генетическая дифференциация и репродуктивные взаимоотношения азовской и черноморской рас европейского анчоуса : сообщение III. Интрогрессивная гибридизация рас и популяционная структура анчоуса Черного моря // Генетика. – 1985. – 21, № 8. – С. 1352-1360.
5. Максимов Н.Е. Образ жизни промысловых рыб и их лов у берегов Болгарии и Румынии в западной части Черного моря // Ежег. зоол. музея импер. акад. наук. – 1913. – 18, № 1. – С. 1-52.
6. Малятский С.М. К вопросу о миграциях некоторых рыб Черного моря // Тр. научн. рыбхоз. и биолог. станции Грузии. – 1934. – I, вып. 1. – С. 211-236.
7. Майорова А.А. Распределение и промысел черноморской хамсы (предварительное сообщение) // Тр. АзЧерНИРО. – 1950. – Вып. 14. – С. 11-34.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром., 1966. – 375 с.
9. Пузанов И.И. О местных популяциях черноморского анчоуса // Научн. ежегодн. Одесск. ун-та. – 1957. – С. 254-257.
10. Тараненко Н.Ф. Поведение хамсы на местах ее зимовок в Черном море // Тр. АзЧерНИРО. – 1958. – Вып. 17. – С. 111-140.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРМОГАЛИННОГО РАССЛОЕНИЯ ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ

А. П. Куропаткин, Д. С. Бурлачко, В. Г. Карманов, С. В. Жукова,
В. М. Шишкин, Т. И. Подмарева, И. Ф. Фоменко, Л. А. Лутынская

ФГУП «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»
(ФГУП «АзНИИРХ»)

В работе рассмотрены закономерности и особенности формирования пространственно-временной структуры термогалинного расслоения Азовского моря, установленные по результатам сезонных (весна, лето, осень) экспедиционных исследований за период 1961-2012 гг. Определены ведущие факторы возникновения термического и солевого расслоения водной толщи.

Ключевые слова: вертикальная устойчивость, солевая и температурная составляющие, термический режим, соленость, речной сток, ветровая активность

Research of regularities in spatio-temporal structure formation of thermohaline stratification of the Azov Sea waters. A.P. Kuropatkin, D.S. Burlachko, V.G. Karmanov, S.V. Zhukova, V.M. Shishkin, T.I. Podmareva, I.F. Fomenko, L.A. Lutynskaya. *The regularities and features of spatio-temporal structure formation of the thermohaline stratification of the Azov Sea, established due to the seasonal (spring, summer, autumn) expeditionary research results during the period of 1961-2012, are considered. The main factors causing thermal and salt stratification of the water column are indicated.*

Keywords: vertical stability, salt and temperature component, thermal regime, salinity, river flow, wind activity

Географическое положение и мелководность Азовского моря, способствующая активному прогреванию поверхностных слоев воды, наряду с постоянным притоком речных вод приводит к существенному расслоению водной толщи по вертикали. Наличие стратификации водной толщи существенно замедляет, а иногда и прекращает процесс вертикального водообмена, препятствует насыщению придонных слоев кислородом, тем самым влияя на ход гидрохимических и гидробиологических процессов. В результате, в теплое время года в придонных горизонтах Азовского моря довольно часто возникают анаэробные ситуации, оказывающие негативное воздействие на условия существования гидробионтов. В период с 1961 по 1976 г. исследованием пространственно-временной структуры стратификации вод Азовского моря занимались М. К. Спичак, А. М. Бронфман, О. Ф. Шадрин и В. М. Шишкин. Расчет и оценка этого показателя океанографического режима проводились различными упрощенными методами, поэтому сравнение данных наблюдений в многолетнем аспекте была затруднено [2]. Частично показатели вертикальной устойчивости, рассчитанные нами по единой методике, были опубликованы ранее [1-6]. Для ретроспективной и перспективной оценок вариабельности исследуемого показателя режима Азовского моря использовались данные наблюдений за период 1961-2012 гг.

Пространственная структура распределения стратифицированных вод

Весна. Анализ данных, представленных на схеме (рис. 1), показывает, что основную роль в формировании пространственного распределения стратифицированных зон на акватории Азовского моря весной играет солевая составляющая вертикальной устойчивости. В первую очередь, указанное обстоятельство прослеживается в зонах смешения вод различного генезиса. Поэтому наибольшие показатели расслоения обычно располагаются на акватории Таганрогского залива и севере собственно моря, что обусловлено влиянием потока донских вод. Экстремальные значения солевой составляющей вертикальной устойчивости приурочены к центральной части Таганрогского залива, где расположена наиболее активная зона смешения.

Следующей по значимости является зона смешения морских и речных вод, которая располагается на востоке акватории собственно моря, подверженной воздействию стока реки Кубань. Оротографические особенности в районе поступления кубанских вод приводят к более быстрым темпам смешения. В результате, влияние стока прослеживается на существенно меньшей части акватории моря (рис. 1).

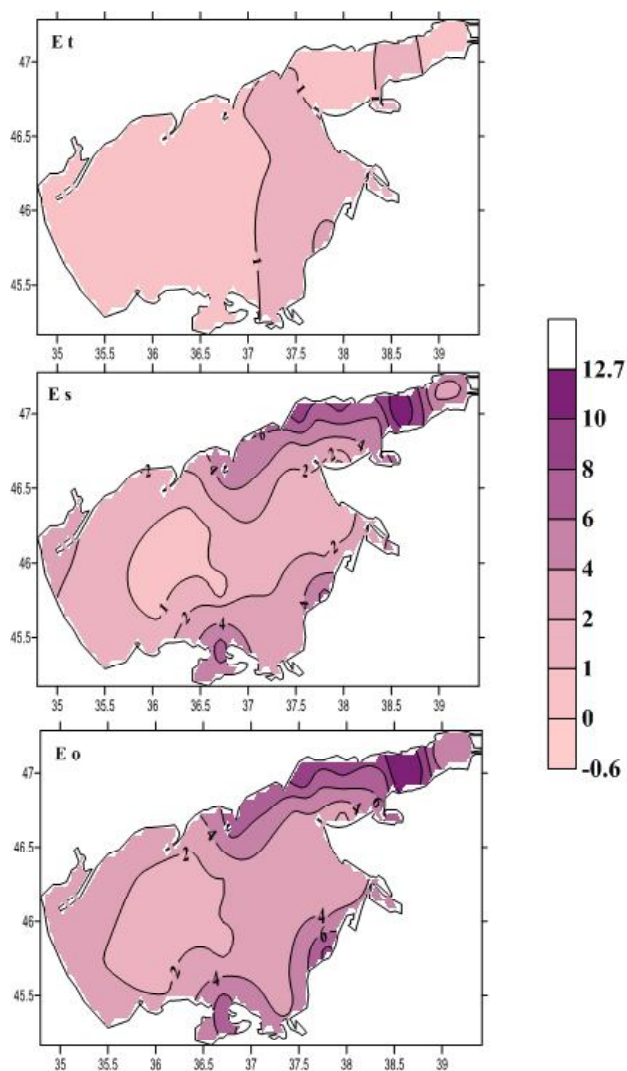


Рисунок 1. Пространственно-временная структура распределения стратифицированных зон на акватории Азовского моря в апреле (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

– росту показателей температурного расслоения (рис. 2). Структура распределения стратифицированных зон по акватории моря сохраняет характер закономерностей, свойственных особенностям периода прогревания поверхностного горизонта, однако количественные показатели температурной составляющей вертикальной устойчивости оказываются существенно выше.

Солевая составляющая вертикальной устойчивости в этот период в целом сохраняет особенности структуры распределения, характерные для весны (рис. 2). Однако снижение влияния речного стока, присущее летнему периоду, приводит к снижению величин устойчивости в зонах смешения и одновременному расширению области остаточного воздействия весеннего стока на востоке акватории моря. Зона смешения вблизи Керченского пролива связана обычно с воздействием адвекций. В летний период общая устойчивость вод Азовского моря возрастает до максимального уровня (рис. 2). Наибольшие значения стратификации приурочены к восточной и юго-восточной частям акватории моря.

Особый режим характерен для зоны с высокими показателями стратификации вблизи Керченского пролива. Солевая составляющая в указанном районе чрезвычайно изменчива, так как формируется, в основном, адвекциями соленых вод из Черного моря. Весной подобные ситуации в большинстве случаев связаны с активностью ветровой деятельности, и особенно, – близкой по направлению к географической «оси» Керченского пролива. Следует отметить, что максимальных значений солевая составляющая расслоения достигает при сгонных (сильных северо-восточных) ветрах, способствующих формированию компенсационных поступлений соленых вод в придонные горизонты.

Пространственная структура распределения температурной составляющей в исследуемый период в основном зависит от закономерностей прогревания вод моря, более подробно рассмотренных ранее [7]. Относительно более высокие значения отмечались только во фронтальных зонах смешения вследствие определенного влияния солевой компоненты (рис. 1).

Таким образом, пространственная структура распределения показателей общей стратификации в весенний период в целом определяется особенностями локализации фронтальных зон и величиной солевой составляющей. Температурное расслоение азовских вод менее значимо (рис. 1).

Лето. Активизация процессов теплоаккумуляции от весны к середине лета приводит к существенному возрастанию прогрева поверхностного слоя и, соответственно,

К концу лета в большинстве случаев температурный фон на акватории снижается, что проявляется в существенном уменьшении температурной составляющей вертикальной устойчивости (рис. 3). Структура распределения солевой составляющей вертикальной устойчивости в условиях сокращения притока речных вод на востоке акватории в целом сохраняется, но существенно снижаются ее количественные показатели, и степень расслоения вод в августе на акватории моря оказывается, как правило, ниже по сравнению с аналогичными данными, характерными для июля (рис. 3).

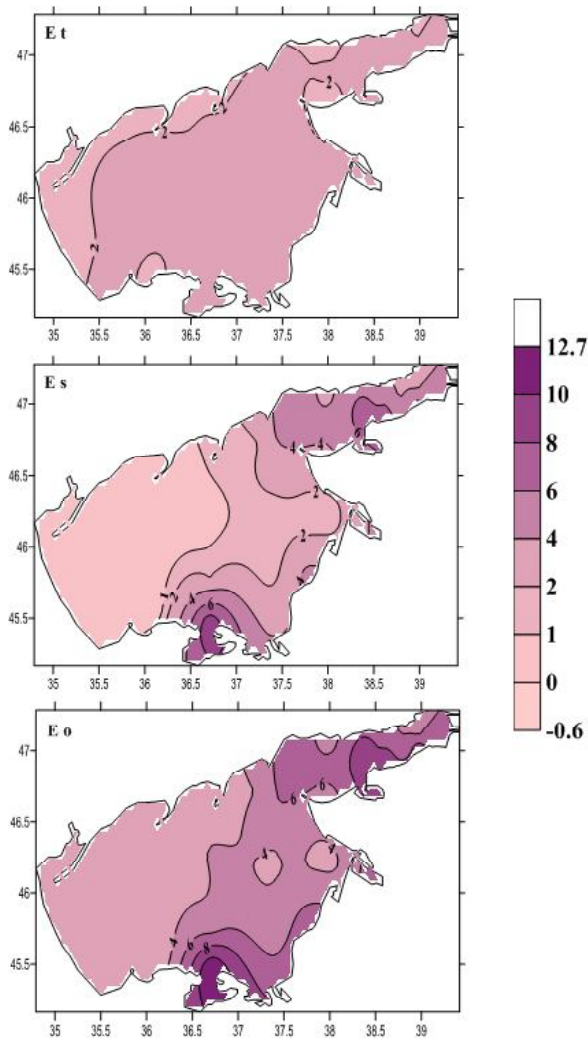


Рисунок 2. Пространственно-временная структура распределения стратифицированных зон на акватории Азовского моря в июле (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

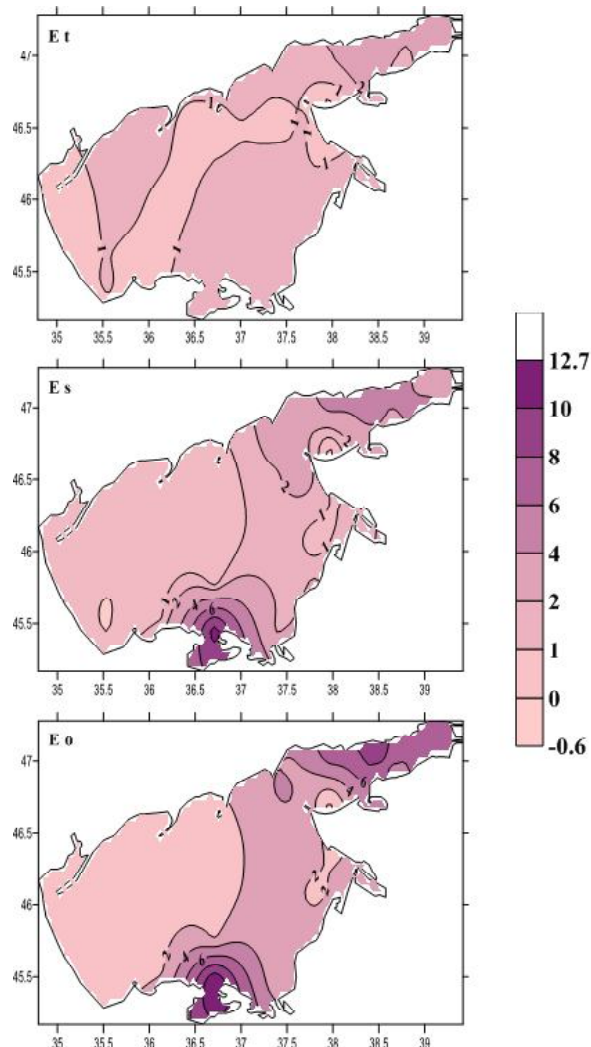


Рисунок 3. Пространственно-временная структура распределения стратифицированных зон на акватории Азовского моря в августе (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

Осень. В процессах формирования температурной составляющей стратификации осенью ведущую роль играет сезонное выхолаживание поверхностных горизонтов моря. Поэтому показатели термического расслоения незначительны (рис. 4). Солевая составляющая также в целом снижается в условиях активизации ветровой деятельности. Наибольшие значения исследуемого показателя наблюдаются в южной части акватории и являются обычно следствием адвекций соленых вод из Керченского пролива. Повышенные показатели солевой составляющей сохраняются и в зонах смешения азовских и речных вод.

Степень стратификации азовских вод, по данным стандартных октябрьских экспедиций, является минимальной. Структура распределения сохраняет схожесть с «полями» устойчивости, характерными для августа (рис. 4).

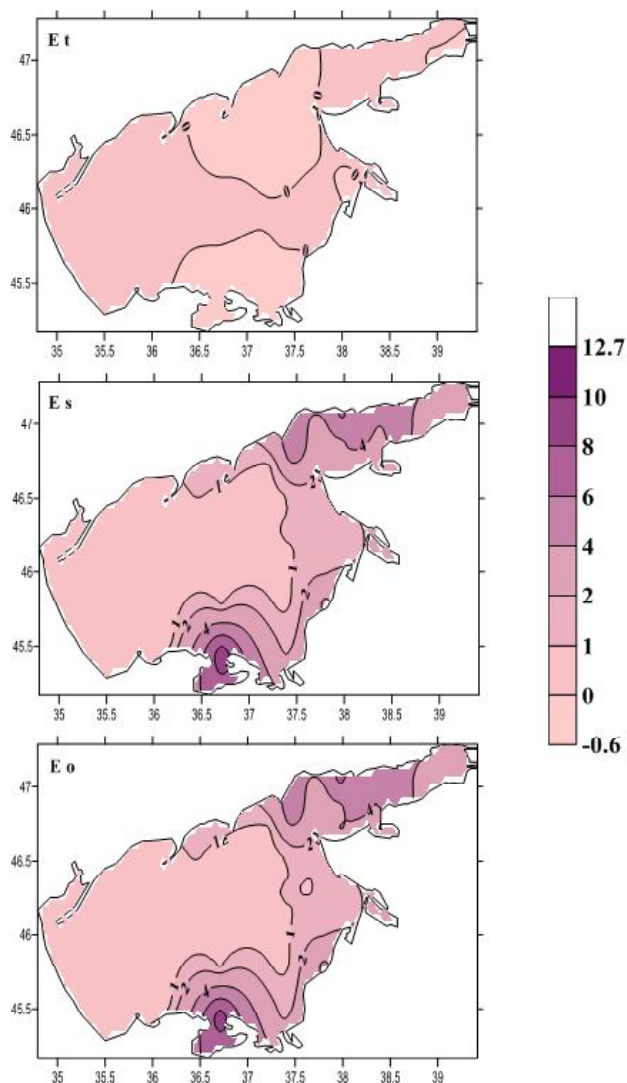


Рисунок 4. Пространственно-временная структура распределения стратифицированных зон на акватории Азовского моря в октябре (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

вод Азовского моря является основным причинно-следственным фактором при формировании заморов. К числу ведущих факторов также относится активное биологическое потребление кислорода в придонных горизонтах. В этой связи наиболее существенное негативное влияние стратификации на условия обитания гидробионтов проявляется в летний период, когда активные процессы прогрева поверхностных горизонтов вод моря, наряду с солевым расслоением, способствуют формированию экстремально высоких значений вертикальной устойчивости. Именно при таких обстоятельствах чаще всего и формируются гидрофизические предпосылки для возникновения анаэробных ситуаций в придонных горизонтах.

В июле температурная составляющая вертикальной устойчивости в среднем колебалась в пределах от 25 усл. ед. в 1968 г. до 8174 усл. ед. в 1988 г., а солевая составляющая – от 221 усл. ед. в 2007 г. до 5939 усл. ед. в 1994 г. (рис. 6). Температурная составляющая в этот период характеризуется незначительным ростом, что, скорее всего, связано с проявлением климатических тенденций потепления вод Азовского моря [7]. При этом солевая составляющая в июле, как показывает испытание на тренд, также увеличивается. Указанная тенденция в многолетних изменениях обусловлена, главным образом, антропогенными и климатообусловленными преобразованиями речного стока и, как следствие, увеличением variability солености Азовского моря.

Многолетние тенденции в колебаниях стратификации вод моря. Для весеннего периода (1961-2012 гг.) характерна высокая степень изменчивости вертикальной устойчивости (рис. 5). В первую очередь, указанное обстоятельство обусловлено ведущей ролью солевой составляющей вертикальной устойчивости. Так, температурная составляющая вертикальной устойчивости в среднем для Азовского моря изменяется от 36 усл. ед. в 1961 г. до 4287 усл. ед. в 1987 г., солевая составляющая – от 37 усл. ед. в 1961 г. до 8387 усл. ед. в 1964 г.

Антропогенное преобразование режима речного стока на современном этапе приводит не только к его сокращению, но и внутригодовому перераспределению, в частности, – увеличению речного стока зимой и понижению его объема в период весеннего половодья. В результате этого процесса произошло уменьшение градиентов солености в весенний период, и, соответственно, сформировался незначительный отрицательный тренд в многолетних колебаниях солевой составляющей вертикальной устойчивости. В характере изменений температурной составляющей вертикальной устойчивости наблюдается слабо выраженная тенденция к ее росту. Скорее всего, этот факт связан с соответствующими тенденциями в многолетних изменениях термического режима [7]. В целом, суммарные показатели стратификации вод Азовского моря в весенний период в многолетнем аспекте не имеют выраженной тенденции (рис. 5).

Как нами показано ранее, стратификация

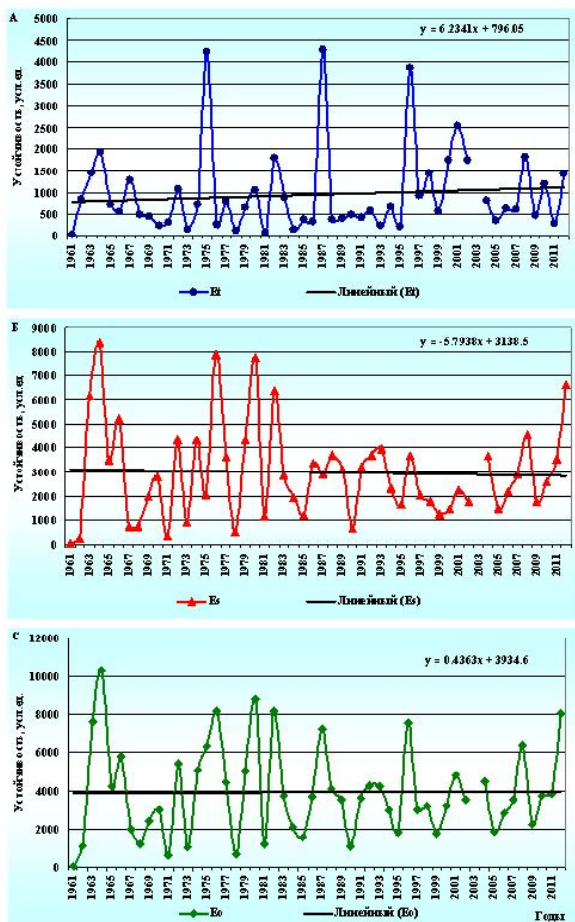


Рисунок 5. Многолетние изменения средних показателей вертикальной устойчивости Азовского моря в апреле (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

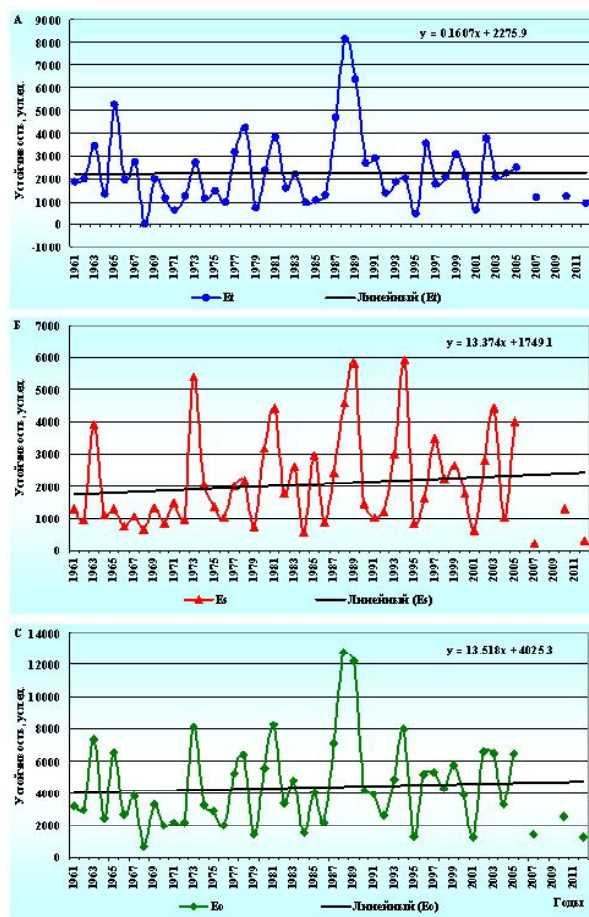


Рисунок 6. Многолетние изменения средних показателей вертикальной устойчивости Азовского моря в июле (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

Согласно анализу изменений термического режима прибрежных районов моря, по данным МГМС российского сектора [7], в максимальной степени тренд к повышению температуры морской воды отмечается в июле-сентябре. Как следствие этого, в межгодовой динамике суммарная величина вертикальной устойчивости вод Азовского моря в июле имеет тенденцию роста (рис. 6).

Многолетние изменения стратификации вод Азовского моря в августе характеризуются более четко выраженным трендом роста количественных показателей. В этот период температурная составляющая в среднем изменялась от 38 усл. ед. в 1961 г. до 3801 усл. ед. в 2002 г., а солевая – от 16 усл. ед. в 1999 г. до 5629 усл. ед. в 1971 г. Согласно расчетам по уравнению тренда изменений температурной составляющей вертикальной устойчивости, отмечается более чем пятикратное увеличение значений по сравнению с июлем (рис. 7). Тенденция роста температурного расслоения также связана с климатообусловленными процессами потепления водной среды. Солевая составляющая вертикальной устойчивости в то же время возрастала в меньшей степени. В результате, рост степени стратификации вод моря в целом, по данным сезонных экспедиционных исследований, оказался максимальным в августе (рис. 7).

Показатели степени температурной стратификации в осенний период, находясь под влиянием процессов выхолаживания, формируются на довольно низком уровне, изменяясь за исследуемый период от 917 усл. ед. в 1965 г. до 602 усл. ед. в 2011 г. Солевая составляющая вертикальной устойчивости при этом варьировала в пределах от 294 усл. ед. в 1965 г. до 4228 усл. ед. в 1977 г. Отмечаемый слабо выраженный положительный тренд в изменениях температурной стратификации также обусловлен процессами потепления вод в осенний период (рис. 8). Формирование солевой составляющей вертикальной устойчивости происходит в

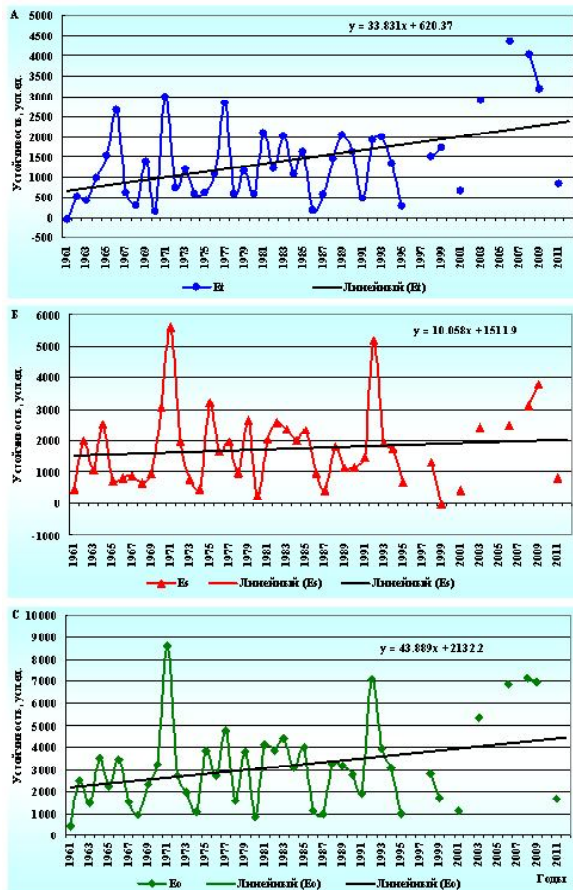


Рисунок 7. Многолетние изменения средних показателей вертикальной устойчивости Азовского моря в августе (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

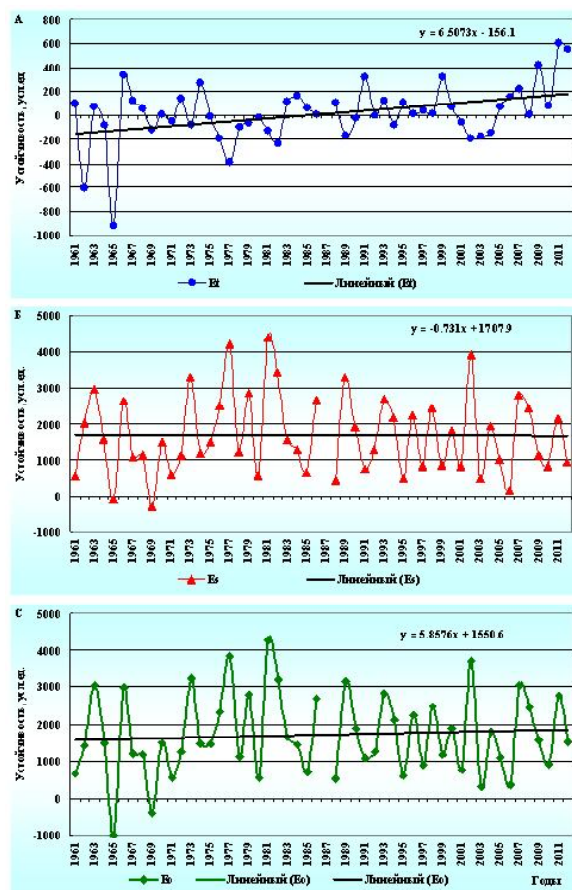


Рисунок 8. Многолетние изменения средних показателей вертикальной устойчивости Азовского моря в октябре (Et – температурная составляющая; Es – солевая составляющая; Eo – суммарные показатели вертикальной устойчивости)

сложных условиях. Активизация ветровой деятельности, с одной стороны, способствует динамическому перемешиванию и понижению термогалинных градиентов, а с другой, – горизонтальному перемещению поверхностных опресненных слоев и возникновению компенсационных течений. Наиболее заметно указанные процессы отмечаются на юге и юго-востоке акватории собственно моря. Таким образом, для осеннего периода характерны более высокая степень вариабельности показателей стратификации вод моря и в целом положительный тренд в многолетних колебаниях.

Основные факторы, способствующие расслоению вод. В многолетнем аспекте формирование стратификации вод Азовского моря определяется довольно широким спектром факторов. В первую очередь, это климатообусловленное и антропогенное преобразование объема и внутригодового распределения речного стока, в значительной мере определяющего солевое расслоение вод моря. Как показывают наши исследования, в периоды с повышенной водностью р. Дон наибольшие показатели солевой составляющей вертикальной устойчивости обычно отмечались на акватории Таганрогского залива и северной части акватории собственно моря. В условиях высокой водности р. Кубань существенное солевое расслоение формировалось на востоке и юго-востоке акватории собственно моря. В маловодные годы адвекции слаботрансформированных черноморских вод в придонные горизонты из Керченского пролива способствовали формированию высокого уровня солевого расслоения вод на юге и в центре моря. При активизации адвекций возрастает и вероятность формирования высоких показателей солевого расслоения в юго-западной части акватории моря и в зонах смешения речных кубанских вод с более солеными водами предпроливья.

Таким образом, вследствие указанных особенностей, минимальные показатели солевой составляющей вертикальной устойчивости Азовского моря отмечаются в периоды относительно

стабильного гидрологического режима. В годы, характеризующиеся обострением процессов осолонения либо опреснения, показатели солевой составляющей вертикальной устойчивости возрастают. В этой связи единственной возможностью частичного гипотетического управления режимом стратификации вод Азовского моря является воздействие на нее через режим речного стока, возможность регулирования которого возникла с созданием Цимлянского и Краснодарского водохранилищ.

Влияние термического режима на формирование температурной составляющей вертикальной устойчивости в целом однозначно: изменения этого показателя определяются прогревом или охлаждением поверхностных слоев моря и, соответственно, увеличением либо уменьшением перепадов температуры по вертикали. Кроме этого, температурная составляющая иногда оказывает стимулирующее воздействие на общую величину вертикальной устойчивости. Т.е. солевое расслоение, затрудняющее вертикальный водообмен, в условиях прогрева поверхностных слоев вод моря способствует синергическому увеличению стратификации в целом.

Наиболее сложным и неоднозначным является влияние ветровой деятельности на стратификацию вод Азовского моря. В первую очередь, воздействие ветра в условиях небольших глубин моря является основным фактором разрушения стратификации его вод: динамическое перемешивание приводит к сглаживанию вертикальных и пространственных градиентов солености и температуры. Однако в некоторых гидрологических ситуациях воздействие воздушных потоков способствует формированию поверхностных ветровых течений. Подобные ситуации обычно сопровождаются компенсационными заточками в придонные горизонты соленых вод и обострением солевого, а в некоторых случаях температурного расслоения.

Таким образом, формирование пространственно-временной структуры стратификации вод на акватории Азовского моря является функцией широкого спектра воздействия климатических и антропогенных факторов. В первую очередь, это объем и внутригодовое распределение речного стока, современные тенденции в изменениях термического режима и активности ветровой деятельности. На современном этапе в максимальной степени антропогенному и климатическому преобразованию подвержен режим материкового стока. Существенное влияние на стратификацию прослеживается и в связи с процессами потепления. В результате комплексного воздействия перечисленных факторов в последние годы расслоение вод увеличивается в большей степени на юге и юго-востоке моря.

С учетом прогноза климатических тенденций и антропогенного преобразования речного стока, скорее всего, указанная тенденция в формировании стратификации найдет свое продолжение и в перспективе.

Литература

1. Куропаткин А.П. Плотность и устойчивость вод // Моря СССР : науч.-справочное пособие, гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. – СПб., 1991. – Т. 5.
2. Куропаткин А.П. Пространственно-временная структура вертикальной устойчивости вод Азовского моря в летний период // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. – Апатиты: АН, 2001. – С. 33-44.
3. Куропаткин А.П. Многолетние вариации весенней структуры вод Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского моря. – Апатиты: РАН, 2002. – С. 110-118.
4. Куропаткин А.П. Распределение стратифицированных зон на акватории Азовского моря в августе // Основ. проб. рыбного хоз. и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов н/Д: ФГУП АзНИИРХ, 2004. – С. 10-18.
5. Куропаткин А.П. Особенности формирования стратификации вод Азовского моря в осенний период // Основ. проб. рыбного хоз. и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов н/Д: ФГУП АзНИИРХ, 2006. – С. 39-43.
6. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М., Фоменко И.Ф. Особенности многолетних изменений солености Азовского моря // Основ. проб. рыбного хоз. и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов н/Д: ФГУП АзНИИРХ, 2006. – С. 54-60.
7. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М. и др. Влияние условий среды обитания на развитие популяции пиленгаса в Азовском море // Генетические и вероятностные методы в гидрологии, проблемы развития и взаимосвязи. – РАН, ИВП РАН, М. науки и обр. Украины, ОГЭУ. – М., 2009. – С. 233-240.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ НАЧАЛА ЗАМЕРЗАНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

А. А. Букатов

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ НАНУ)

Основываясь на данных экспедиционных съемок, усредненных за период 1976-2006 гг., определено время, необходимое для охлаждения морской воды до температуры ее замерзания с учетом районирования Азовского моря. Используются данные по температуре воды и ее солености для разных районов моря в декабре. При отсутствии в районе данных измерений, в расчетах использовались данные из соседнего района. При расчетах скорость ветра принималась 7 м/с, влажность воздуха 0,7 (характерные значения для Азовского региона). Температура воздуха варьировалась в диапазоне от -5 °С до -25 °С. Исходные данные сведены в таблицу для исследуемых районов моря. Представлены графики зависимости времени начала замерзания от температуры воздуха для северной, центральной, южной части моря и Таганрогского залива. Проведен сравнительный анализ зависимости времени начала льдообразования от глубины, солености и температуры морской воды.

Ключевые слова: Азовское море, замерзание, начало замерзания, районирование начала замерзания, декабрьские условия замерзания, время охлаждения воды, гидрологические условия замерзания

Estimated time of the Azov Sea freezing start. A. A. Bukatov. *Based on the expeditionary survey data, averaged for the period of 1976-2006, the time period, necessary for the sea water cooling up to the temperature of its freezing with regard to the Azov Sea zoning, is estimated. The data on water temperature and salinity for different sea areas in December are used. Due to no measurement data in the area, the data of the adjacent area were used. While calculating, wind velocity was accepted as 7 m/c, atmospheric humidity – as 0,7 (characteristic values for the Azov region). Air temperature varied in the range of -5 to -25 °C. Input data are tabulated for the examined sea areas. The diagrams of relationship between the time of freezing start and the air temperature are presented for the northern, central, southern parts of the sea and for the Taganrog Bay. The comparative analysis of the relationship between the time of ice formation start and depth, salinity and temperature of sea water is carried out.*

Keywords: the Azov Sea, freezing, freezing start, freezing start zoning, freezing conditions in December, time of water cooling, hydrological freezing conditions

Введение

Лед на Азове является важным компонентом гидрологического режима в зимний период. Практически каждый зимний сезон в Азовском море и Керченском проливе наблюдается образование льдов, влияющих на биологическую продуктивность, представляющих реальную опасность для судоходства, морского промысла и гидротехнических сооружений. Так как глубина Азовского моря невелика и запас тепла незначителен, ледовые условия на море могут резко меняться при изменении погодных факторов. Зимой в разных районах возможно неоднократное появление и исчезновение льда. При этом значительную роль играет различная по районам моря глубина и соленость воды. В среднем отмечается 3-6 случаев очищения ото льда за сезон, а в некоторых пунктах в отдельные годы число очищений достигает 10-12. В разгар зимы ледяной покров может покрывать всю акваторию Азовского моря и образовывать почти сплошной припай, а в отдельные годы большая часть моря остается свободной ото льда [1].

Регистрируемое в этом районе преобладание положительных аномалий температуры в холодный период (по данным 1992-2007 гг.) проявилось в увеличении числа мягких зим и уменьшении количества умеренных. За этот период суровых зим не было вовсе. Также отмечено более раннее образование льдов. Увеличилась вероятность наличия льда в декабре как в мягкие, так и в умеренные зимы. В целом, зимы стали более мягкими, но в то же время более затяжными [2]. Взяв за основу климатический термохалинный массив Азовского моря, сформированный на основе данных за 30-летний период (1976-2006 гг.) [3], рассчитаем время, необходимое для охлаж-

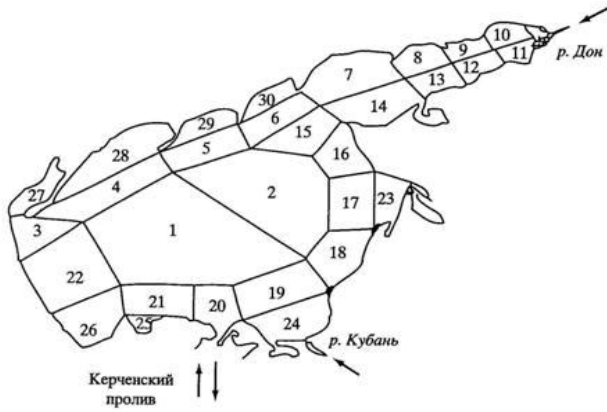


Рисунок 1. Схема районов Азовского моря

дения воды до температуры замерзания при данной солености в разных районах моря для декабря. Схема районирования моря, приведенная на рисунке 1 и использованная при расчетах, применялась в работе [10].

Формулы для расчета. Оценка времени начала замерзания и анализ результатов. Для определения момента начала льдообразования можно воспользоваться методом, описанным в работах [5-9] для Арктической области и в работе [2] для Азовского региона. Интегральные уравнения балансов тепла и солей определяют температуру θ и соленость S воды в слое конвективно-перемешивания и могут быть использованы для расчета даты.

$$\int_0^{h_{j+1}} \gamma S_{j+1} dz = \int_0^{h_j} \gamma S_j dz + \int_{h_j}^{h_{j+1}} \gamma S_j dz + \int_{t_j}^{t_{j+1}} \Phi dt + \int_{t_j}^{t_{j+1}} k_{\omega} \gamma \frac{\partial S}{\partial z} \Big|_{z=h} dt + \int_{t_j}^{t_{j+1}} \int_0^{h(t)} \gamma W \frac{\partial S}{\partial \bar{n}} dz dt, \quad (1)$$

$$\int_0^{h_{j+1}} c_{\omega} \gamma \theta_{j+1} dz = \int_0^{h_j} c_{\omega} \gamma \theta_j dz + \int_{h_j}^{h_{j+1}} c_{\omega} \gamma \theta_j dz + \int_{t_j}^{t_{j+1}} \Phi dt + \int_{t_j}^{t_{j+1}} \lambda_{\omega} \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z=h} dt + \int_{t_j}^{t_{j+1}} \int_0^{h(t)} c_{\omega} \gamma W \frac{\partial \theta}{\partial \bar{n}} dz dt.$$

Здесь h_j , h_{j+1} — толщина верхнего однородного слоя на моменты t_j и t_{j+1} ; c_{ω} и γ — удельная теплоемкость и плотность морской воды, Φ — тепловой баланс поверхности моря. Левые части этих уравнений характеризуют теплозапас и содержание солей в слое конвективного перемешивания толщиной h_{j+1} на момент времени t_{j+1} . Первые члены правой части характеризуют запас тепла и солей в момент времени t_j в слое толщиной h_j . Вторые слагаемые показывают приток тепла и солей за счет изменения толщины слоя конвекции от h_j до h_{j+1} . Третьи члены суммы определяют приток тепла и солей в результате теплообмена с атмосферой и процессов осолонения или опреснения поверхностных вод, а четвертые — в результате турбулентной диффузии между слоем конвекции и нижележащими слоями за интервал времени $\Delta t = t_{j+1} - t_j$. Коэффициенты турбулентной теплопроводности λ_{ω} и диффузии k_{ω} следует определять независимым способом. Последние слагаемые в уравнениях характеризуют адвекцию тепла и соли со скоростью течения W в направлении \bar{n} . Глубина конвективного перемешивания определяется из условия $\gamma_{j+1} \leq \gamma_j(h_{j+1})$, чтобы плотность воды в слое конвекции была не больше плотности в подстилающем слое. В случае вынужденной конвекции за счет ветрового перемешивания, температура и соленость этого слоя описываются теми же уравнениями, что и при свободной конвекции. Особенность заключается в том, что глубина h_{j+1} здесь определяется не только соотношением плотностей выше- и нижележащих слоев, но и механическим воздействием ветра. Для определения глубины ветрового перемешивания можно воспользоваться известными соотношениями для стационарного случая, например, формулой С.А. Китайгородского $h_v = 0,16u^2$ [7]. Отметим, что при скорости ветра 9 м/с слой ветрового перемешивания, вычисляемый по этой формуле, составит 12,6 метров, что для Азовского моря превышает среднюю глубину. Слой конвективного или ветрового перемешивания является практически гомогенным, температура и соленость воды в слое принимаются неизменными, а скорость перемешивания бесконечно большой.

При решении этой системы интервалы времени выбираются такими, чтобы изменение толщины слоя конвекции было достаточно малым и позволило представить интегралы приближенно. Кроме того, плотность принимается постоянной и выносится из-под знака интеграла. После проведения перечисленных преобразований получается система уравнений, решение которой находится методом последовательных приближений.

Применение этого подхода для нашего случая имеет ряд особенностей. Азовское море относится к типу солоноватоводных, и максимум плотности воды наступает еще до начала замерзания [7, 11]. После охлаждения до температуры наибольшей плотности дальнейшее понижение

температуры приводит к уменьшению плотности, вертикальное перемешивание прекращается. Кроме того, море мелководно, и стратификация слабо выражена.

Для вычисления суммарного потока тепла на границе снег (лед) – атмосфера, используется формула $\Phi = H + LE + Rg + F$, где H, LE – вертикальные турбулентные потоки явного и скрытого тепла; Rg, F – длинноволновой (ДРБ) и коротковолновой (КРБ) радиационный балансы. Составляющие теплового баланса могут быть определены следующим образом:

$$H = \rho c_p St u (T_0 - T), \quad LE = L' \rho Da u [q_0 - q],$$

где T, u – температура воздуха и скорость ветра на высоте 2 м; T_0 – температура верхней границы снежно-ледового покрова, St, Da – числа Стэнтона и Дальтона, принимаемые при расчетах равными 0,0017; ρ, c_p – плотность и теплоемкость воздуха; L' – удельная теплота испарения; q_0 и q – удельная влажность подстилающей поверхности и воздуха. Величины q_0 и q вычисляются по формулам, полученным при условии определения максимальной упругости водяного пара с помощью формулы Магнуса:

$$q_0 = \frac{0,622 e_0}{p} 10^{\frac{a_1(T_0-273)}{b_1+(T_0-273)}}, \quad q = \frac{0,622 e_0 f}{p} 10^{\frac{a_1(T-273)}{b_1+(T-273)}}.$$

Здесь $e_0=611$ Па; $a_1=7,45$ и $b_1=235$ – эмпирические коэффициенты; p – атмосферное давление, f – относительная влажность (для условий зимнего Азова обычно высокая – 70-80 %).

Значение Rg , характеризующее длинноволновой радиационный баланс, можно получить, используя формулу Ангстрема [8], линеаризованную относительно $T_0 - T$, с параметрическим учетом облачности:

$$Rg = \varepsilon_{1,2} \sigma T^3 [T(a + b 10^{-ce}) + 4(T_0 - T)] \cdot (1 - Cn),$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана; $\varepsilon_{1,2}$ – излучательная способность льда или снега; n – балл общей облачности; $a=0,18$; $b=0,25$; $c=0,000945$; $C=0,82$ – эмпирические коэффициенты; e – парциальное давление водяного пара в атмосфере.

Расчет коротковолнового радиационного баланса поверхности можно провести по формуле Зиллмана с параметризацией влияния облачности по Маршуновой:

$$F = - \frac{S_L \cos^2 z_\theta (1 - \alpha_{1,2})(1 - i_0)(1 - Cn)}{(\cos z_\theta + 2,7)e \cdot 10^{-5} + 1,085 \cos z_\theta + 0,1},$$

где S_L – солнечная постоянная; z_θ – солнечный зенитный угол; $\alpha_{1,2}$ – альbedo снега или льда, i_0 – коэффициент, определяющий, какая часть коротковолновой радиации поглощается в толще ледяного покрова.

Предполагая, что конвекция происходит во всей толще воды и вычисляя поток тепла в результате теплообмена с атмосферой, можно определить время Δt изменения температуры воды до точки замерзания при заданной солености из формулы, полученной при упрощении системы уравнений (1):

$$\theta_{j+1} = \theta_j - \frac{\Phi \Delta t}{c_\omega \gamma h}.$$

Здесь θ_j и θ_{j+1} – температура воды в j и $j+1$ момент времени, h – глубина. Удельную теплоемкость и плотность воды вычисляем по эмпирическим формулам О.И. Мамаева [7]:

$$c_\omega = 4,1784 + 8,46 * 10^{-6} (\theta_K - 33,67)^2 - 0,005075S - 0,000014S^2 \text{ Дж/(г град)},$$

$$\gamma = 1 + 10^{-3} [28,152 - 0,0735\theta - 0,00469\theta^2 + (0,802 - 0,002\theta)(S - 35)] \text{ г/см}^3,$$

где S – соленость в промилле, θ – температура воды в градусах Цельсия, θ_K – температура воды в градусах Кельвина.

Расчеты проводились для декабря. Влажность воздуха принималась 0,7, ветер – 7 м/с. Коэффициент облачности – 0,5. Коэффициенты поглощения коротковолновой радиации в воде, альbedo и излучательной способности поверхности воды принимались равными 0,3; 0,1; 0,91, соответственно. Температура воздуха варьировалась от -5 °С до -25 °С. Зенитный угол и продолжительность дня взяты для точки в центральной части моря, с координатами 46°00'00"N, 36°40'00"E (что примерно соответствует координатам станции № 81, декабрь). Для этой точки продолжительность дня 15 декабря составляет 8 ч. 40 мин. (8,67 час), высота Солнца над горизонтом 20,73°, т.е. зенитный угол будет 69,27° (1,2090 рад). Расчеты велись до угла «официального» заката 90°50' (1,5853 рад).

Температура замерзания воды для данной солености определяется по формуле $T_2 = -0,053S$, где S – соленость (‰) [12].

При отсутствии в районе данных измерений, в качестве исходных принимались данные о солености и температуре соседнего района. Из-за отсутствия на некоторых станциях данных по всей глубине значения солености и температуры везде выбирались соответственно их величинам в середине толщи воды. Данные для рассматриваемых районов: средняя глубина района, начальная температура воды, соленость, температура замерзания при данной солености – приведены в таблице.

Гидрологические характеристики для районов Азовского моря

№ п/п	Название района	Глубина, м	Температура воды, °С	Соленость, ‰	Температура замерзания, °С
1.	Центральный	12	7,9	11,1	-0,59
2.	Центральный	11	4,62	13,9	-0,74
3.	Северо-Арабатский	7	4,7	11,5	-0,61
4.	Северный	10	2,28	11,3	-0,60
5.	Северный	7	3,17	12,3	-0,65
6.	Северо-Восточный	10	3,7	13	-0,69
7.	Мариупольский	8	2,4	8	-0,42
8.	Новоазовский	4	4	2,4	-0,13
9.	Миусский	4	4	1,7	-0,09
10.	Таганрогский	2	2,3	0,3	-0,02
11.	Очаковский	3	2,5	0,6	-0,03
12.	Маргаритовский	4	2,5	0,6	-0,03
13.	Шабельский	4	4	2,4	-0,13
14.	Ейский	6	2,4	8	-0,42
15.	Северо-Восточный	8	3,7	13	-0,69
16.	Должанский	5	3,7	13	-0,69
17.	Восточный	8	5,4	11,5	-0,61
18.	Ачуевский	10	5,4	11,5	-0,61
19.	Юго-Восточный	11	4,42	13	-0,69
20.	Керченское предпроливье	10	3,37	12,65	-0,67
21.	Южный	10	1,05	11,3	-0,60
22.	Западный	9	2,32	11,6	-0,61
23.	Приморско-Ахтарский	4	5,4	11,5	-0,61
24.	Темрюкский	9	6,27	13,2	-0,70
25.	Казантипский	9	1,05	11,3	-0,60
26.	Арабатский	8	2,32	11,6	-0,61
27.	Утлюкский	6	1,27	11,1	-0,59
28.	Обиточный	7	1,27	11,1	-0,59
29.	Бердянский	6	1,1	11,3	-0,60
30.	Белосарайский	7	1,1	11,3	-0,60

Море условно разделили на 4 части: северная часть моря (районы 3, 4, 5, 6, 27, 28, 29, 30), центральная (районы 12, 15, 16, 17, 22), южная (районы 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26) и Таганрогская (районы 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Графики времени начала замерзания для северных, центральных, южных районов моря и Таганрогского залива представлены соответственно на рисунках 2-5. По горизонтали показаны номера районов. По вертикали – время в часах, необходимое для остывания морской воды до точки замерзания при значении солености, регистрируемой в данном районе.

В северных районах моря (рис. 2), при температуре воздуха -5°C , вода быстрее всего достигает температуры замерзания в мелководных 29 (Бердянский), 27 (Утлюкский), 30 (Белосарайский) и 28 (Обиточный) районах. На это потребуется менее четырех суток. В более глубоководных 3 (Северо-Арабатский), 4 и 5 (Северные) и 6 (Северо-Восточный) районах на это потребуется от 8 до 13 суток. Хотя глубины в районах 3 и 5 одинаковые – в среднем 7 метров, разница во времени начала замерзания здесь составляет около трех суток, и быстрее начинает замерзать 5 район. При этом начальная температура морской воды в районе 3 выше примерно на $1,5^{\circ}\text{C}$, чем в районе 5. Соленость же меньше на $0,8\%$, и, соответственно, температура замерзания воды выше на $0,04^{\circ}\text{C}$. Таким образом, здесь больший эффект оказывает разница в начальной температуре воды. В районах 4 и 6 глубины также равны и составляют 10 метров, но 4 район замерзнет быстрее. Разница составляет около четырех с половиной суток: в 6 районе выше и соленость, и начальная температура морской воды.

В центральной части моря (рис. 3), при температуре воздуха -5°C , больше всего времени потребуется до начала замерзания в глубоководных 1 и 2 (Центральные) районах – более двадцати семи и около восемнадцати суток, соответственно. Для замерзания 15 (Северо-Восточный) и 17 (Восточный) районов, имеющих одинаковую среднюю глубину 8 метров, потребуется около десяти с половиной и четырнадцати суток. Разница обусловлена, главным образом, достаточно высокой температурой воды в 17 районе, составляющей $5,4^{\circ}\text{C}$. При температуре воздуха -25°C для охлаждения морской воды до точки замерзания в этих 4 районах потребуется около девяти, чуть более пяти, четырех и трех суток, соответственно. Быстрее всего замерзнут мелководный 16 (Должанский) и имеющий наименьшую температуру морской воды 22 (Западный) районы.

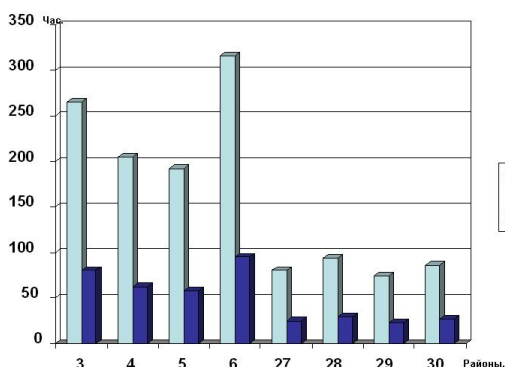


Рисунок 2. Время до начала замерзания для северных районов моря

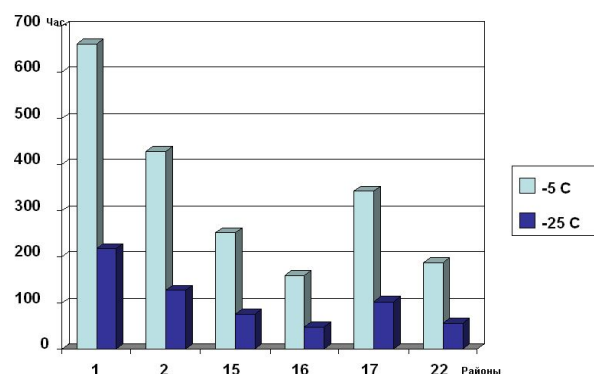


Рисунок 3. Время до начала замерзания для центральных районов моря

В южной части моря (рис. 4), при температуре воздуха -25°C , больше всего времени потребуется для начала замерзания в 24 (Темрюкский), 18 (Ачуевский), 19 (Юго-Восточный) и 20 (Керченское предпроливье) районах, что, очевидно, обусловлено разницей в начальной температуре воды. Глубины здесь составляют в среднем 9-11 метров, а соленость заметно отличается только в 18 районе, составляя $11,5\%$. В 24, 18, 19 районах для охлаждения воды до точки замерзания надо пять-пять с половиной суток, а в Керченском предпроливье чуть более трех с половиной суток. Быстрее всего в южной части Азова замерзнут 25 (Казантипский), 21 (Южный), 26 (Арабатский) и 23 (Приморско-Ахтарский) районы. В Казантипском и Южном районах средняя глубина хотя и сравнительно велика (9 и 10 метров, соответственно), но при этом достаточно низкая температура морской воды, составляющая $1,5^{\circ}\text{C}$. Мелководный же (в среднем 4 метра) Приморско-Ахтарский район имеет значительно более теплую воду ($5,4^{\circ}\text{C}$).

Район Таганрогского залива отличается малыми глубинами и практически пресной водой. Дольше всего здесь будут замерзать (рис. 5) самые глубоководные 7 (Мариупольский) и 14 (Ейский) районы. Районы 8 (Новоазовский), 9 (Миусский) и 13 (Шабельский), имея одинаковую среднюю глубину (4 метра) и температуру воды, незначительно отличаются по солености. Для охлаждения воды до точки замерзания здесь потребуется примерно одно и то же время. Быстрее же всего должны замерзнуть 10 (Таганрогский), 11 (Очаковский) и 12 (Маргаритский) районы. При температуре воздуха -25°C на это потребуется 11 часов, 17 часов и 22 часа, соответственно.

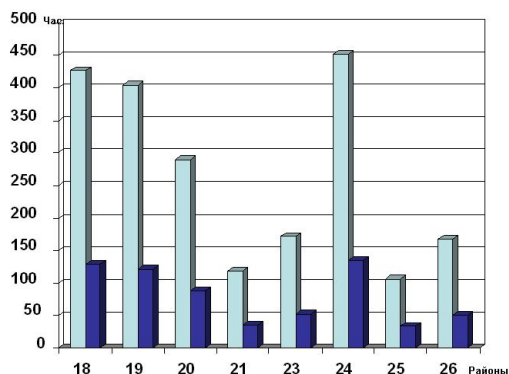


Рисунок 4. Время до начала замерзания для южных районов моря

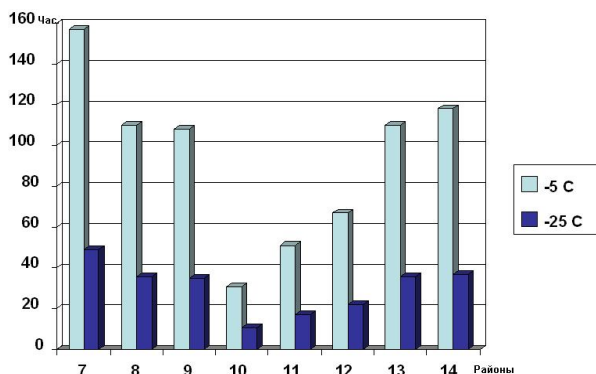


Рисунок 5. Время до начала замерзания для районов Таганрогского залива

Заключение

Таким образом, основываясь на данных экспедиционных съемок, усредненных за период 1976-2006 гг. [3] (температура воды и ее соленость), определено время, необходимое для охлаждения воды до точки замерзания в разных районах моря для декабря, при температуре воздуха от -5°C до -25°C , скорости ветра 7 м/с и влажности воздуха $0,7$, характерных для Азовского региона. Проведен сравнительный анализ зависимости времени начала льдообразования от глубины, солености и температуры морской воды.

Литература

1. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. – Севастополь, 2008. – 41 с. – Препринт.
2. Букатов А.Е., Букатов А.А. Нарастание и таяние льда в условиях Азовского моря.
3. Букатов А.Е., Павленко Е.А. Анализ связи климатической изменчивости метеорологических характеристик и ледового режима Азовского моря с индексами атмосферной циркуляции // Физические проблемы экологии (экологическая физика). – М.: МАКС Пресс, 2012. – 18. – С. 48-71.
4. Букатов А.Е., Павленко Е.А. Пространственно-временная изменчивость вертикальной устойчивости вод Азовского моря.
5. Доронин Ю.П. Тепловое взаимодействие атмосферы и гидросферы в Арктике. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 298 с.
6. Доронин Ю.П. Влияние ледяного покрова на теплообмен атмосферы с океаном // Проблемы Арктики и Антарктики : сборник статей. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – Вып. 43-44. – С. 52-60.
7. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 317 с.
8. Макистас А.П. Тепловой баланс арктических льдов в зимний период. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 65 с.
9. Макистас А.П. Теплообмен между атмосферой и океаном в Арктическом бассейне через льды различной толщины // Крупномасштабные взаимодействия атмосферы и океана : труды Ордена Ленина Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – Т. 347. – С. 68-74.
10. Матишов Г.Г., Гаргона Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. – М.: Наука, 2006. – 304 с.
11. Паундер Э. Физика льда. – М.: Мир, 1967. – 189 с.
12. Перри А.Х., Уокер Дж.М. Система океан-атмосфера. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 195 с.
13. Трешников А.Ф., Алексеев Г.В., Макистас А.П., Нагурный А.П. и др. Взаимодействие океана и атмосферы в Северной полярной области. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 175 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМОВ СТОКА ДОНА И КУБАНИ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛОТНОСТНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ

А. Е. Букатов, Е. А. Павленко

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ НАНУ)

На основе данных экспедиционных съемок за период после зарегулирования стока рек выполнен статистический анализ влияния изменений объемов стока Дона и Кубани на изменчивость плотностной стратификации вод Азовского моря. Показано, что наибольшие вертикальные градиенты плотности наблюдаются в зонах смешения речных и морских вод. В Таганрогском заливе максимум частоты плавучести отмечен зимой. В Темрюкском заливе максимум наблюдается в июне, июле. Выявлены статистически значимые связи частоты плавучести вод Таганрогского и Темрюкского заливов с изменчивостью стоковых характеристик. Корреляция наиболее существенна с объемом стока за текущий и предшествующие три месяца, включая месяц, за который рассматривается частота плавучести. Плотностная стратификация вод центральной части моря практически не зависит от объемов поступающих речных вод и определяется в основном гидрометеорологическим режимом района. Так, наиболее высокие значения частоты плавучести отмечены летом и связаны с интенсивным прогревом поверхностного слоя. Исследована связь между индексами атмосферной циркуляции Атлантико-Евразийского региона (NAO, EA, EATL/WRUS, SCAND, Polar/Eurasia), стоком рек и пространственно-временной изменчивостью плотностной стратификации вод Азовского моря. Наиболее тесные связи изменчивости стоковых характеристик получены с индексами атмосферной циркуляции за холодный период года.

Ключевые слова: Азовское море, устойчивость вод, изменчивость плотностной стратификации, вертикальный градиент плотности, сток рек, изменчивость речного стока, расходы воды, индексы атмосферной циркуляции

Impact analysis of the Danube and Kuban rivers flow volume on changeability of the water density stratification of the Azov Sea. A.E. Bukatov, E.A. Pavlenko. *On the basis of the expeditionary surveys data for the period after the river flow regulation, statistical analysis was made to study the impact of volume changes of the Danube and Kuban Rivers flow on the changeability of the Azov Sea waters density stratification. It is shown that the greatest vertical density gradients are observed in the areas of river and sea waters merging. The maximum of buoyancy frequency is noted in the Taganrog Bay in winter. In the Temryuk Bay its maximum is observed in June and July. Statistically significant relationships between buoyancy frequency of the Taganrog and Temryuk Bays waters and changeability of flow characteristics are defined. The correlation is most significant with the flow volume for the current month and the last three months, including that of the buoyancy frequency estimation. Density stratification of the central sea waters almost does not depend on the river inflow volumes and is determined mainly by the hydrometeorological regime in the area. Thus, the highest values of buoyancy frequency were marked in summer and are related to intensive warmup of the surface layer. Relation between the indices of the Atlantic Eurasian Region atmospheric circulation (NAO, EA, EATL/WRUS, SCAND, Polar/Eurasia), river flows and spatio-temporal changeability of the Azov Sea waters density stratification is studied. The closest relations of the flow characteristics changeability are obtained with the indices of atmospheric circulation for the cold period of the year.*

Keywords: the Azov Sea, water stability, density stratification changeability, vertical density gradient, river flow, river flow changeability, water discharge rate, atmospheric circulation indices

Введение

Важную роль в формировании Азовской экосистемы играет устойчивость плотностной стратификации вод. Чем больше увеличение плотности с глубиной, чем больше её вертикальный градиент, тем выше устойчивость. Рост устойчивости обуславливает уменьшение вертикального обмена теплом, веществом и количеством движения. Это приводит к ухудшению кислородного режима, возникновению обширных зон придонной гипоксии, сероводородного заражения и заморов. Анализу вертикальной устойчивости вод Азовского моря посвящены многие работы.

Наиболее полной из них является [6]. Большинство исследований выполнено по осреднённым для всей толщи вод величинам вертикальной устойчивости. Однако в настоящее время, в связи с общим осолонением моря, характерно увеличение различий между поверхностными и придонными водами и расслоение вод по плотности. Это обуславливает необходимость более детального анализа пространственно-временной структуры вертикальной плотностной стратификации вод. В данной работе исследование пространственно-временной изменчивости устойчивости вод Азовского моря проведено на основе климатического термохалинного массива с вертикальным разрешением 1 м и горизонтальным $0,15^\circ$.

Плотностная стратификация вод Азовского моря определяется в основном гидрометеорологическим режимом района, водообменном с Черным морем и речным стоком. В условиях современных климатических изменений и активного антропогенного воздействия представляет интерес исследование зависимости многолетней изменчивости элементов гидрометеорологического режима Азовского моря от изменчивости атмосферной циркуляции в Атлантико-Евразийском регионе, которая является одним из основных климатообразующих факторов. Исследования данного вопроса проводились и ранее [2, 3, 5, 6]. Так, в работе [6] выполнена оценка влияния флуктуаций речного стока на соленость Азовского моря. В исследованиях [3, 6] рассматривается влияние изменчивости форм атмосферной циркуляции по Гирсу на элементы водного баланса и соленость Азовского моря. В [5] для годового, весеннего и летнего стока р. Дон получены значимые отрицательные коэффициенты с зимним индексом NAO.

Целью данной работы является анализ влияния изменений объемов стока Дона и Кубани в условиях антропогенного воздействия на динамику устойчивости вод и ее зависимость от изменчивости атмосферной циркуляции Атлантико-Евразийского региона.

Материалы и методика

В качестве исходных данных использованы архивы экспедиционных съемок МГИ НАНУ за период 1978-1996 гг. и данные климатического атласа Азовского моря (NOAA Atlas NESDIS 65) за 1952-2006 гг. [11]. Общее число гидрологических станций, вошедших в данный массив, составило 15 тыс. Контроль качества данных проводился в соответствии со схемой, принятой в Лаборатории Морского Климата NOAA [11]. Для расчета термохалинных характеристик акватория моря была разбита на 176 «квадратов» величиной $0,15^\circ$ по широте и по долготе (рис. 1, а). Пространственное осреднение термохалинных характеристик производилось непосредственно внутри каждого квадрата.

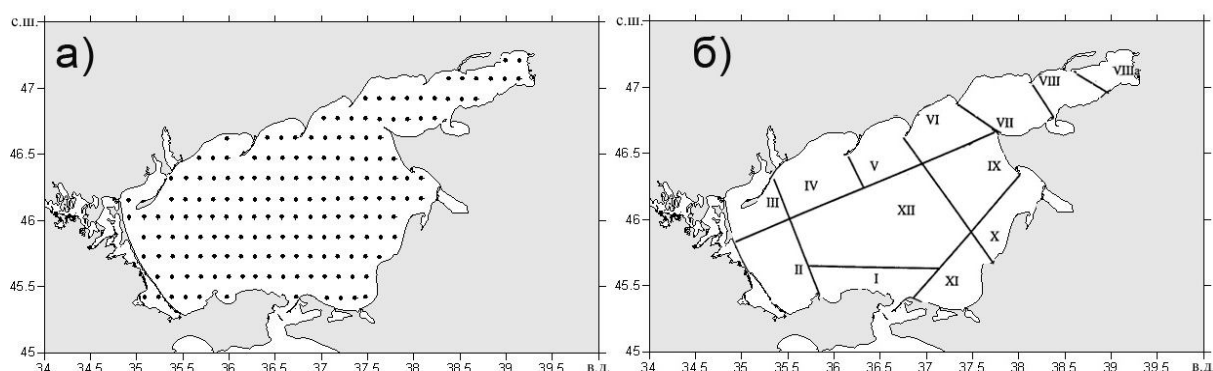


Рисунок 1. Схема условных «квадратов» (а), районы Азовского моря (б)

Для каждой точки сетки (центр «квадрата») рассчитывались среднемесячные профили значений частоты плавучести $N(z)$, характеризующих устойчивость вод [1]:

$$N^2(z) = \frac{g}{\rho(z)} \frac{d\rho(z)}{dz},$$

где z – глубина, $\rho(z)$ – плотность морской воды, определяемая по данным гидрологических измерений, g – ускорение свободного падения. Вертикальные профили $N(z)$ получены с шагом

1 м путем использования 4-точечной схемы Рейнигера-Росса (комбинация метода взвешенных парабол и линейной интерполяции). Далее сформирован климатический термохалинный массив Азовского моря на основе данных за период 1952-2006 гг. Построены климатические поля частоты плавучести. Проведено площадное осреднение гидрологических характеристик по методу оптимальной интерполяции, и рассчитаны вертикальные среднемесячные профили частоты плавучести для 12 географических районов моря (рис. 1, б) [4].

Основное зарегулирование стока р. Дон произошло в 1952 г. (строительство Цимлянского водохранилища). Строительство гидрологических систем на реке Кубань началось с 1948 г. В 1975 г. заполнено Краснодарское водохранилище. Таким образом, для исследования влияния стока Дона и Кубани на вертикальную устойчивость вод в условиях антропогенного воздействия был выбран период активного преобразования речного стока 1952-2012 гг. Оценка объемов годового и среднемесячного стока рек выполнена на основе данных ГГИ (Росгидромет) по среднемесячным расходам воды (Q) на гидрологических постах станица Раздорская и хутор Тиховский. Для исследования устойчивости рядов среднемесячных расходов воды рассчитаны коэффициенты автокорреляции (r_τ) при сдвиге τ , равном 1-3 месяца для многоводного и маловодного периодов. Для р. Дон выбран маловодный период 1983-1988 гг. и период повышенного стока 1977-1982 гг., для р. Кубань – периоды 1983-1988 гг. и 1952-1957 гг., соответственно.

Проведен статистический анализ влияния изменений объемов стока Дона и Кубани на динамику устойчивости вод и их зависимость от изменений значений индексов атмосферной циркуляции Атлантико-Евразийского региона. Для исследования влияния циркуляционных процессов использованы ежемесячные индексы атмосферной циркуляции NAO (северо-атлантическое колебание), EA (восточно-атлантическое колебание), EATL/WRUS (колебание Восточная Атлантика – Западная Россия), SCAND (скандинавское колебание), Polar/Eurasia (колебание Полярная область – Евразия) Климатического Прогностического Центра (США) [7, 10]. Для расчетов использовался параметрический коэффициент парной линейной корреляции (R). Коэффициенты получены на основе среднемесячных профилей частоты плавучести для наиболее характерных районов моря.

Анализ результатов

На рисунке 2 приведены среднемесячные вертикальные профили частоты плавучести для наиболее характерных районов Азовского моря: Керченского района (I); Таганрогского залива (VIII); Темрюкского залива (XI); центрального района (XII) Азовского моря. Зимой в наиболее глубоководных районах моря наблюдается слабоустойчивая, нейтральная или неустойчивая стратификация, обусловленная охлаждением верхних слоев воды, зимней конвекцией и ветроволновым перемешиванием. В центральной части моря величины $N(z)$ составляют 1-5 цикл/час (рис. 2, з), в Керченском районе – 5-6 цикл/час (рис. 2, а). В Темрюкском заливе (рис. 2, в) в январе, феврале образуется слой скачка плотности, обусловленный распространением по поверхности моря вод речного стока и ветровым перемешиванием. Максимум $N(z)$ достигает в данном районе 14-15 цикл/час на глубинах 3-5 м. Величины $N(z)$ в поверхностном и придонном слое не превышают 7 цикл/час. В Таганрогском заливе (рис. 2, б) максимум частоты плавучести находится в поверхностном слое. На горизонте 1 м величины $N(z)$ достигают 36-55 цикл/час. С глубиной вертикальный градиент плотности уменьшается, у дна величины $N(z)$ составляют 1-5 цикл/час. Это можно объяснить наличием ледяного покрова, который препятствует ветровому перемешиванию пресных речных вод с более солеными придонными слоями.

Весной в центральной части моря величины $N(z)$ составляют 6-11 цикл/час. В Керченском районе значения $N(z)$ достигают 10 цикл/час. В устьевых областях р. Кубань в весенний период сохраняется слабовыраженный слой скачка плотности на глубинах 3-5 м. В апреле максимум $N(z)$ достигает 23 цикл/час. В Таганрогском заливе максимум $N(z)$ опускается на глубину 5 м и составляет 32 цикл/час (VIII район).

В летний период высокие градиенты плотности связаны в основном с интенсивным прогревом поверхностного слоя (рис. 2, 3). В центральной части моря наибольшие величины частоты плавучести отмечены в придонном слое в июне ($N(z)=19$ цикл/час). К августу максимум $N(z)$ поднимается в поверхностный слой и составляет в среднем для XII района 11 цикл/час на горизонте 1 м.

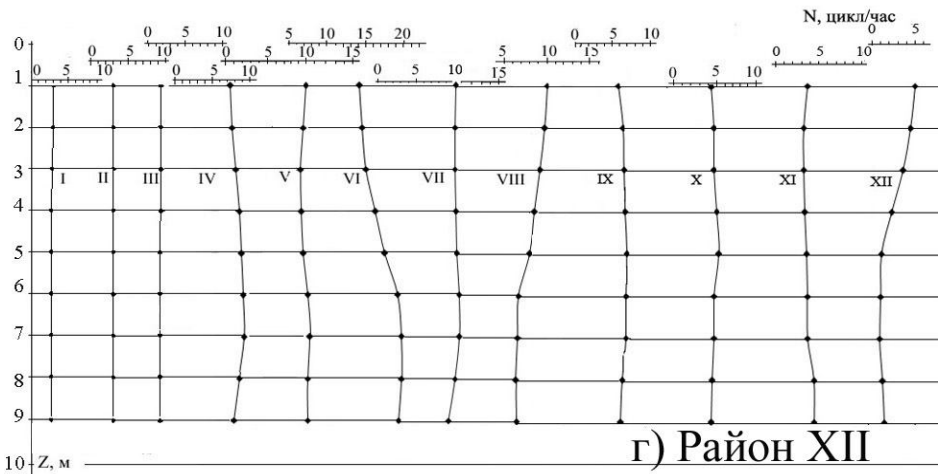
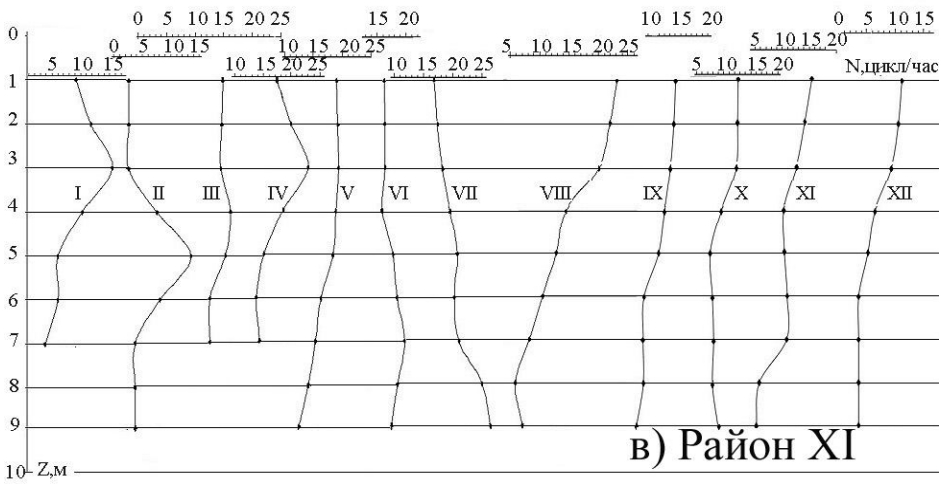
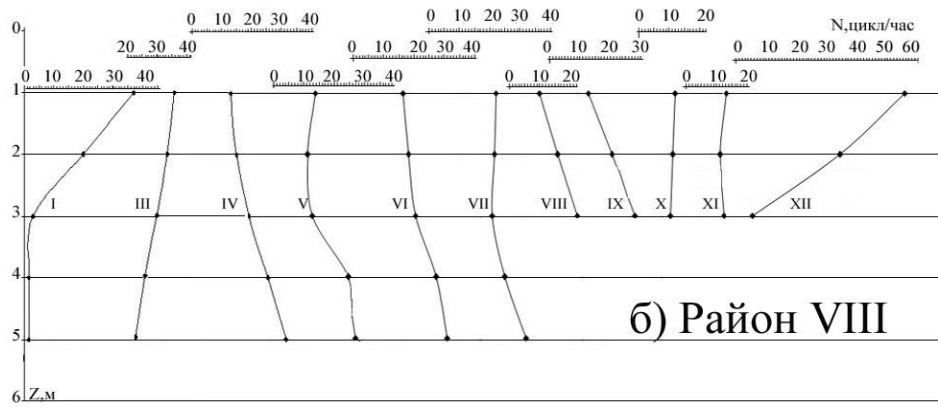
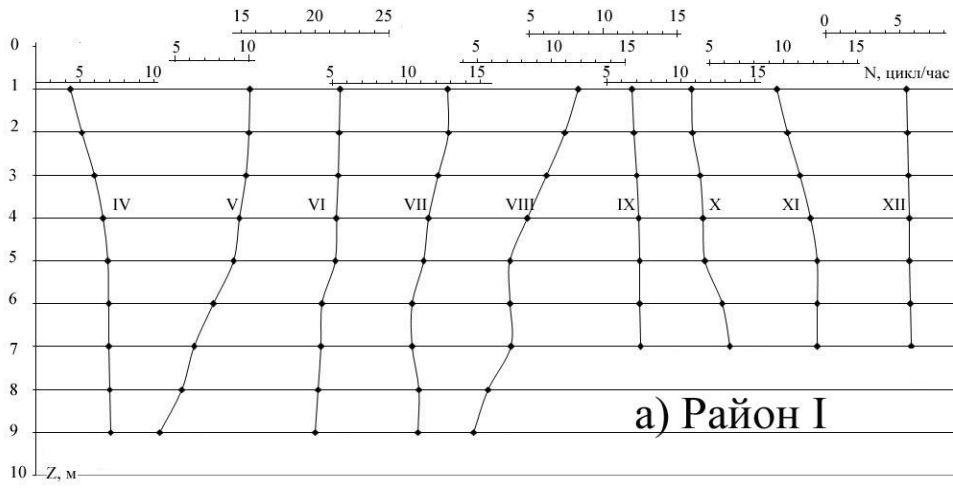


Рисунок 2. Среднемесячные вертикальные профили $N(z)$ для а) Керченского района; б) Таганрогского залива; в) Темрюкского залива; г) центрального района Азовского моря

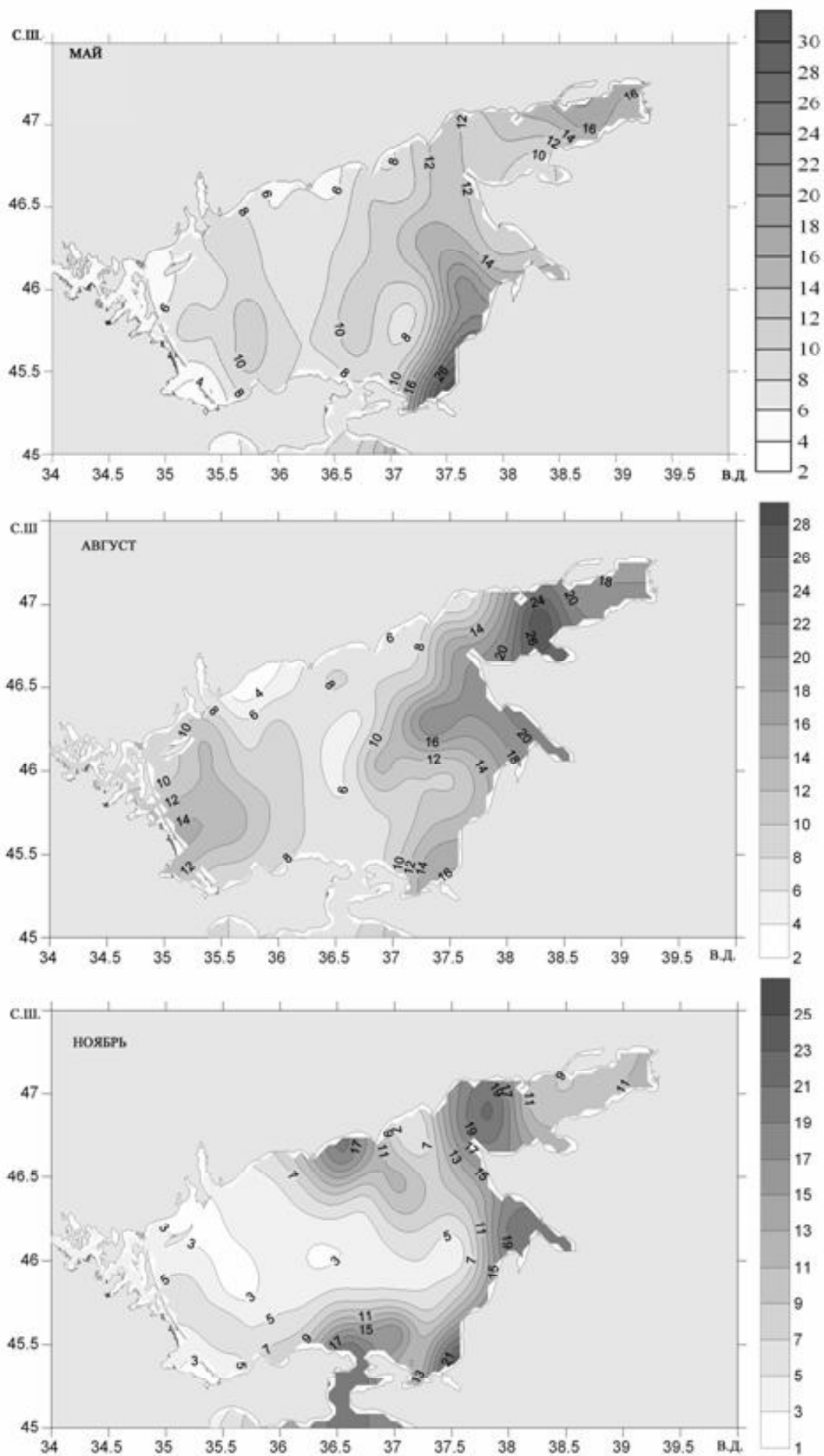


Рисунок 3. Пространственное распределение $N(z)$ на горизонте 5 м

В Темрюкском заливе максимум $N(z)$ отмечен у дна. В июне и июле он равен 27 цикл/час. В августе максимум $N(z)$ также поднимается к поверхности и составляет 23 цикл/час. В Керченском районе в летний период максимум $N(z)$ находится в поверхностном слое и достигает 22 цикл/час в июне. В Таганрогском заливе максимум $N(z)$ находится у дна на протяжении всего летнего периода (на глубинах 5 м). Для района VIII в июне и июле он равняется 32 цикл/час.

Осенью в центральном районе стратификация вод близка к нейтральной (рис. 2, 3). Частота плавучести составляет 3-6 цикл/час. В Темрюкском заливе максимумы $N(z)$ остаются в поверхностном слое и составляют 12-16 цикл/час. В Керченском районе максимумы $N(z)$ находятся в придонном слое и равняются 12-13 цикл/час. В Таганрогском заливе в сентябре максимум $N(z)$ остается у дна и составляет 28 цикл/час (VIII район). В ноябре он поднимается в поверхностный слой, достигая значения 14 цикл/час.

Характер пространственно-временной структуры вертикальной устойчивости вод IV, V, IX, X районов близок к пространственно-временной структуре устойчивости центральной части моря. Для района VI характерны многие закономерности климатической изменчивости, выявленные для Таганрогского залива. Пространственно-временная изменчивость устойчивости вод районов II, III характеризуется некоторыми признаками, отмеченными как для Керченского района, так и для центральной части моря.

Общее количество поступающих в Азовское море речных вод определяется стоком Дона и Кубани, поставляющих в море 95 % суммарного стока. Причем основная часть речных вод поступает в восточную половину моря. Средняя многолетняя величина суммарного стока за 1952-2012 гг. равна 36,7 км³. Его максимум 51,4 км³ отмечен в 1963 г., а минимум составил

Таблица 1. Статистические характеристики объемов стока рек Дон и Кубань за период 1952-2012 гг., км³/год

Объем	Дон	Кубань	Суммарный сток
Средний	21,4	11,8	33,3
Максимальный	38,3	19,9	51,4
Минимальный	9,5	5,7	20,4
СКО	6,4	2,8	7,0

20,4 км³ в 1969 г. Статистические характеристики объемов стока рек Дон и Кубань по данным за период 1952-2012 гг. представлены в таблице 1. Сезонное и пространственное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40 %, а летнего – 20 %. Наибольшее количество (свыше 60 %) воды приносит р. Дон. Общий объем изъятия стока р. Дон составляет 8-11 км³/год [9], а р. Кубань – 1-5 км³/год [8]. Антропогенное сезонное регулирование стока проявляется в уменьшении

доли весеннего стока и в увеличении осеннего и зимнего стока. Сезонные изменения стока более заметны для р. Дон, чем для Кубани, так как гидрограф внутригодового стока Кубани совпадает с гидрографом ирригационных водозаборов [5].

Коэффициенты автокорреляции между среднемесячными расходами воды при сдвиге τ , равном 1-2 месяца на г/п Раздорская, значимы на 90 % уровне, при $\tau=1, 2$ года $r_e=0,64-0,68; 0,21-0,23$. Автокоррелированность рядов стока р. Кубань при $\tau=1$ и 2 года составляет 0,62-0,66; 0,32-0,35. Это свидетельствует о высокой инерционности хода рассматриваемых величин.

Статистические оценки влияния стока р. Дон на формирование вертикальной устойчивости вод Таганрогского залива (районы VII, VIII) являются значимыми. Для весеннего и летнего периода корреляция наиболее существенна с объемом стока за предшествующие три месяца, включая месяц, за который рассматривается устойчивость $R=0,42-0,68$. Для осеннего периода максимальные коэффициенты получены для величин стока за текущий месяц $R=0,44-0,57$. Статистические зависимости устойчивости вод Темрюкского залива в весенний и летний период наиболее тесные с изменчивостью объемов стока Кубани за предшествующие три месяца $R=0,47-0,71$. Осенью максимум корреляции отмечен с величинами стока за текущий месяц $R=0,61-0,64$. Зависимость среднемесячных расходов воды на г/п Раздорская, г/п Тиховский и частоты плавучести на горизонте 3 м в Таганрогском и Темрюкском заливах представлена на рисунке 4. Корреляционные оценки изменений объема стока Дона и Кубани и вертикальной устойчивости вод центральной части моря не являются статистически значимыми. Вероятно, плотностная стратификация вод центральной части моря определяется в основном гидрометеорологическим режимом

района. Так, наиболее высокие значения частоты плавучести отмечены летом и связаны с интенсивным прогревом поверхностного слоя. Вклад термической составляющей устойчивости в 4 раза больше соленостной [2]. В осенне-зимний период в наиболее глубоководных районах моря

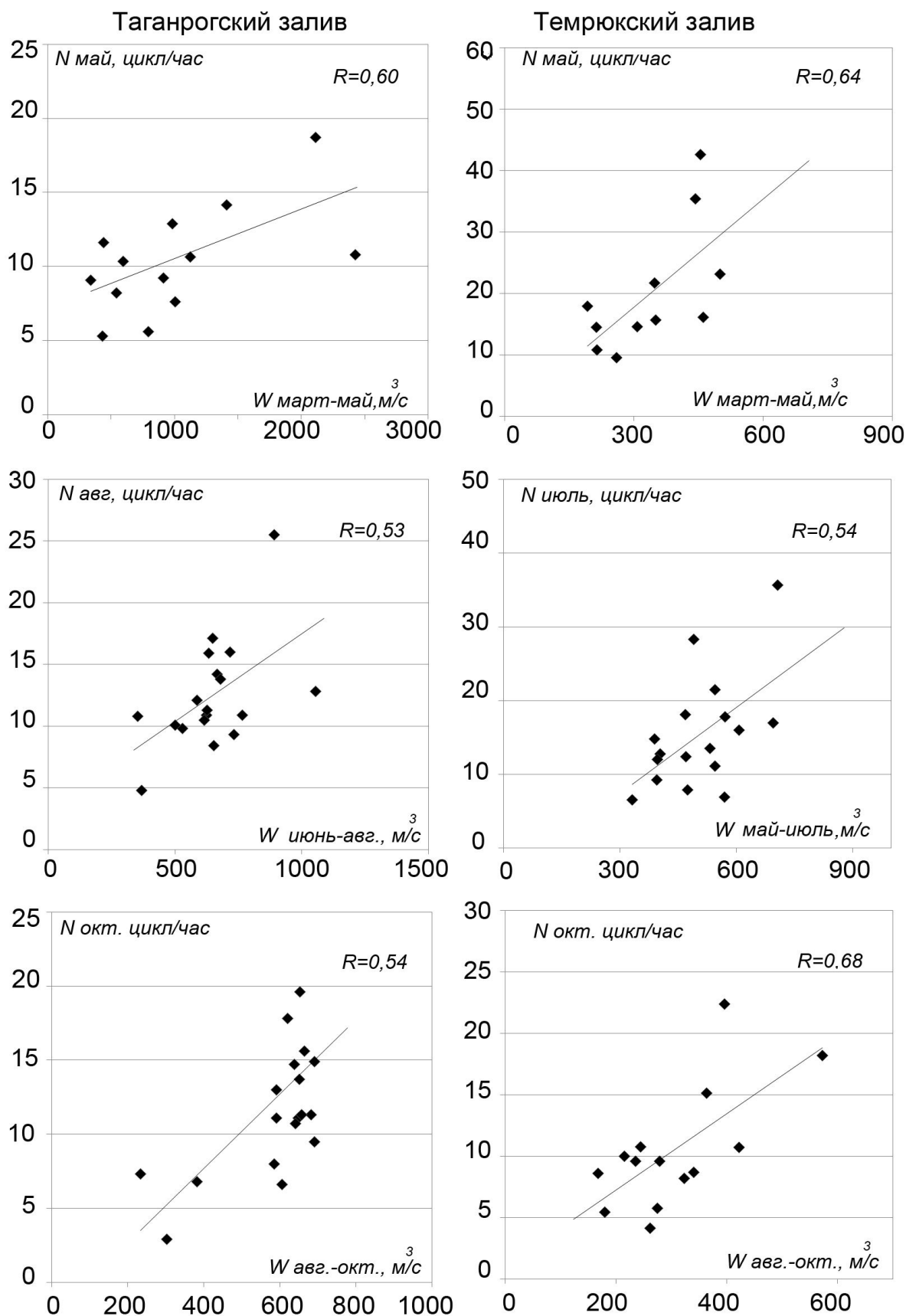


Рисунок 4. Зависимость среднемесячных расходов воды на г/п Раздорская, г/п Тиховский и частоты плавучести на горизонте 3 м в Таганрогском и Темрюкском заливах

наблюдается слабоустойчивая, нейтральная или неустойчивая стратификация, обусловленная охлаждением верхних слоев воды, зимней конвекцией и ветроволновым перемешиванием.

Анализ статистических связей между динамикой величин устойчивости вод и изменениями значений индексов атмосферной циркуляции показал, что наиболее тесные зависимости отмечены для индекса NAO. Статистически значимые величины коэффициентов корреляции положительны и получены для летне-осеннего периода. Наибольшие коэффициенты корреляции найдены для величин устойчивости в поверхностном слое. В таблице 2 показаны коэффициенты корреляции для горизонтов 1-5 м. Максимум коэффициентов корреляции соответствует горизонту 1 м в августе и составляет 0,49.

Корреляционный анализ влияния изменчивости атмосферной циркуляции на объемы стока рек показал, что наиболее тесные связи стоковых характеристик получены с индексами за холодный период года (табл. 3).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между величинами устойчивости вод и индексами NAO за 1952-2006 гг.

Месяц Горизонт, м	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-0,24	-0,25	-0,21	-0,10	0,49	0,47	0,46	0,48
2	-0,16	-0,24	-0,18	-0,10	0,45	0,46	0,41	0,45
3	-0,01	-0,24	-0,13	-0,07	0,38	0,45	0,41	0,41
4	0,11	-0,25	-0,17	0,02	0,23	0,43	0,47	0,26
5	0,18	-0,26	-0,20	0,05	0,07	0,43	0,46	0,03

Примечание: 1) Жирным шрифтом отмечены оценки для 90 % уровня значимости
2) За период декабрь-март недостаточно данных

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между годовыми величинами стока рек и индексами атмосферной циркуляции за 1952-2012 гг.

Индекс циркуляции	Дон	Кубань	Суммарный сток
NAO	-0,13	-0,23	-0,23
NAO (декабрь-март)	-0,29	0,07	-0,21
EA (декабрь-февраль)	-0,04	-0,09	-0,09
EATL/WRUS (декабрь-февраль)	-0,08	0,31	0,04
SCAND (декабрь-февраль)	-0,13	-0,30	-0,22
Polar/Eurasia (декабрь-февраль)	0,05	0,22	0,12

Примечание: Жирным шрифтом отмечены оценки для 90 % уровня значимости

Для годового стока р. Дон получены значимые на 90 % уровне отрицательные коэффициенты с зимним индексом NAO ($R=-0,29$). Коэффициенты корреляции годового стока р. Кубань значимы с годовыми величинами индекса NAO ($R=-0,23$) и зимними индексами EATL/WRUS ($R=0,31$), SCAND ($R=-0,30$), Polar/Eurasia ($R=0,22$).

Заключение

Таким образом, на основе данных экспедиционных съемок за период 1952-2006 гг. проведено исследование вертикальной плотностной стратификации вод Азовского моря. Максимум частоты плавучести в наиболее глубоководных районах моря наблюдается в летний период и составляет в XII районе моря 19 цикл/час, в XI и I районах 27 цикл/час, 22 цикл/час, соответственно. В Таганрогском заливе максимум отмечен зимой, когда величины частоты плавучести достигают 36-55 цикл/час (VIII район).

Выполнен статистический анализ влияния изменений объемов стока Дона и Кубани на изменчивость вертикальной плотностной стратификации вод. Выявлены статистически значимые связи величин частоты плавучести Таганрогского и Темрюкского заливов и изменчивости стока рек. Корреляция наиболее существенна с объемом стока за текущий и предшествующие три месяца,

включая месяц, за который рассматривается устойчивость $R=0,42-0,71$. Стратификация вод центральной части моря практически не зависит от объемов поступающих речных вод и определяется в основном гидрометеорологическим режимом района. Здесь наиболее высокие значения частоты плавучести отмечены летом и связаны с интенсивным прогревом поверхностного слоя. В осенне-зимний период в наиболее глубоководных районах моря наблюдается слабоустойчивая, нейтральная или неустойчивая стратификация, обусловленная охлаждением верхних слоев воды, зимней конвекцией и ветроволновым перемешиванием.

Исследована связь между индексами атмосферной циркуляции Атлантико-Евразийского региона (NAO, EA, EATL/WRUS, SCAND, Polar/Eurasia), стоком рек и пространственно-временной изменчивостью плотностной стратификации вод Азовского моря. Наиболее тесные связи изменчивости стоковых характеристик получены с индексами атмосферной циркуляции за холодный период года. Для годового стока р. Дон получены значимые на 90 % уровне отрицательные коэффициенты корреляции с зимним индексом NAO ($R=-0,29$). Коэффициенты корреляции годового стока р. Кубань значимы с годовыми величинами индекса NAO ($R=-0,23$) и зимними индексами EATL/WRUS ($R=0,31$), SCAND ($R=-0,30$), Polar/Eurasia ($R=0,22$).

Получены статистически значимые положительные величины коэффициентов корреляции между устойчивостью центрального района в летне-осенний период и индексом NAO. Максимум коэффициентов корреляции соответствует горизонту 1 м в августе и составляет 0,49.

Литература

1. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 216 с.
2. Букатов А.Е., Павленко Е.А. Пространственно-временная изменчивость вертикальной устойчивости вод Азовского моря // Физические проблемы экологии (Экологическая физика). – М.: МАКС Пресс, 2013. – № 19. – С. 121-132.
3. Гаргона Ю.М. Современное распределение Азовского моря и его связь с многолетними колебаниями атмосферной циркуляции // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 6. – С. 747-754.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР // Азовское море. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. – Т. V. – 236 с.
5. Дьяков Н.Н. Современный гидрометеорологический режим Азовского моря : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук: 11.00.08 / МГИ НАНУ. Рукопись. – Севастополь, 2010. – 185 с.
6. Матишов Г.Г., Гаргона Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. – М.: Наука, 2006. – 304 с.
7. <http://www.cpc.noaa.gov>.
8. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. - М: Гидрометиздат, Моск. отделение, 1989. – 326 с.
9. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л.: Гидрометиздат, 1979. – 302 с.
10. Barnston A.G., Livezey R.E. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns // Mon. Wea. Rev. – 1987. – 115. – Pp. 1083-1126.
11. Matishov G., Levitus S. et al. Climatic Atlas of the Sea of Azov / NOAA Atlas NESDIS 65. – U.S. Government Printing Office, Washington. – 2008. – 148 p.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗАТОПЛЕННЫХ МОРЕМ ФРАГМЕНТОВ РЕЧНЫХ СИСТЕМ В МОРСКИЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ

М. Б. Гулин, В. А. Тимофеев, М. В. Коваленко, В. П. Чекалов,
Л. В. Бондаренко, И. Н. Аннинская, Е. А. Иванова

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

Сделано обобщение литературных данных о климатических изменениях и подъеме уровня вод Океана в Голоцене. Обоснована важная роль перманентного осадконакопления в трансформации объемов и границ морских водоемов. На примере Черного моря изучена судьба затопляемых морем береговых территорий. Показано присутствие на черноморском шельфе у Севастополя реликтовых фрагментов русел и общей устьевой зоны рек Черная и Бельбек. Изучена экология палеорусел - формирование в их пределах гипоксических местообитаний и локальных биоценологических комплексов.

Ключевые слова: палеорусла, зоо- и бактериобентос, гипоксия, Черное море

Transformation of the river systems fragments flooded by sea into marine biogeocenoses. M.B. Gulin, V.A. Timofeev, M.V. Kovalenko, V.P. Chekalov, L.V. Bondarenko, I.N. Anninskaya, E.A. Ivanova. *Literature data on climatic changes and the rise of the Ocean water level in Holocene are reviewed. The important role of permanent sedimentation in the transformation of volumes and limits of the marine water bodies is grounded. The fate of the coastal areas flooded by sea is studied by the example of the Black Sea. Existence of the relict riverbed fragments and the common mouth area of the Chernaya and Belbek Rivers are shown. The paleoriverbeds ecology (formation of hypoxic habitats and local biocenosis complexes within their limits) is studied.*

Keywords: paleoriverbeds, zoo- and bacteriobenthos, hypoxia, the Black Sea

Введение

Важной составляющей современной морской гидробиологии является мониторинг пространственно-временной динамики характеристик среды водоемов и количественных показателей их биоценозов. Вместе с тем, при подобном слежении не всегда должное внимание уделяется природным процессам, идущим в геологическом масштабе времени. К таковым, в частности, можно отнести естественную эволюцию климата, изменения местоположения поверхности и береговых границ водных бассейнов. Недооценка значимости указанных процессов способна помешать пониманию истинных причин долговременных (вековых) изменений в морских экосистемах.

В настоящей работе обобщены собственные и литературные данные об экологических трансформациях территорий суши, затопляемых морем. В качестве примера рассмотрены такие природные объекты, как палеоустья и палеорусла рек, ранее являвшиеся частью речных систем, но теперь представляющие собой мезомасштабные геоморфологические формы морского шельфа.

Основная часть

Эволюция морской бентали в Голоцене. Исследования последних лет, в которых были использованы самые современные методы измерений и анализа, позволили установить, что, по крайней мере, с середины 19-го века наблюдается перманентное повышение уровня Мирового океана [6]. За последние 100 лет поверхность Океана поднялась примерно на 20 см. И наиболее важно, что такой подъем вод имеет практически линейный характер. Это позволяет предположить гораздо большую протяженность во времени наблюдаемых изменений, например, в течение всего постледникового периода (12 тыс. лет). Вместе с тем, имеющиеся сведения для столь ранней эпохи неоднозначны.

В оценках происходящего, в первую очередь, необходимо оценить потенциальную угрозу глобальных и региональных изменений климата. Такие перемены должны иметь, главным образом,

естественные причины, происходящие в природе без участия или влияния человека. Однако воздействие антропогенного фактора также постоянно возрастает.

Установлено, что в случае таяния ледовых панцирей Антарктиды и Гренландии уровень поверхности Океана может подняться на 67 м. Вместе с тем, расчеты показывают, что для подобных изменений потребуется несколько тысячелетий [7].

Теории климатических катастроф наиболее популярны в настоящее время. Но при внимательном рассмотрении выявляются и другие, не менее значимые факторы, действие которых также протекает в геологической шкале времени, т.е. параллельно трансформациям климата.

Во всех морских бассейнах существует общая тенденция постоянного накопления донных отложений – перманентная природная седиментация. Представляется, что данное явление служит одним из основных бессрочных причин повышения уровня океана. В самом деле, осаждение взвеси на морское дно приводит, в конечном счете, к формированию и нарастанию в бентали запасов «твердого тела» – плотных донных отложений, которые, в свою очередь, неизбежно должны выталкивать воду из прежних границ водоемов.

В Черном море скорость перманентного подъема уровня вод в период с 1876 по 1991 г. оценивается в 0,13-0,37 см/год [4]. При этом известно, что современные тектонические движения в черноморском регионе имеют противоположную по последствиям тенденцию: береговая линия черноморского побережья за последние 10 миллионов лет поднялась на 10 метров [5]. Однако эта величина на три порядка меньше обратных процессов – седиментации и изменений водного баланса моря, поэтому может не учитываться при оценках современной геоэкологической эволюции черноморского бассейна, т.е. в Голоцене.

Значимость описанных явлений (изменчивости климата и седиментации) для современной океанографии и экологии представляется достаточно высокой. Если взглянуть на соответствующие батиметрические карты, выяснится, что постепенный всеобщий подъем моря заметно менял конфигурацию материков и морских водоемов. Так, например, Азовское море, максимальная глубина которого составляет в настоящее время 13,5 метров, – это сравнительно молодой водоем. Еще около 30 тыс. лет назад данная местность представляла собой болотистую равнину материка, по которой протекал палео-Дон и другие азовские реки. Это была полноводная речная система, Керченский пролив являлся устьевой частью Дона, на его выходе возникла крупномасштабная, выступающая в Черное море палеодельта.

К настоящему времени экологическое значение речных систем, поглощенных морем, практически не изучено, хотя вполне очевидно, что они могут оказывать влияние на условия обитания морских донных организмов.

Палеорула рек Черная и Бельбек – местоположение, конфигурация и строение. Ранее, в результате изучения батиметрических характеристик и основных морфоструктур морского дна на шельфе вблизи Севастополя, нами были обнаружены подводные палеорулы р. Черная и Бельбек, а также их общая Бельбекско-Чернореченская палеодельта [2].

На рисунке 1 показана общая конфигурация этих палеорул. Обращает внимание, что именно к палеоруле реки Черная приурочено скопление очагов струйных метановых газовыделений (сипов) [3]. В палео-Бельбеке поиск газовых сипов до настоящего не проводился.

Гидроакустические разрезы через палеорулу р. Черная показали, что реликтовое ложе реки имеет в сечении коробчатую форму с крутыми береговыми склонами и плоским коренным руслом.

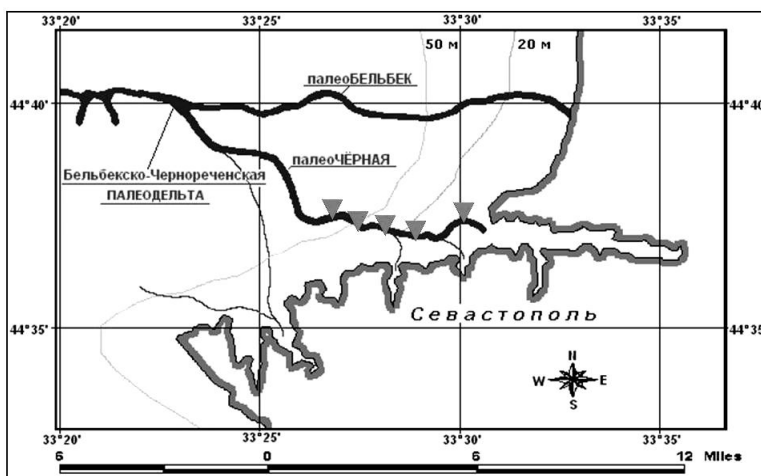


Рисунок 1. Палеорула и палеодельта рек Черная и Бельбек (треугольниками показано местоположение метановых сипов)

Такие особенности профиля дна позволяют предположить, что затопленная морем речная долина и корневое русло палео-Черной ранее имели строение скорее каньонного типа, однако в настоящее время эти объекты покрыты многометровым слоем иловых отложений. Таким образом, палеоруслу могут быть не только местами накопления реликтовых речных наносов, обогащенных органическим веществом, но и служить аккумуляторами современных морских осадков.

Биогеохимические характеристики палеорусел. В затопленном русле р. Черная были определены скорости современного осадконакопления. Измерения производились с использованием природных ($^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$) и техногенных (^{137}Cs) радиотрассеров. Технические процедуры выполнены С.Б. Гулиным, которому авторы выражают искреннюю признательность.

Полученные данные позволяют оценить темпы осадконакопления в палео-Черной в диапазоне 2,3-2,7 мм/год. Наиболее примечательно в данном случае, что найденные величины хорошо согласуются с уже приводившимися сведениями о темпах подъема уровня вод Черного моря в течение последних полутора столетий: 1,3-3,7 мм/год [4]. Это наглядно иллюстрирует важную роль осадконакопления в трансформации морских водоемов.

Как отмечалось, реликтовые остатки древних речных долин как локальные понижения дна на шельфе в большинстве случаев должны быть местом повышенных скоростей осадконакопления органического вещества. Этот факт действительно находит подтверждение на примере палеоруслу р. Черная (рис. 2, 3).

Можно видеть, что палеоруслу служит депо значительных количеств органики, запас которой здесь многократно превышает таковой на прилегающей фоновой трансекте. Это, очевидно, дол-

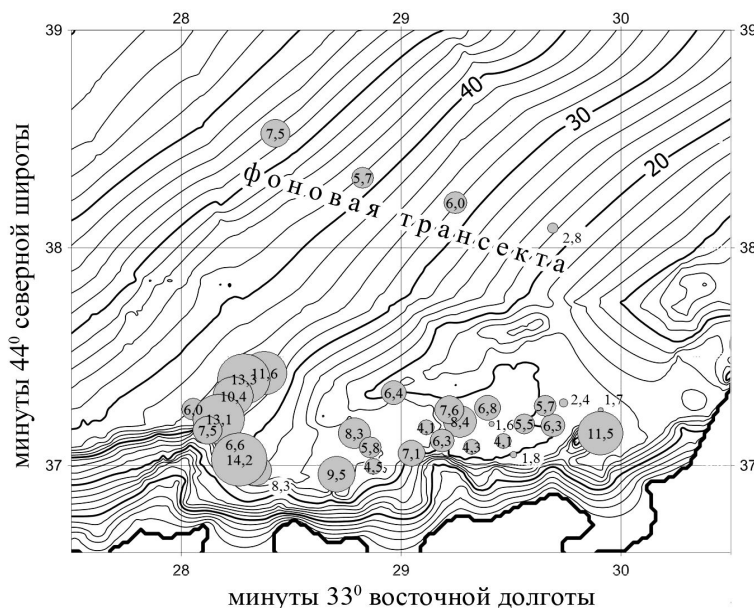


Рисунок 2. Распределение легкоразлагающегося органического вещества (сжигание при +180 °С) в палеорусле р. Черная, мг/г сухого вещества

жно определять физико-химические свойства морских донных отложений, влиять на состояние и биологическое разнообразие обитающей здесь бентосной фауны [1]. Есть основания ожидать, к примеру, определенную специфику респираторных условий в исследуемом локальном местообитании черноморского шельфа. Измерения окислительно-восстановительного потенциала (Eh) свидетельствуют в пользу высказанного предположения. Обнаружены существенные отличия значений Eh на дне палеоруслу р. Черная в сравнении с его береговыми склонами (рис. 4). В тальвеге палеореки редокс-потенциал в верхнем слое донных отложений всегда имеет отрицательные значения, тогда как в осадках релик-

товых береговых склонов, наоборот, наблюдаются окислительные условия. Особенности распределения Eh достаточно надежно свидетельствует о том, что экотоп бентали палеоруслу подвержен перманентному загрязнению сероводородом, идущему из глубинных слоев осадков.

Также поверхностные осадки палео-Черной должны быть кислород-дефицитными (как следствие эмиссии сероводорода). Соответственно, данное местообитание будет иметь выраженный гипоксический характер, определяющий специфику состава, обилия, распределения и функциональной активности обитающей здесь инфауны.

Жизнедеятельность другой группы обитателей палеоруслу – эпибентосных организмов, населяющих поверхность донных осадков, зависит в значительной степени не только от окислительно-восстановительных свойств грунтов, но и от аэрации придонного слоя воды. Соответственно, нами был изучен и этот фактор.

можно определять физико-химические свойства морских донных отложений, влиять на состояние и биологическое разнообразие обитающей здесь бентосной фауны [1]. Есть основания ожидать, к примеру, определенную специфику респираторных условий в исследуемом локальном местообитании черноморского шельфа. Измерения окислительно-восстановительного потенциала (Eh) свидетельствуют в пользу высказанного предположения. Обнаружены существенные отличия значений Eh на дне палеоруслу р. Черная в сравнении с его береговыми склонами (рис. 4). В тальвеге палеореки редокс-потенциал в верхнем слое донных отложений всегда имеет отрицательные значения, тогда как в осадках релик-

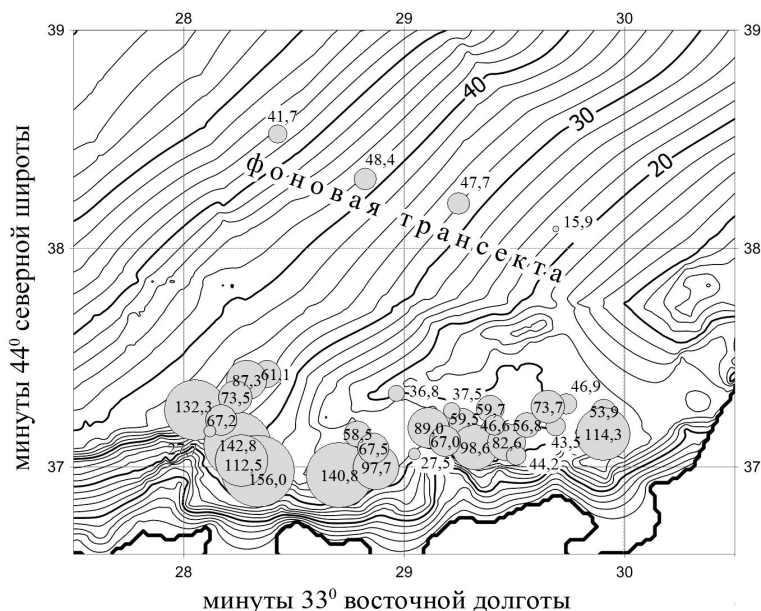


Рисунок 3. Распределение стойкого органического вещества (сжигание при +500 °C) в палео-Черной, мг/г сухого вещества

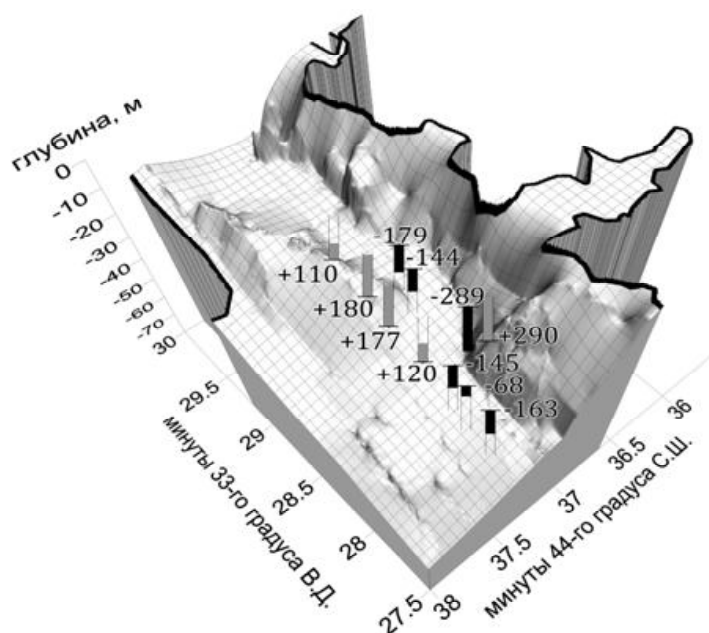


Рисунок 4. Распределение окислительно-восстановительного потенциала (мВ) в ложе и на склонах палеоруслу р. Черная

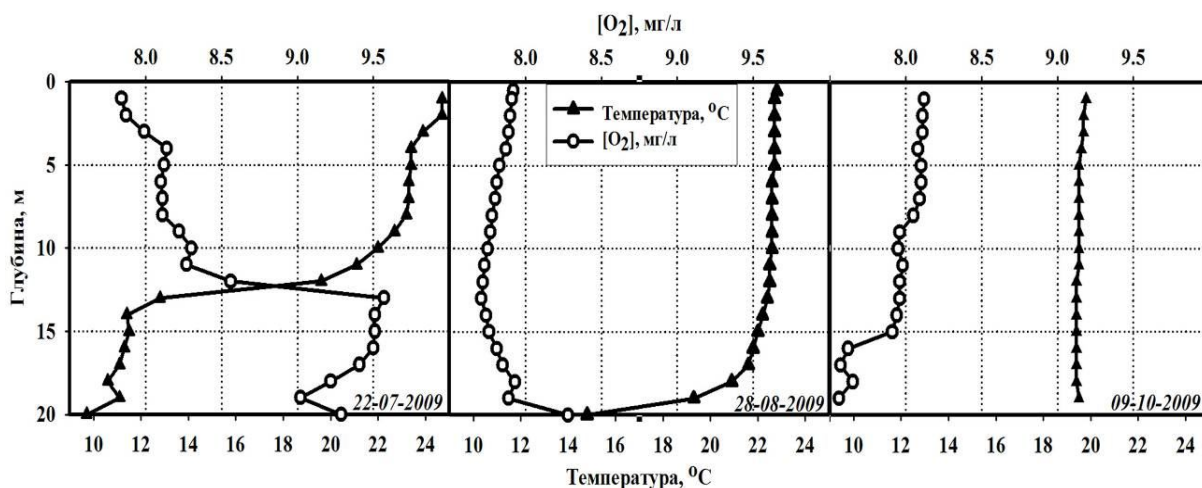


Рисунок 5. Вертикальные профили концентрации растворенного кислорода и температуры в водной толще и вблизи дна палеоруслу р. Черная

Респираторные свойства водной толщи в районе палеоруслу. В Черном море как меромиктическом и эвтрофном водоеме встречаются все три типа кислородных условий среды: нормоксия, гипоксия и аноксия. Нами выполнен мониторинг динамики O₂ в палеорусле р. Черная. Зондирования проводили в летне-осенний период 2009 г. на реперной станции глубиной 20 м. Измерения совершались с шагом 1 м, охватывая всю водную толщу вплоть до поверхности дна.

Наблюдения показали, что в придонном слое воды и непосредственно на границе «водная толща-дно» содержание растворенного кислорода было наибольшим в середине летнего сезона – около 9,5 мг/л (рис. 5). Минимальные значения [O₂] обнаружены вблизи дна палеоруслу в октябре (≈ 7,6 мг/л).

Указанная сезонная динамика аэрации придонного слоя была обусловлена, прежде всего, особенностями вертикальной плотностной стратификации водной толщи в целом. На рисунке 5 видно, что в июле термоклин располагался на горизонте 12-13 м. В конце августа толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) значительно увеличилась, достигнув глубины около 19-20 м, т.е. непосредственно

редственно придонного слоя воды. В октябре эта тенденция сохранилась, и весь наблюдаемый диапазон водной толщи оказался в пределах ВКС. Прогрев придонного слоя на исследуемой реперной станции последовательно возрастал в период с июля по октябрь: от +10 до +19 °С.

Вертикальные профили рН подтвердили описанную выше специфику сезонной динамики ВКС в районе палеореки Черная. В июле и августе у дна были зарегистрированы пониженные величины рН. В октябре вертикальные градиенты плотности в диапазоне глубин 0-20 м исчезли, и величины рН стали одинаковыми для всей водной толщи. Это привело к возрастанию значений данного параметра в придонном слое до 8,4 в сравнении с 8,2 в июле и августе.

В целом можно отметить, что за наблюдаемый период на реперной станции в палеорусле р. Черная концентрация кислорода у дна не опускалась ниже 7,5 мг/л, и, следовательно, аэрация придонного слоя соответствовала нормоксии.

Бактериобентос осадков палеорусла. Падение значений Eh в грунтах на дне палеорусла (рис. 4) должно быть связано, в первую очередь, с активизацией всего комплекса биогеохимических процессов в грунтах.

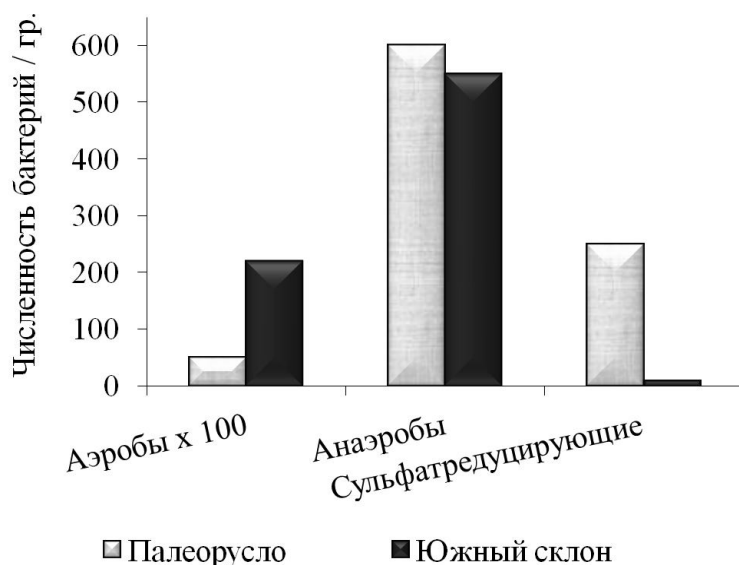


Рисунок 6. Распределение микробиологических параметров в палеорусле р. Черная и на его южном склоне

положить, что падение значений Eh в грунтах связано с микробиологической трансформацией не только современной органики, скапливающейся в понижениях древнего русла, но также и реликтового органического вещества речных наносов, захороненного в донных отложениях при подъеме уровня морских вод.

Соответственно, при определенных обстоятельствах ископаемое органическое вещество палеорек и палеоделт может являться внешним экологическим фактором для морских донных гидробионтов, обитающих в Черном море в современный период его истории. Экспресс-переносчиком органического углерода через толщу осадков к поверхности дна может выступать поток газообразного (пузырькового) метана – сипов.

Особенности локального биоценотического комплекса палеорусла реки Черная. Бентосные съемки в палеорусле были выполнены в 2009 г. [1]. Установлено, что макрозообентос палеорусла р. Черная представлен Crustacea, Bivalvia, Gastropoda, Nemertini, Polychaeta, Oligochaeta и Nematoda. При этом был обнаружен максимум численности и биомассы бентосных организмов непосредственно в палеорусле Черной, залегающий в интервале глубин 21-35 м. Примечательным оказался и тот факт, что пространственное скопление зообентоса совпадало с пиком концентрации органических веществ на глубинах 28-35 м (табл. 1).

В настоящей работе даны характеристики видового состава и локализации макрозообентоса, обнаруженного в пределах палео-Черной (табл. 2-4).

Обогащение донных осадков палеорусла р. Черная органическим веществом (рис. 2, 3) не может не сказаться на биоценотической структуре и количественных показателях обитающего здесь бактериобентоса, а также интенсивности бактериальной минерализации избыточной органики. В ложе палеореки нами отмечена повышенная численность анаэробных бактерий, в частности сульфатредуцирующих, тогда как количество аэробных микроорганизмов было сравнительно невелико (рис. 6).

В связи с обнаружением в палео-Черной поля газовыделений из осадочных пород дна (рис. 1), представляется уместным пред-

Таблица 1. Распределение макрозообентоса и органического вещества вдоль тальвега палеорула реки Черная на шельфе Черного моря

Глубина дна, м	Общая численность макрозообентоса, экз./м ²	Биомасса макрозообентоса, г/м ²	Органическое вещество, г/кг сухого осадка
16	2525	111,7	-
19	700	19,0	49,3
20	475	12,6	-
21	1475	3,7	102,9
24	1975	8,1	102,2
28	2225-2675	7,9-205,6	164,3
30	1725	7,2	149,4
35	900	1,3	138,3
66	75	2,5	114,7
70	50	0,9	107,0
72	375-1125	9,4-10,8	83,3

Примечание: 28 м – горизонт максимальных значений

тели для Crustacea в целом (табл. 1, 4).

Основной вклад в общую численность макрозообентоса палео-Черной в большинстве случаев вносят различные представители Vermes. Однако по общей биомассе эта группа организмов, как правило, заметно уступала моллюскам (табл. 4).

Исследования показали также, что наиболее богатый видовой состав зообентоса характерен для береговых склонов палеореки, а не его русла. Так, на глубинах 16 и 74 м плотность поселений бентоса реликтовых склонов превышала численность обитателей ложа палеорула в 9 и 3 раза, соответственно. На мелководье (гл. 16 м) высокие количественные показатели развития бентофауны береговых склонов были обусловлены, главным образом, высокой численностью Crustacea. На больших глубинах доминировали черви.

Описанные закономерности проявились и во время дополнительной съемки. На горизонте 28 м в тальвеге палеореки были найдены лишь единичные особи Decapoda *Macropipus holsatus* средней массой 1,7 г, тогда как при обследовании бывших береговых склонов (16 м) отмечены довольно плотные скопления таких видов Decapoda, как *Pisida longimana* (200 экз./м²; биомасса 3,75 г/м²) и *Xantho poressa* (25 экз./м²; 0,83 г/м²). Эти примеры подтверждают, что в границах палеорула р. Черная наиболее плотные поселения представителей отряда десятиногих ракообразных приурочены к ее склоновым участкам, а не к собственно дну ложбины.

В общем следует отметить, что общее экологическое состояние бентоса в биотопе палеорула р. Черная является угнетенным по сравнению с прилегающими участками шельфа. Можно предположить, что данное явление связано с лимитирующими абиотическими факторами. Это подтверждается, например, распределением окислительно-восстановительного потенциала. Выше были показаны существенные отличия значений Eh на дне палеорула р. Черная и на его берегах (рис. 4): на склонах затопленной части реки Eh имел положительные значения, в то время как вблизи осевой линии русла залегали восстановленные илы.

Заключение

Показано, что палеоруло реки Черная, расположенное на шельфе в прибрежной акватории Севастополя, является специфическим локальным экотопом, отличающимся от соседствующих с ним участков дна особенностями рельефа и геоморфологического строения дна, повышенными скоростями накопления органических веществ, а также кислород-дефицитными условиями среды в поверхностном слое донных отложений.

Недостаток кислорода и сероводородное заражение в осадках палеорула способны объяснить относительно низкие показатели численности обитающего здесь макрозообентоса.

Также следует отметить, что биотические комплексы палеорусел должны быть подвержены, помимо прочего, существенному антропогенному воздействию, т.к. это прибрежные объекты.

Malacostraca были представлены 5 отрядами. Следует отметить присутствие на некоторых станциях и *Balanus improvisus* (табл. 2).

Из обитающих в палеоруле моллюсков (табл. 3) почти повсеместно присутствовала, а в ряде случаев и преобладала *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). Следует отметить, что на горизонте «максимумов» (28 м) численность и биомасса Mollusca значительно превышали, за редкими исключениями, аналогичные показате-

Таблица 2. Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, экз./м²) Crustacea в поверхностном слое осадков палеорусла р. Черная

Вид	(6) 35		(7) 30		(8) 28		(10) 24		(12) 21		(14) 19		(41) 20		(43) 16		(44) 28		
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	
Amphipoda																			
<i>Amphipoda</i> gen.sp.																75	0,003		
<i>Ampelisca diadema</i>											25	0,233				25	0,018	50	0,010
<i>Apherusa bispinosa</i>																75	0,028		
<i>Dexamine spinosa</i>																375	0,118		
<i>Caprella</i> gen.sp.																25	0,003		
<i>Microdeutopus versiculatus</i>																250	0,073	25	0,008
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>																		25	0,003
<i>Petiolulodes longimanus</i>																		25	0,003
<i>Synchelidium maculatum</i>					25	0,010													
Tanaidacea																			
<i>Leptoc'helia savignyi</i>																50	0,003		
Cumacea																			
<i>Cumella limicola</i>																		25	0,003
<i>Cumacea</i> sp.	25	0,003																	
<i>Iphinoe elisae</i>					50	0,018	25	0,008	25	0,008	25	0,018							
<i>Nannastacus euxinicus</i>																25	0,003		
Isopoda																			
<i>Gnathia bacescoi</i>																125	0,010		
Decapoda																			
<i>Pisidia longimana</i>																200	3,750		
<i>Xantho porressa</i>																25	0,828		
Cirripedia																			
<i>Balanus improvisus</i>	75	0,750	25	0,265	75	0,325					25	0,143				625	16,250		

Таблица 3. Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, экз./м²) Mollusca в верхнем слое осадков палеорусла р. Черная

Вид	(7) 30		(8) 28		(10) 24		(12) 21		(14) 19		(27) 72		(29) 70		(43) 16		(44) 28		(41) 20		
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	
Bivalvia																					
<i>Cerastoderma glaucum</i>	25	1,750							50	3,495					75	10,000					
<i>Chamelea gallina</i>	75	2,250	150	4,838	25	0,745	50	2,750	75	3,000					575	52,500					
<i>Gouldia minima</i>	75	1,750																			
<i>Spisula subtruncata</i>			25	1,750					75	10,500					250	87,500					
<i>Acanthocardia pancecostata</i>					25	6,000							25	0,488							
<i>Gastrochaena dubia</i>																25	1,698				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>																250	82,500				
<i>Mytilaster lineatus</i>																175	20,000				
<i>Pitar mediterranea</i>																		375	27,500		
Gastropoda																					
<i>Bititium reticulatum</i>													25	0,390				25	11,750	25	12,45
<i>Tritia reticulata</i>																					
<i>Ebala pointeli</i>																25	0,008				
<i>Melanophle neritoides</i>																50	2,500				

Таблица 4. Общая численность (N, экз./м²) и биомасса (B, экз./м²) различных групп зообентоса в палеорусле р. Черная

Вид	(6) 35		(7) 30		(8) 28		(10) 24		(12) 21		(14) 19		(26) 72		(27) 72		(29) 70		(30) 66		(41) 20		(43) 16		(44) 28	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Crustacea	100	0,753	50	0,275	125	0,343	25	0,008	25	0,008	50	0,376									50	0,021	1250	4,837	750	16,271
Mollusca			175	5,75	175	6,588	50	6,745	50	2,750	150	13,500			50	3,495	50	0,878			25	12,45	525	106,706	1300	189,250
Vermes	800	0,512	1500	1,158	2375	0,977	1900	1,290	1400	0,905	500	5,158	1075	10,843	325	9,435			75	2,500	400	0,106	750	0,143	175	0,021

Примечание: В таблицах 2-4 незаполненные ячейки – организмы не найдены

Более того, они расположены в непосредственной близости от эстуариев рек – основных поставщиков загрязняющих веществ в морские водоемы.

Актуальность дальнейших широких комплексных исследований палеорусел очевидна, имея в виду уже обсуждавшийся вопрос о глобальном подъеме уровня Океана. Этот процесс может иметь ключевое значение для будущего морских бассейнов: затапливать низинные береговые территории вместе со всеми расположенными на них объектами, менять характер водообмена через проливы и водный баланс водоема в целом, отделять от материковой территории новые острова, влиять на прогнозные оценки состояния морских экосистем и поглощаемых морем участков суши.

Литература

1. Гулин М.Б., Бондаренко Л.В., Коваленко М.В., Тимофеев В.А. Зообентос в биотопе палеорусла реки Черная на шельфе прибрежной зоны Юго-Западного Крыма // Экология моря. – 2009. – № 78. – С. 44-49.
2. Гулин М.Б., Коваленко М.В. Палеорусла рек Черная и Бельбек на шельфе Юго-Западного Крыма – новый объект экологических исследований // Морской экологический журнал. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 23-31.
3. Егоров В.Н., Гулин С.Б., Гулин М.Б. Артемов Ю.Г., Гусева И.А. Струйные газовыделения в акватории внешнего рейда г. Севастополя // Научн. зап. Тернопольского НПУ. Сер.: Биология. – Спец. вып. «Гидроэкология». – 2005. – Т. 27, № 4. – С. 80-82.
4. Конигов Е.Г., Лиходеева О.Г. Глобальные и региональные факторы колебаний уровня Черного моря как основа геодинамической модели береговой зоны // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 1. – С. 84-93.
5. Фокина Н.А. Природные факторы процессов абразии // Культура народов Причерноморья. – 2006. – № 79. – С. 29-33.
6. Church J.A., White N.J. A 20th century acceleration in global sea – level rise // Geophysical Research Letters. – 2006. – 33. – L01602.
7. Rignot E., Velicogna I., van den Broeke M.R., Monaghan A., Lenaerts J.T.M. Acceleration of the contribution of the Greenland and Antarctic ice sheets to sea level rise // Geophysical Research Letters. – 2011. – 38. – L05503.

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ДИФФУЗИИ ВЗВЕСИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ И РАЗРАБОТКА НОВОЙ МЕТОДИКИ

В. В. Горун

Одесский государственный экологический университет

В статье представлен анализ методик расчета распространения взвешенных веществ в водной среде, в том числе при сбросе в морскую среду грунтов дноуглубления. Приведена разработанная методика неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в трехмерном пространстве.

Ключевые слова: математическая модель, неустановившаяся турбулентная диффузия, взвесь, водная среда

Analysis of the calculation methodologies of suspended matter diffusion in water environment and development of a new methodology. V.V. Gorun. *Analysis of the calculation methodologies for the distribution of suspended matter in water environment is presented, including the fact of dredging soils discharge into the marine environment. The developed methodology of the unsteady turbulent diffusion of suspension is given in three-dimensional space.*

Keywords: mathematical model, unsteady turbulent diffusion, suspension, water environment

Введение

В связи с активной хозяйственной деятельностью на морском шельфе возрос сброс в море различного рода загрязняющих веществ, в частности в виде мелкодисперсных твердых взвесей. Для оценки влияния этих взвесей на элементы морских экосистем необходимо рассчитывать пространственное распределение и временную изменчивость концентрации взвешенных веществ в море.

Исследования по проблемам распространения взвесей в водной среде выполнялись рядом отечественных и зарубежных специалистов. Тем не менее, в настоящее время отсутствуют надежные методики, на основе которых можно осуществлять прогноз распространения взвесей на небольшие расстояния (до контрольных створов) при их залповом сбросе.

Цель настоящего исследования состоит в анализе существующих методик расчета распространения взвеси в водной среде, в том числе при сбросе в морскую среду грунтов дноуглубления, и в разработке новой методики расчета неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в трехмерном пространстве.

Изложение основного материала

Для оценки распространения взвеси при сбросе в морскую среду грунтов дноуглубления могут быть использованы различные решения, полученные с помощью аналитических, численных и статистических методов [5]. Следует отметить, что статистические методы довольно громоздки. Кроме того, учитывая пространственно-временную изменчивость гидродинамических характеристик в природных водоемах, модели такого рода могут описывать диффузию примеси лишь в районах, ограниченных проводимыми наблюдениями, при условии набора достаточного объема информации об изменчивости течений в различных синоптических ситуациях. Поэтому применение этих методов расчета для практических количественных оценок представляется проблематичным вследствие сложности получения исходных данных для репрезентативного описания процесса диффузии и жесткой привязки к району наблюдений.

Для практических целей используют аналитические методы. Время, затрачиваемое на получение исходной информации и расчеты, в этом случае, как правило, невелико, что дает возможность применять такие методы в оперативной практике. Примером такого подхода для оценки распределения концентрации взвеси при дноуглубительных работах, но без учета оседания, является методика, предложенная Е.Д. Молдовановой [15]. Применительно к дампингу грунтов дноуглубления оптимизационная задача рассматривалась С.Л. Беленко и А.Н. Наумовым [3]. Воп-

росами прогнозирования распространения взвесей, возникающих при добыче железо-марганцевых конкреций, занималась С.В. Кирильчик [9].

Одним из аналитических методов расчета является применение радиально-симметричных моделей диффузии. В качестве примера такого подхода для оценки пространственного распространения взвешенных веществ при дампинге грунта могут быть рассмотрены методики А.А. Гончарова [4] и А.А. Прозорова [16].

Общая расчетная формула А.А. Гончарова имеет вид [4]:

$$\bar{C}(r, t^*) = \frac{q}{2\pi(pt^*)^2} \exp\left(-\frac{r}{pt^*} - \frac{Wt}{D}\right), \quad (1)$$

где $\bar{C}(r, t^*)$ – средняя концентрация диффундирующего вещества (грунта дноуглубления), г/м³, равномерно распределенного в пределах слоя толщиной D , м;

q – масса сброшенной взвеси, г, приходящаяся на единицу глубины в пределах слоя толщиной D , м;

p – «скорость» диффузии, м/с;

t^* – фиктивное время, учитывающее эффект динамического расширения начального пятна взвеси при точечной аппроксимации источника, с;

r – расстояние от центра пятна, м;

t – реальное время, отсчитываемое от момента сброса, с;

W – эффективная скорость оседания частиц взвеси, м/с.

Реальное время t , отсчитываемое от момента сброса, связано с модельным временем t^* соотношением:

$$t = t^* - t_0, \quad (2)$$

где t_0 – поправка к реальному времени, обусловленная влиянием динамического эффекта в процессе начального разбавления, с, рассчитываемая по формуле:

$$t_0 = r_0 / \rho\sqrt{3}, \quad (3)$$

где r_0 – эквивалентный радиус начального пятна взвеси, м.

У А.А. Прозорова выражение, описывающее распределение содержания взвеси в диффундирующем пятне с учетом ее оседания, имеет вид [16]:

$$C(r, t) = \frac{Q}{4\pi HDt} \exp\left(-\frac{r^2}{4Dt} - \frac{W}{H}t\right), \quad (4)$$

где $C(r, t)$ – осредненное по глубине в пределах рассматриваемого слоя значение концентрации взвеси, г/м³;

r – расстояние от центра пятна взвеси, м;

D – коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии, м²/с;

H – глубина рассматриваемого слоя, м;

W – эффективная скорость оседания взвеси, м/с;

Q – количество взвеси, оставшейся в рассматриваемом слое воды после сброса грунта, г.

Количество грунта Q , переходящего во взвешенное состояние при сбросе в подводный отвал, определяется по формуле [16]:

$$Q = K \cdot p \cdot V \frac{\gamma - \gamma_B}{\gamma_T - \gamma_B} \gamma_T, \quad (5)$$

где K – коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние при сбросе в отвал, в долях единицы, определяющийся по формуле:

$$K = 6,214 \frac{\sqrt{H-h}}{c} \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{l}\right), \quad (6)$$

где c – удельное сцепление сбрасываемого в отвал грунта с учетом его разрыхления (разжижения) в процессе выработки и погрузки в трюм шаланды, Па;

H – глубина в районе отвала или толщина верхнего квазиоднородного слоя, м;

h – осадка судна в грузу, м;

l – длина днищевой двери, м;

b – средняя за время разгрузки ширина раскрытия днищевой двери, м;
 p – содержание в грунте пылеватых и глинистых частиц мельче 0,1 мм и образующих истинную взвесь, в долях единицы;
 V – объем сброса, м³;
 γ – объемный вес грунта в трюме шаланды с учетом его разрыхления, т/м³;
 γ_B – объемный вес воды, т/м³;
 γ_T – удельный вес частиц грунта, т/м³.

Зависимость (6) дает возможность оценивать количество грунта, переходящего во взвешенное состояние при дампинге, с учетом основных влияющих факторов: свойств сбрасываемого грунта, стратификации и глубины в районе отвала, а также технологических параметров сброса.

Предложенные А.А. Гончаровым и А.А. Прозоровым идеализированные расчетные методики схематичны, используются для оценки осредненных интегральных характеристик пятна загрязнения по глубине в некотором объеме. Однако такой подход на основе достаточно простых расчетных зависимостей позволяет достоверно определить такие количественные характеристики: время существования пятна, ограниченное заданным значением концентрации взвеси; характерные пространственные размеры и площадь пятна.

Для описания распространения взвешенного вещества в «дальней зоне», включающей контрольные створы, используется трехмерное уравнение переноса и диффузии. Однако Ю.С. Юрезанская и В.Н. Котеров [12] считают, что даже при существенном влиянии вертикального турбулентного обмена трехмерная задача переноса и диффузии полидисперсных взвешенных веществ, порождаемых мгновенным точечным источником, может быть сведена к интегрированию двумерного (осредненного по глубине) уравнения для монодисперсной взвеси с зависящей от времени скоростью оседания. Авторы предлагают для расчета распространения взвеси в «дальней зоне» использование усредненной по глубине транспортно-диффузионной модели. Для ее реализации ими предложен и опробован бессеточный гибридный стохастический метод дискретных облаков [11]. Он сочетает два метода, а именно метод дискретных облаков и стохастический метод дискретных частиц. Метод, с одной стороны, обеспечивает расчет значений концентрации взвеси на больших расстояниях от источника, где концентрация взвеси мала, а с другой, – позволяет проводить расчеты распространения загрязнений и в случае сильно неоднородных полей скорости потока.

В методике [11] распределение взвешенных веществ в акватории представляется совокупностью «эллиптических» дискретных облаков со следующим гауссовым распределением усредненной по глубине концентрации взвеси:

$$C = \frac{m(t)}{2\pi H(x_0(t))\sigma'_{1C}(t)\sigma'_{2C}(t)} \exp\left(-\frac{x_1'^2}{2\sigma_{1C}'^2(t)} - \frac{x_2'^2}{2\sigma_{2C}'^2(t)}\right), \quad (7)$$

где m – текущая масса взвеси в облаке;

x_0 – координаты центра облака в глобальной системе координат.

Штрихами помечены локальные координаты, отсчитываемые от центра облака (x_1' – в направлении движения воды, x_2' – в перпендикулярном направлении). Каждое облако характеризуется моментом своего возникновения t_0 и начальными дисперсиями $\sigma_{1C_0}'^2$ и $\sigma_{2C_0}'^2$. Центры x_0 облаков на каждом временном шаге $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ перемещаются вместе с водой и испытывают распределенные по нормальному закону случайные блуждания, характеризующиеся общей дисперсией $\sigma_x^2(t)$ (дисперсия случайных приращений координат на каждом шаге процесса равна $\sigma_x^2(t_{n+1}) - \sigma_x^2(t_n)$, соответственно).

А.В. Маслаковым [14] была сделана попытка применить концепцию «ближней зоны», пространственный масштаб которой коррелирует с размером объекта, загрязняющего акваторию, и «дальней зоны», включающей контрольные створы, для проведения расчетов переноса примеси от берегового источника (сточные воды станции биологической очистки).

Недостатком рассмотренных аналитических методик является сведение задачи расчета распространения взвеси к плоской постановке (рассматривается среднее значение концентрации взвеси по глубине) с использованием экспоненциального распределения в пространстве и во времени. Это не позволяет учитывать турбулентный обмен взвесью в водной толще по вертикали и смоделировать

ликовать вторичные пики содержания мелкодисперсной взвеси в верхних слоях после сброса (см. далее).

Для описания диффузии примеси в реальных водоемах наиболее широко применяется полуэмпирическая теория турбулентности. Наиболее распространены численные методы моделирования рассеяния загрязняющих веществ в водоемах.

Численные модели для прогнозирования краткосрочного распространения грунта дноуглубления были разработаны следующими авторами: Koh и Chang [23], Brandsma и Divoky [21], Johnson [22].

Данные относительно «судьбы» сброшенных грунтов дноуглубления по прошествии значительного отрезка времени после сброса весьма малочисленны. Для оценки характера этих процессов и возможного их моделирования используют исследования перемещения естественных донных осадков. В работе [20] разработаны две двумерные модели, которые реализуют эту задачу в численном виде.

В [24, 25] представлены модели для расчета распределения концентраций взвеси в облаке загрязнения, генерируемом непрерывным сбросом драгируемого грунта с помощью выносного трубопровода.

Среди отечественных специалистов исследованием распространения взвешенных веществ занимались Г.Я. Шкудова (модели переноса загрязняющих веществ в мелком баротропном и глубоком бароклинном море [8]), С.В. Афанасьев (модель турбулентной диффузии взвешенных веществ [2]), Л.Я. Трукшане (рассматривает дисперсию загрязняющих веществ, содержащихся в грунтах отвала [18]).

Непосредственно моделированием распространения взвеси на северо-западном шельфе Черного моря занимались С.А. Лонин [13] и Д.В. Алексеев [1].

Рассмотренные модели дают удовлетворительные прогнозные оценки распределения примеси в масштабах всего бассейна водоема, так как рассматривают крупномасштабные поля загрязнения с размерами сетки в несколько километров. При оценке качества водной среды, при нормировании сбросов загрязнителей и при оценке различных видов ущерба необходимо знать максимальную концентрацию взвешенного вещества в контрольном створе, расположенном на расстояниях 250-500 м от источника загрязнения. К сожалению, в работах [1, 2, 8, 13, 18] авторы не приводят зависимости, по которым можно выполнить расчеты.

Оптимизационная численная модель для выбора места отвала грунтов дноуглубления была предложена А.А. Гончаровым [4, 6]. Модель построена на трехмерном уравнении турбулентной диффузии взвеси и позволяет на основе сопряженной задачи путем перебора функционала (функции предполагаемого источника) получить координаты источника, обеспечивающего минимальное воздействие (концентрацию взвеси) в рассматриваемой области.

В [10] уравнение распространения взвешенных частиц в сигма-координатной системе имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_i}{\partial t} + \frac{\partial C_i U D}{\partial x} + \frac{\partial C_i V D}{\partial y} + \frac{\partial C_i (\omega + \omega_c)}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_c}{D} \frac{\partial C_i}{\partial \sigma} \right] + \\ + \frac{\partial}{\partial x} \left[D A_c \frac{\partial C_i}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[D A_c \frac{\partial C_i}{\partial y} \right] + Q(x, y, \sigma) \end{aligned} \quad (8)$$

где x, y, σ, t – координатная система;

C_i – концентрация фракции взвешенных частиц, г/м³;

U, V – горизонтальные компоненты скорости течения, м/с;

ω – вертикальная составляющая скорости, нормальная к сигма-поверхности, м/с;

ω_{ci} – собственная гравитационная вертикальная скорость фракции взвешенных частиц, м/с;

$D = H + \eta$, (9)

H – глубина, м;

η – уровень, м;

K_c и A_c – вертикальный и горизонтальный коэффициенты турбулентной диффузии, м²/с;

Q – источник загрязнения, г/(м³*с).

В [10] рассматривается модель установившейся турбулентной диффузии взвешенных частиц. Однако использование предложенного дифференциального уравнения в прямоугольных координатах в пространственной постановке задачи в случае неустановившейся турбулентной диффузии слишком затруднено в связи с необходимостью выполнения очень большого количества расчетов. Например, описание распределения взвеси в пятне загрязнения в какой-то момент времени в цилиндрических координатах занимает один лист, а при использовании модели в прямоугольных координатах потребуется несколько листов (в зависимости от заданного количества слоев по глубине).

Численные методики на основе дифференциального уравнения (8) позволяют проводить вычисления по достаточно полным адвективно-диффузионным уравнениям, моделировать весьма произвольный гидродинамический режим и сложные зависимости коэффициентов от внешних условий, а также учитывать различные типы функций источника и граничных условий. Их научная ценность несомненна. Однако эти модели сталкиваются с проблемой задания пространственного распределения поля течения. Обычно для этого в модель включается гидродинамический блок, на основе которого численно моделируется циркуляция. Но это приводит к еще большей неопределенности задания начальных, граничных условий и параметров модели. Их применение для получения количественных оценок реальных процессов ограничено.

Предлагаемая автором статьи методика расчета неустановившейся турбулентной диффузии взвеси позволяет при необходимости рассчитать поле концентрации взвеси в облаке загрязнения в трехмерном пространстве в различные моменты времени, прошедшие после сброса грунта. Она получена на основе решения численным методом математической модели неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в цилиндрической системе координат [19].

При разработке методики использованы дифференциальные уравнения неустановившейся турбулентной диффузии взвеси с гидравлической крупностью u в плоской (полярная система координат) и пространственной (цилиндрическая система координат) постановке задачи, которые имеют вид [19]:

$$\partial C / \partial t = D(\partial^2 C / \partial r^2) + D / r(\partial C / \partial r) - uC / H, \quad (10)$$

$$\partial C / \partial t = D(\partial^2 C / \partial r^2) + D / r(\partial C / \partial r) + D(\partial^2 C / \partial y^2) - u \partial C / \partial y, \quad (11)$$

где C – концентрация вещества, г/м³;

t – время, отсчитываемое после сброса грунта, с;

D – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с;

где H – глубина акватории, м;

r – радиус, расстояние от центра системы координат до нужной точки, м.

Решение уравнений (10) и (11) методом конечных разностей имеет вид:

$$C_{k+1,n} = (1 - 2a - 2f)C_{k,n} + a(bC_{k,n+1} + dC_{k,n-1}), \quad (12)$$

где $a = D\Delta t / \Delta r^2$; $b = 2n / (2n - 1)$; $d = 2(n - 1) / (2n - 1)$; $f = u\Delta t / 2H$,

$$C_{k+1,n,m} = (1 - 2a_1 - 2a_2)C_{k,n,m} + a_1(bC_{k,n+1,m} + dC_{k,n-1,m}) + (1 - 2a_1 - 2a(a_2 - f))C_{k,n,m+1} + (a_2 + f)C_{k,n,m-1}, \quad (13)$$

$$C_{k+1,n,1} = (1 - 2a_1 - a_2 - f)C_{k,n,1} + a_1(bC_{k,n+1,1} + dC_{k,n-1,1}) + (a_2 - f)C_{k,n,2}, \quad (14)$$

$$C_{k+1,n,M} = (1 - 2a_1 - a_2 - f)C_{k,n,M} + a_1(bC_{k,n+1,M} + dC_{k,n-1,M}) + (a_2 + f)C_{k,n,M-1}, \quad (15)$$

где $a_1 = D\Delta t / \Delta r^2$; $f = u\Delta t / 2\Delta y$.

Индексом k обозначены моменты времени с шагом Δt , n – номера колец шириной Δr , m – номера слоев толщиной Δy , безразмерный параметр f учитывает обмен взвесью в потоке между слоями и ее удаление из водной среды за счет оседания.

Уравнение (12) – решение задачи в плоской постановке, уравнения (13)-(15) – в пространственной, причем: (13) – решение для водной толщи; (14) – для поверхностного и (15) – для придонного слоев.

Выполненные численные эксперименты [19] показали, что разработанная модель адекватно реагирует на изменение начальных условий:

- если взвесь в начальный момент времени находится только в верхнем слое, то до момента времени, когда она достигнет придонного слоя, количество взвеси в облаке загрязнения остается постоянным. После момента касания дна количество взвеси начинает убывать за счет ее оседания на дно;
- если же в начальный момент времени взвесь находится только в нижнем слое, то за счет вертикальной турбулентной диффузии ее концентрация в верхних слоях потока до определенного момента времени увеличивается. При этом происходит снижение общего количества взвеси в облаке загрязнения из-за оседания на дно. Достигнув в какой-то момент времени максимума, концентрация взвеси в верхних слоях начинает с течением времени постепенно убывать.

Для демонстрации преимуществ предлагаемой методики были рассмотрены результаты экспедиционных исследований, проведенных в районе свалки грунта у о. Экви в Финском заливе [17]. В результате наблюдений было замечено, что по прошествии некоторого времени после сброса грунта наблюдается увеличение концентрации взвеси в верхних горизонтах водной толщи.

По предлагаемой методике, в отличие от методик в плоской постановке задачи, представляется возможным смоделировать появление вторичного пика концентрации взвеси в верхнем слое за счет ее выноса из нижних слоев.

Сопоставить результаты наблюдений с расчетом не представилось возможным из-за отсутствия информации о гидродинамических условиях в районе сброса. Однако была получена аналогичная натурным данным картина изменения во времени концентрации мелких фракций взвеси в верхнем слое. Вторичный пик их содержания появляется в случае, если после сброса значения концентрации этих взвесей в нижних слоях больше, чем в верхних [7].

На основании выполненных исследований разработаны рекомендации по расчету распространения взвешенного вещества в водной среде и проверке правильности выполнения расчетов.

Выводы

1. Применение статистических методов для получения практических количественных оценок реального процесса турбулентной диффузии взвеси представляется проблематичным вследствие сложности получения исходных данных для репрезентативного описания процесса диффузии и жесткой привязки к району наблюдений.
2. Недостатком аналитических методов является сведение задачи расчета распространения взвеси к плоской постановке, что не позволяет учитывать вертикальный турбулентный обмен взвесью в водной толще.
3. Существующие численные методики дают удовлетворительные прогнозные оценки распределения примеси в масштабах всего бассейна водоема, так как рассматривают крупномасштабные поля загрязнения с размерами сетки в несколько километров. Однако они не подходят для оценки диффузии взвеси на небольших расстояниях: от точки сброса грунта до контрольного створа, расположенного на удалении 250-500 м.
4. Предлагаемая модель неустановившейся турбулентной диффузии взвеси позволяет рассчитать поле ее концентрации в облаке загрязнения в трехмерном пространстве в различные моменты времени, прошедшие после сброса.

Модель позволяет исследовать турбулентную диффузию взвеси по вертикали и получить вторичный пик ее содержания в верхнем слое после сброса грунта за счет выноса этой взвеси из нижних слоев.

Безразмерный параметр f , входящий в модель, учитывает обмен взвесью в потоке между слоями и ее удаление из водной среды за счет оседания.

Литература

1. *Алексеев Д.В.* Численное моделирование нестационарных течений, транспорта примеси и взвеси на северо-западном шельфе Черного моря : автореф. дис. канд-та физ.-мат. наук : 04.00.22; Морской гидрофизический институт НАН Украины. – Севастополь, 2008. – 21 с.
2. *Афанасьев С.В.* Моделирование распространения примеси в мелких морях и эстуариях : автореф. дис. канд-та физ.-мат. наук: 11.00.08; Аркт. и Антаркт. НИИ. – Л., 1986. – 18 с.

3. *Беленко С.Л., Наумов А.Н.* Выбор технологии разгрузки трюма самоотвозного землесоса с учетом минимального отрицательного воздействия сбросов на морскую среду // Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 73-78.
4. *Гончаров А.А.* Исследование и моделирование процесса распространения взвеси в морской среде при сбросе грунта : автореф. дис. канд-та геогр. наук: 11.00.08; ГОИН. – М., 1986. – 24 с.
5. *Гончаров А.А., Ляшенко А.Ф., Шлыгин И.А.* Исследования моделирования процессов рассеяния различных веществ при захоронении отходов в моря и океаны // Обзорная информация ВНИИГМИ-МЦД. Сер. Океанология. – 1982. – 30 с.
6. *Гончаров А.А., Кравчук М.А.* Выбор места сброса грунта с учетом экологически значимых зон на примере Пярнуского залива // Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 79-89.
7. *Горун В.В., Юрасов С.Н.* Оптимизация параметров математической модели неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в водной среде // Вестник Одесского государственного экологического университета. – Одесса, 2012. – Вып. 14. – С. 28-35.
8. *Исследование турбулентности и решение задач переноса загрязняющих веществ в море* // Труды ГОИН. – 1977. – Вып. 141. – 170 с.
9. *Кирильчик С.В.* Математическое моделирование процессов распространения взвесей в океане при добыче полезных ископаемых : автореф. дис. канд-та техн. наук: 05.13.18; Таганрогский государственный радиотехнический ун-т. – Таганрог, 2010. – С. 19.
10. *Корректировка «Проекта на разработку месторождения песков «Сестрорецкое», расположенного в Финском заливе Балтийского моря» в связи с реконструкцией карьера.* – СПб., 2012. – 50 с. – Инв. № 3595.
11. *Котеров В.Н., Юрезанская Ю.С.* Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Горизонтальное рассеяние // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2010. – Т. 50, № 2. – С. 375-387.
12. *Котеров В.Н., Юрезанская Ю.С.* Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Эффективная гидравлическая крупность полидисперсной взвеси // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2009. – Т. 49, № 7. – С. 1306-1318.
13. *Лонин С.А.* Моделирование циркуляции и динамики взвешенных частиц в мелководной зоне Черного моря : автореф. дис. канд-та физ.-мат. наук: 11.00.08; Российский ГГИ. – СПб., 1994. – 21 с.
14. *Маслаков О.В.* Аналіз результатів моделювання переносу домішок в ближній зоні відносно точкового джерела в шельфовій зоні моря // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – № 49. – С. 368-375.
15. *Молдованова Е.Д., Никеров П.С.* Эксплуатационное дноуглубление морских каналов с учетом литодинамических процессов // Исследование влияния гидрометеорологических факторов на строительство и эксплуатацию водных путей и портов. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1987. – С. 43-48.
16. *Прозоров А.А.* Методика расчета зоны короткопериодного воздействия дампинга грунтов дноуглубления : автореф. дис. канд-та физ.-мат. наук: 11.00.11; Гос. морской проектный ин-т. – СПб., 2000. – 19 с.
17. *Саарсо М.В., Гончаров А.А.* Об изменении гранулометрического состава взвеси в поле повышенной мутности, образующемся при дампинге грунтов // Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 56-63.
18. *Трукшане Л.Я.* Гидравлические расчеты загрязнения при дампинге грунта в приустьевой части заливов : автореф. дис. канд-та техн. наук: 05.23.16; Исследовательский ин-т гидротехники и мелиорации. – М., 1992. – 24 с.
19. *Юрасов С.Н., Горун В.В.* Математическая модель неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в водном потоке // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Межвід. наук. збірник України / Голов. ред. С.М. Степаненко. – Одеса: «ТЕС», 2010. – Вып. 51. – С. 189-199.
20. *Ariathurai R., Krone R.B.* Finite element model for cohesive sediment transport // J. Hyd. Div. ASCE. – 1976. – Vol. 102. – Pp. 23-28.
21. *Brandsma M.G., Divoky D.J.* Development of models for prediction of short-term fate of dredged material discharged in the estuarine environment // U.S. Army Eng. Wasterways Experiment Station, CE, Vicksburg, Miss. – Tech. Rep. D-76-5. – 1976. – 35 p.
22. *Johnson B.H.* User's guide for models of dredged material disposal in open water // U.S. Army Eng. Wasterways Experiment Station, CE, Vicksburg, Mis. – Tech. Rep. D-90-5. – 1990. – 72 p.
23. *Koh R.C.Y., Chang Y.C.* Mathematical Model for Barged Ocean Disposal of Waters // EPA Report No 660/2-73-029. – U.S. Environmental Protection Agency, 1973. – 63 p.
24. *Shubel J.R., Carter H.H.* Field investigation at the nature, degree and extent of turbidity generated by open-water pipeline disposal operations // U.S. Army Eng. Wasterways Experiment Station, CE, Vicksburg, Miss. – Tech. Rep. D-78-30. – 1978. – 115 p.
25. *Wilson R.E.* A model for the estimation of the concentrations and spatial extent of suspended sediment plumes // Estuarine and Coastal Marine Science. – 1979. – Vol. 9, № 1. – Pp. 65-79.

ДОННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ БУХТЫ БАЛАКЛАВСКАЯ

И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

Впервые описаны пространственно-временные аспекты структуры сообществ макрофитобентоса пляжей западного берега бухты Балаклавская и их фитомассы. Показано, что лидером таксономического разнообразия являются красные водоросли, которым только по числу видов не уступают зеленые. Бурые водоросли не характерны для растительности рекреации. Экологическая структура преимущественно сложена ведущими, однолетними, мезосапробными и солоновато-водно-морскими видами. Фитомасса, средняя для видов каждого отдела, наибольшая у Chlorophyta и наименьшая - у Phaeophyta. В состав летних альгоценозов входят виды всех групп доминирования, среди которых превалирует малозначимая группа. Показано, что исследованные параметры макрофитобентоса бухты подвергаются разногодичной изменчивости. Наиболее консервативной выглядит таксономическая структура, а наиболее динамичными – видовой состав экогрупп и фитомасса.

Ключевые слова: Черное море, бухта Балаклавская, макрофитобентос, эколого-таксономическая структура, пространственно-временная динамика, доминанты, фитомасса

Bottom vegetation of the recreation area of the Balaklava Bay. I. K. Evstigneeva, I. N. Tankovskaya. *For the first time spatio-temporal aspects of macrophytobenthos communities structure and their phytomass are described for the beaches of the Balaklava Bay western coast. It is shown that red algae are a leader of taxonomic diversity, with only green ones being as abundant in species number. Brown algae are not characteristic for the recreation vegetation. Ecological structure consists predominantly of the leading, annual, mesosaprobic and brackish-marine species. Phytomass, averaged for the species of every phylum, is the biggest for Chlorophyta and the smallest for Phaeophyta. The summer algocenoses consist of the species from all dominant groups, with prevailing of an insignificant group. It is shown that the studied parameters of the bay macrophytobenthos are subject to yearly fluctuations. The taxonomic structure appears to be most conservative, whereas species composition of the ecogroups and phytomass – most dynamic.*

Keywords: the Black Sea, the Balaklava Bay, macrophytobenthos, ecological and taxonomic structure, spatio-temporal dynamics, dominant species, phytomass

Обоснованные в работе [6] актуальность и новизна исследования фитобиоты черноморской бухты Балаклавская до настоящего времени не утратили своей значимости. В последние годы опубликована единственная работа [16], посвященная сравнительной характеристике видового и химического состава только макрофитообрастаний бетонных вдольбереговых стен бухты. Поэтому существующие знания о структуре и особенностях развития фитобентоса в данном районе, к сожалению, не могут быть признаны полными, и бухта остается участком Севастопольского региона, достаточно новым для гидробиотических исследований.

Береговая зона Черного моря является зоной интенсивного хозяйственного освоения, причем в литературе морехозяйственные проблемы экономико-экологического характера в прибрежье моря довольно широко освещены [2]. Однако одним из наиболее слабо исследованных ракурсов являются последствия рекреационно-туристического освоения морского побережья вообще и в бухте Балаклавская, в частности. Поэтому целью работы стало многолетнее исследование состояния донной растительности рекреационной зоны бухты в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки. В качестве модельного объекта были выбраны пляжи Мраморный и Матросский на западной стороне бухты Балаклавская, которые официально стали функционировать после 2004 г.

Материал и методы

Исследования фитобиоты проводили на западном берегу бухты Балаклавская в зоне рекреации. Сведения о гидролого-гидрохимическом режиме бухты подробно изложены в работах [1, 14,

15, 17]. Кроме того, по данным многолетнего государственного мониторинга (1992-2005 гг.), воды бухты Балаклавская были постоянно загрязненными [9], а значения индекса эвтрофикации E-TRIX (4,5-4,9) свидетельствовали о среднем уровне трофности исследуемого водоема [4].

Альгологические пробы отбирали в летний период с 2004 по 2012 г. Место сбора проб обозначено на рисунке 1.



Рисунок 1. Район сбора проб (западный берег бухты Балаклавская)

На глубине до 0,5 м пробы отбирали по стандартной геоботанической методике [10]. Идентификацию водорослей проводили по определителю [8] с учетом последних номенклатурных изменений [20]. Для описания экологического состава фитоценозов учитывали такие показатели, как сапробность, встречаемость в Черном море, сроки вегетации и галобность [11].

Для сравнительной характеристики флористического состава ценозов применяли коэффициент общности видов Жаккара (Kj), рассчитывали коэффициент встречаемости (R) и на основе полученных данных виды распределяли по группам постоянства [3, 5]. Для оценки структуры фитоценозов применяли индекс видового разнообразия Шеннона (H), вычисленный по биомассе популяций, составляющих сообщество [21]. Для выявления вариативности отдельных характеристик сообщества вычисляли коэффициент вариации (Cv) и с учетом его величин определяли степень изменчивости по шкале Г.Н. Зайцева [7]. Для определения степени равномерности сложения фитоценозов применяли коэффициент рассеяния [19]. По шкале доминирования, а также по индивидуальной фитомассе видов выявляли группы доминантов и содоминантов [18]. Для оценки качества водной среды применяли коэффициент сапробности Дресшера и флористический коэффициент Ченя [12].

Для сравнительной характеристики флористического состава

Результаты и обсуждение

Характеристика донных растений западного берега бухты в последнее десятилетие. С 2004 по 2012 г. на мелководье западного берега бухты Балаклавская (на пляжах и за их пределами) произрастали 46 видов, из которых 45 видов макроводорослей и 1 вид морских трав (*Zostera noltii* L.) (табл. 1).

С учетом результатов съемок в 2000 и 2003 гг. [6] в состав летней флоры мелководной зоны бухты входят 49 видов макроводорослей 29 родов, 19 семейств, 15 порядков, трех отделов. Виды, идентифицированные в этот период, распределяются между отделами Chlorophyta (Ch), Phaeophyta (Ph) и Rhodophyta (Rh) в соотношении 4Ch : 1Ph : 4Rh. Анализ пропорций флоры показал, что самая простая таксономическая структура у Ph (1 порядок : 1 семейство : 1 род : 1 вид), у всех отделов общей была только пропорция родов и видов (1 : 1). Исходя из видового разнообразия, первенство принадлежало отделам Ch (19 видов, или 41,3 % общего видового разнообразия) и Rh (21 вид, или 45,6 %). Однако с учетом количества надвидовых таксонов Rh становится лидером таксономической структуры.

Среди родов наиболее обильно были представлены *Enteromorpha* Link J.H.F. (7 видов), *Cladophora* Kutzing F.T. (5 видов) из Ch, *Ceramium* Roth. (4 вида) и *Polysiphonia* Greville R.K. (3 вида) из Rh. На их долю приходилось 40 % видового состава водорослей западного мелководья бухты. В ограниченное число семейств (Cladophoraceae, Corallinaceae, Ceramiaceae) входило по три-четыре рода, эти семейства объединяли 37 % всех родов и столько же видов. По видовому разнообразию первые позиции принадлежали Ulvaceae, Cladophoraceae и Ceramiaceae (почти 50 % идентифицированных видов). Большинство семейств было представлено одним-двумя родами и видами. Среди порядков разнообразием соподчиненных таксонов выделялся только Ceramiales (6 родов, 10 видов).

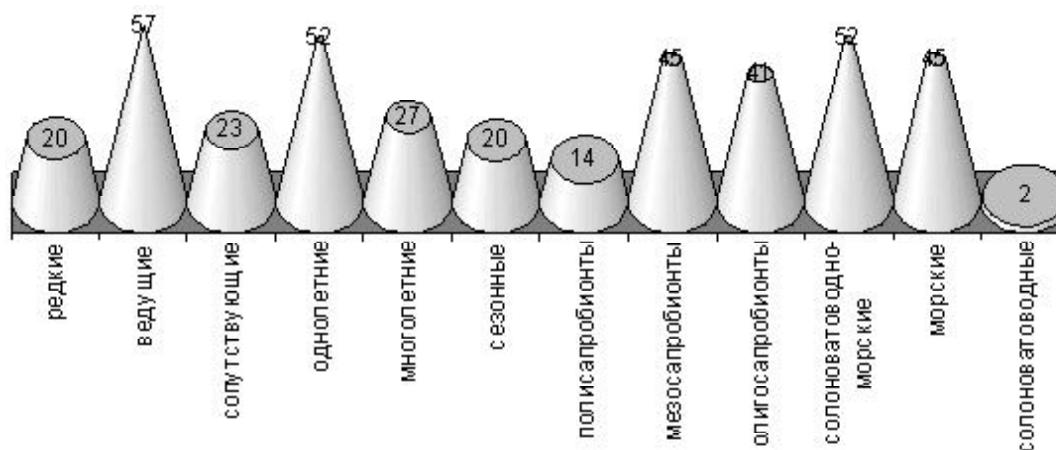
Таблица 1. Видовой состав макрофитов бухты Балаклавская (западный берег)

Chlorophyta		17. <i>Ch. linum</i>	32. <i>C. diaphanum</i>
1. <i>Enteromorpha intestinalis</i>	18. <i>Cladophoropsis membranacea</i>	33. <i>Polysiphonia demudata</i>	
2. <i>E. linza</i>	19. <i>Ulothrix implexa</i>	34. <i>P. elongata</i>	
3. <i>E. prolifera</i>	Phaeophyta		35. <i>P. subulifera</i>
4. <i>E. torta</i>	20. <i>Cystoseira crinita</i>	36. <i>Laurencia coronopus</i>	
5. <i>E. kylinii</i>	21. <i>C. barbata</i>	37. <i>Fosliella farinosa</i>	
6. <i>E. clathrata</i>	22. <i>Punctaria latifolia</i>	38. <i>Kylinia virgatula</i>	
7. <i>E. flexuosa</i>	23. <i>Scytosiphon simplicissimus</i>	39. <i>Grateloupia dichotoma</i>	
8. <i>Ulva rigida</i>	24. <i>Ectocarpus siliculosus</i>	40. <i>Lomentaria clavellosa</i>	
9. <i>Bryopsis plumosa</i>	Rhodophyta		41. <i>Erythrotrichia carnea</i>
10. <i>B. corymbosa</i>	25. <i>Callithamnion corymbosum</i>	42. <i>Pterothamnion plumula</i>	
11. <i>Cladophora vadorum</i>	26. <i>Gelidium crinale</i>	43. <i>Porphyra leucosticta</i>	
12. <i>C. albida</i>	27. <i>G. latifolium</i>	44. <i>Spermathamnion strictum</i>	
13. <i>C. laetevirens</i>	28. <i>Corallina mediterranea</i>	45. <i>Bangia fuscopurpurea</i>	
14. <i>C. sericea</i>	29. <i>Lithothamnion lenormandi</i>	Magnoliophyta	
15. <i>C. liniformis</i>	30. <i>Ceramium secundatum</i>	46. <i>Zostera noltii</i>	
16. <i>Chaetomorpha aerea</i>	31. <i>C. rubrum</i>		

По соотношению суммы видов Ch, Rh к Ph (коэффициент Ченя) можно опосредованно судить об экологической обстановке в том или ином районе моря. В таком случае исследованный участок бухты мог быть признан типично загрязненным, поскольку значение коэффициента достигало 8. Эти данные хорошо согласуются с результатами гидрохимических исследований акватории бухты [13].

Сопоставление полученных видовых списков и списков макрофитобентоса Севастопольского региона показало, что на долю донных растений бухты приходилось 25 % видов последнего. Наибольшее сходство проявляли зеленые водоросли ($K_j = 42\%$), наименьшее – бурые (9 %). Каждый пятый вид красных водорослей бухты Балаклавская входил в состав флоры всего региона.

Экологический анализ показал, что водоросли исследованной зоны бухты относились к 12 из 13 экологических групп, известных для фитобентоса Черного моря, среди которых отсутствовали представители пресноводно-солонатоводной группы (рис. 2).



Экологические группы

Рисунок 2. Экологическая структура МФБ западного берега бухты Балаклавская (цифрами обозначено относительное число видов в группах)

Основу экологического состава образовали ведущая, однолетняя, мезосапробная, солоноватоводно-морская группы, включающие 20-25 видов каждая. По вкладу в общую структуру к ним были близки олигосапробная и морская группы (18 и 20 видов), которые на других участках морского побережья чаще являются базовыми элементами. Следует отметить, что, если господство ведущей и однолетней групп является характерной особенностью многих фитоценозов прибрежного экотона Черного моря, то такая же позиция у мезосапробионтов и солоноватоводно-морской группы может быть отличительной чертой ценозов рекреационной зоны бухты. Несмотря на близость олигосапробной и морской групп к базовым, суммарная доля групп-индикаторов разной степени органического загрязнения (69 %) и распреснения (54 %) была выше в 1,7 и 1,3 раза, соответственно. В период исследования незначительным развитием отличались редкая, сопутствующая, сезонная, полисапробная и солоноватоводная группы. Их доля в общей структуре была в 1,5-2 раза ниже, чем у базовых групп.

Каждый из отделов отличался своей комбинацией ключевых экогрупп. Среди Ch лидировали редкие, однолетние, мезосапробные и солоноватоводно-морские виды, среди Ph – однолетние, сезонные, олигосапробные и морские виды, среди Rh – ведущие, одно- и многолетние, олигосапробные и солоноватоводно-морские.

Многолетние изменения эколого-таксономического состава летних альгоценозов пляжей западного берега бухты. В последнее десятилетие прошлого столетия летом в побережье пляжей бухты произрастали 38 видов макроводорослей, распределявшихся по таксонам в соотношении: 3 вида : 2 рода : 1 семейство : 1 порядок. Кроме водорослей, в состав ценоза входил один вид Magnoliophyta (*Z. noltii*). Доля видов Rh в общем составе (50 %) превышала таковую у Ch, и особенно у Ph. К числу таксонов, значимых по количеству входящих в них соподчиненных компонентов, можно было отнести *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium*, *Cladophoraceae* (выделено по числу видов и родов), *Ulvaceae* (по числу видов), *Ceramiales* и *Cladophorales* (оба по числу видов и родов), *Scenedesmales* (по всем соподчиненным таксонам), *Cryptonemiales* (по числу родов и семейств). Такой отдел, как Rh в районе исследования превосходил другие отделы не только видовым разнообразием, но и числом других таксонов.

Видовой состав макроводорослей зоны рекреации был подвержен межгодовой изменчивости, но в незначительной степени. Так, летом общее число видов варьировало от 12 в 2012 г. до 20 – в 2011 г., составляя в среднем 16 ± 2 вида (рис. 3).

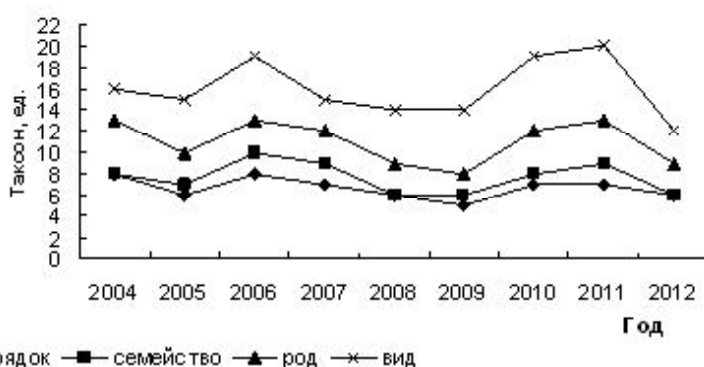


Рисунок 3. Многолетние изменения таксономической структуры МФБ пляжей западного берега бухты

Невысокий коэффициент вариации (15 %) свидетельствовал о «нижней» норме изменчивости анализируемого счетного признака. Также невелик и коэффициент рассеяния, представляющий собой результат деления общего числа видов на их среднее число (2,3), что косвенно свидетельствовало о выраженной равномерности сложения фитоценозов разных лет в летний период.

Среди отделов Ch имел наивысший показатель встречаемости в разные годы, число его видов колебалось от 6 в 2007, 2008, 2012 гг. до 9 – в 2005, 2006, 2010 гг., в среднем достигая 7 ± 1 вид (рис. 4).

Сила и характер изменчивости этого показателя разнообразия отдела и всего ценоза соответствовали друг другу. В отличие от Ch, встречаемость видов Ph была существенно ниже (67 %). Впервые они были зарегистрированы в первый год наблюдений, затем через каждые два-три года и в последнее трехлетие. Основное время отдел был представлен одним видом и только в 2010 г. – двумя. Среднее число видов Ph было в несколько раз ниже, чем у Ch ($1,2 \pm 0,3$). Вариабельность описываемого признака у данного отдела соответствовала «верхней» норме. Rh мало

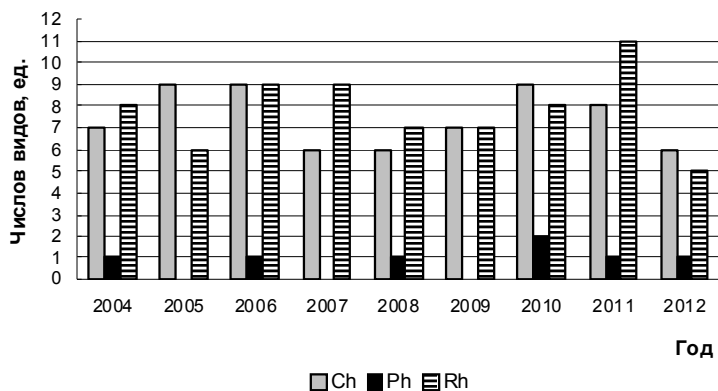


Рисунок 4. Межгодовая динамика видового состава разных отделов МФБ пляжей западного берега бухты

вали Ch и Rh, причем число их видов было вдвое-втрое выше, чем у Ph. Незначительное видовое разнообразие последнего отдела, возможно, связано с высокой чувствительностью большинства его представителей к качеству окружающей среды.

Доля числа видов Ch в составе летних альгоценозов варьировала по годам от 40 до 60 % при среднем значении 47 ± 4 %. Степень межгодовой вариабельности данного параметра видовой структуры совпадала с изменчивостью его абсолютного значения. По данному показателю отдел занимал лидирующую позицию в 2005, 2010 и 2012 гг.

Вклад Ph в состав ценозов рекреационной зоны не достигал 10 % и наиболее выраженным был только в 2010 г. (8 %). Невысокой доле видов отдела соответствовал незначительный размах ее многолетних вариаций. Средний уровень данного параметра Ph достигал 7 ± 2 %, а его вариабельность совпадала с таковой у абсолютного числа видов отдела («верхняя» норма).

Доля видов Rh по среднему значению, лимитам, размаху и степени изменчивости по годам полностью совпадала с таковой у Ch. По относительному числу видов Rh превалировал в ценозе рекреации в 2004, 2007, 2008 и 2011 гг. В 2006 и 2009 гг. оба отдела занимали равные позиции.

В целом, наблюдается совпадение силы и характера временных изменений абсолютного и относительного числа видов в каждом отделе. Максимум видового разнообразия отделов и фитоценоза приходится на последнюю треть срока наблюдений. Для Ch такой же уровень разнообразия характерен как в первую, так и в последнюю треть периода исследований. Минимум видового разнообразия отделов зарегистрирован в 2012 г., а у Ch – еще и во второй трети срока наблюдений.

Межгодовые изменения числа надвидовых таксонов носили преимущественно колебательный характер, когда было трудно выделить конкретный период максимума и минимума (рис. 3). Тем не менее, лето 2006 и 2011 гг. можно рассматривать как время наиболее высокого таксономического разнообразия фитоценозов рекреационной зоны, а 2009 и 2012 гг. – низкого. Разногодичные изменения надвидовой части структуры фитоценоза по своему проявлению находились в границах «нижней» нормы.

Показатель флористического сходства (Kj) ценозов варьировал от 29 до 63 %, достигая в среднем 45 %. Сходство видового состава наиболее проявлялось при сопоставлении ценозов таких пар лет, как 2004 и 2006 гг., 2005 и 2012, 2011 и 2012, 2008 и 2011 гг. и некоторых других. В начале наблюдений в смежные годы сообщества водорослей отличались на 60 %, в конце различие сократилось до 40 %. В целом, фитоценозы первых двух третей времени наблюдений скорее отличались по составу, чем совпадали.

Водоросли, вегетировавшие летом в разные годы, относились к 12 из 13 экологических групп черноморского фитобентоса. Среди них отсутствовала пресноводно-солонатоводная группа. За период наблюдений наибольшим видовым разнообразием (47-56 % общего видового состава) отличались ведущая, однолетняя, мезосапробная, солонатоводно-морская и морская группы, что ранее было выявлено у фитоценозов прибрежного экотона многих участков Черного моря. Большинство групп экологического спектра обладали 100 %-ной встречаемостью, у сопутствующ-

отличался от Ch по уровню встречаемости в летних фитоценозах разных лет. Число видов этого флористического компонента изменялось от 5 в 2012 г. до 11 – в 2011 г. Среднее число видов отдела было примерно тем же, что и у Ch (8 ± 1), аналогичной была и степень изменчивости видового состава красных водорослей по годам. Следовательно, общее число видов в отделах и фитоценозе в целом можно рассматривать как консервативный признак. Каждый год в фитоценозах рекреации синхронно доминировали

щей и сезонной групп она была ниже на 11 и 32 %, соответственно. Виды солоноватоводной группы были зафиксированы только в 2006 г., когда ценоз отличался наибольшей полнотой состава. Самым секвестированным выглядел экоспектр 2009 г. за счет отсутствия видов солоноватоводной, сезонной и сопутствующей групп. Первые две из перечисленных групп отсутствовали еще дважды: в 2008 и 2012 гг. Полисапробная и солоноватоводная группы чаще были сформированы видами Ch, а в сочетании их же с видами Rh – редкая, сопутствующая, однолетняя, сезонная, мезосапробная, солоноватоводно-морская. Одновременно три отдела принимали участие в образовании ведущей, многолетней, олигосапробной и морской групп, большинство из которых являлись базовыми для фитоценозов рекреационной зоны в летний период. Из всех групп только у однолетней, поли- и мезосапробной, а также у солоноватоводно-морской набор слагающих их отделов не менялся по годам.

Видовой состав экогрупп подвергался многолетним изменениям у каждой в разной степени (табл. 2). Судя по величинам коэффициента вариации, эти изменения по шкале Г.Н. Зайцева относились к «большим» – у редкой, сопутствующей, сезонной групп, «очень большим» – у мезосапробной, солоноватоводно-морской и «аномальным» – у остальных групп.

Таблица 2. Изменение доли видов разных экологических групп водорослей по годам в бухте Балаклавская

Экологические группы	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	x_{cp}^*	C_v^{**}	Степень изменчивости
Редкая	6	13	16	13	14	31	16	10	8	14±5	50	значительная
Ведущая	69	73	74	73	79	69	63	75	83	73±4	8	верхняя норма
Сопутствующая	25	13	11	13	7	0	21	15	8	13±5	59	большая
Однолетняя	56	60	53	60	64	69	53	55	58	59±4	9	верхняя норма
Многолетняя	38	33	42	33	36	31	42	40	42	37±3	11	верхняя норма
Сезонная	6	7	5	7	0	0	5	5	0	4±2	77	большая
Полисапробная	13	20	16	20	29	23	21	20	25	21±3	23	значительная
Мезосапробная	50	53	53	47	50	69	42	50	42	51±5	16	верхняя норма
Олигосапробная	38	27	32	33	21	8	37	30	33	29±6	31	верхняя норма
Солоноватоводно-морская	50	60	42	33	57	69	42	55	42	50±7	22	верхняя норма
Морская	50	40	53	67	43	31	58	45	58	49±7	22	верхняя норма

* x_{cp} – среднее число видов в группе.

** C_v – коэффициент вариации.

Самый большой размах и лимиты изменчивости были характерны видовому составу ведущей, олигосапробной, солоноватоводно-морской и морской групп. Максимум видового разнообразия большинства групп приходился на 2010 и 2011 гг., минимум – на 2009 и 2012 гг. Для многих групп было трудно найти четкую тенденцию многолетних изменений. Скорее они происходили в колебательном режиме, а в случае сезонной группы вовсе отсутствовали. Только у сопутствующей группы, начиная с 2004 г., наблюдалось плавное снижение числа видов вплоть до исчезновения в 2009 г. В последующие два года количество видов данной группы возрастало до уровня 2004 г., однако уже в 2012 г. наметилось его очередное снижение.

Многолетние изменения относительного числа видов в группах свидетельствуют о его большей консервативности, чем у абсолютного. Доля видов сопутствующей и сезонной групп проявляла «большую» изменчивость (C_v – 70 и 71 %), редкой и полисапробной – «значительную» (C_v – 61 и 45 %), остальных – «верхненормальную» (C_v – 32-42 %). Период максимума доли видов разных групп не был так четко ограничен, как это было у абсолютного числа. Тем не менее, он чаще приходился на 2009 и 2012 гг., то есть на время максимума абсолютного числа видов в группах. Минимальный уровень видовой насыщенности групп также не имел строгой временной приуроченности, но чаще проявлялся в 2009 и 2010 гг. Следовательно, в эти годы максимум абсолютного числа видов одних групп сопровождался минимумом их относительного содержания в других.

Комбинация групп-лидеров экологической структуры по годам претерпевала незначительные вариации. Среди них всегда присутствовали виды ведущей и однолетней групп, это же касалось и мезосапробной группы, которая только в 2010 и 2012 гг. доминировала на равных с олигосапроб-

ной. Наибольшую подверженность многолетней изменчивости проявляла галобная часть спектра групп: в начале наблюдений комбинация лидирующих групп представляла собой сочетание солоноватоводно-морской и морской групп, в 2005, 2008, 2009, 2011 гг. она включала только первую из двух групп, а в остальное время – вторую.

Многолетние изменения фитомассы летних альгоценозов пляжей западного берега бухты. Анализ данных за период 2004-2012 гг. показал, что суммарная фитомасса всех макроводорослей исследованной части бухты, а также Ch и Ph, в частности, была подвержена «значительной», «большой» и «очень большой» изменчивости, тогда как у Rh она была несущественной («нижняя» норма). Фитомасса, средняя для видов каждого отдела, была наибольшей у Ch (1692 ± 1025 г м⁻²) и наименьшей – у Ph (826 ± 502 г м⁻²). В соответствии со шкалой доминирования в составе летних альгоценозов рекреации бухты присутствовали виды малозначимой, второстепенной, субдоминантной, доминантной и абсолютно доминантной групп. Первые три группы во времени обладали 100 %-ной встречаемостью, четвертая группа отсутствовала в 2006 г., а ее место было занято единственным видом группы абсолютных доминантов (*Ulva rigida* C. Ag.). Малозначимая группа преобладала во все годы, за исключением 2012 г., когда по числу видов она немного уступала субдоминантам, и 2005 г., в котором роль лидера разделяла с второстепенной группой. На долю малозначимой группы приходилось 33-68 % видового состава с максимумом в 2006 г. Вклад видов второстепенной группы в разные годы варьировал от 8 до 40 % (максимум в 2005 г.), примерно в тех же границах менялся вклад субдоминантов, но с максимумом в последний год наблюдений. На долю видов доминантной категории приходилось от 5 в 2011 г. до 17 % в 2012 г. Таким образом, максимум доли видов малозначимой и второстепенной групп был смещен к началу наблюдений, а субдоминантной и доминантной – к их концу.

Группа ключевых продуцентов прибрежных альгоценозов рекреации бухты была сформирована двумя представителями Ph, четырьмя – Ch и семью – Rh. Такие виды, как *Cystoseira crinita* C. Ag., оба вида *Gelidium*, *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. занимали в сообществе первые две позиции доминантности. *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb., *Grateloupia dichotoma* J. Ag., *Cladophora sericea* (Huds.) Kutz., *Ceramium secundatum* Lyngb., *C. rubrum* J. Ag., *Corallina mediterranea* Aresch., *E. intestinalis* (L.) Nees входили в состав только субдоминантной группы, а *C. barbata* C. Ag. единожды доминантной. *U. rigida* в разные годы выступала как в качестве субдоминанта, так доминанта и абсолютного доминанта. Среди категории субдоминантов преобладали виды Rh, доминанты в равной мере были представлены тремя отделами. Группа доминантов большую часть времени включала один вид и редко – два. Субдоминантная группа была более разнообразной и включала от 3 до 5 видов и только в редких случаях – один.

Заключение

Летом 2000-2012 гг. бентосная флора мелководья бухты Балаклавская включала 49 видов макроводорослей и 1 вид морских трав. Большая часть видов была зарегистрирована в период с 2004 по 2012 г. в составе флоры западного берега водоема. По уровню видового разнообразия отделы Ch и Rh западного берега не уступали друг другу, однако количество надвидовых таксонов выводит Rh на позицию лидера.

В структуре донной растительности рекреации западного берега бухты к ключевым относились те же надвидовые таксоны, что и на многих участках мелководья Черного моря. Ежегодно в фитоценозах рекреации синхронно доминировали Ch и Rh, число видов которых было вдвое-втрое выше, чем у Ph.

Водоросли исследованной зоны относились ко всем экологическим группам фитобентоса Черного моря, кроме пресноводно-солоноватоводной. Среди них наибольшее развитие получали ведущая, однолетняя, мезосапробная, солоноватоводно-морская группы, которые комбинировались в каждом отделе по-разному. Господство ведущей и однолетней групп сближает фитоценозы рекреации бухты и большинства участков прибрежного экотона Черного моря. Такая же позиция у мезосапробионтов и солоноватоводно-морской группы может быть расценена как специфическая особенность ценозов пляжной зоны бухты.

Фитомасса, средняя для видов каждого отдела, была наибольшей у Ch и наименьшей – у Ph. В летних альгоценозах присутствовали виды всех групп доминирования с преобладанием малозначимой группы. Максимум доли видов с невысокой степенью доминирования по фитомассе

смещен к началу наблюдений, а с высокой – к их концу. Группа ключевых продуцентов прибрежных альценозов рекреации бухты сформирована видами трех отделов, но преимущественно Rh.

Видовой состав ценозов, отделов, экологических групп и фитомасса макроводорослей западного мелководья бухты подвергались разногодичной изменчивости, каждый в своей степени. Изменения общего числа видов и надвидовых таксонов в отделах соответствовали «норме». Лето 2006 и 2011 гг. можно рассматривать как период наибольшего таксономического разнообразия фитоценозов рекреационной зоны, а 2009 и 2012 гг. – наименьшего. Степень вариаций видового состава экогрупп по годам чаще превышала «норму». Максимум разнообразия большинства групп приходился на 2010 и 2011 гг., минимум – на 2009 и 2012 гг. Комбинация групп-лидеров экологической структуры по годам почти не менялась. Суммарная фитомасса макроводорослей исследованной части бухты, а также Ch и Rh, в частности, испытывала значительную изменчивость, тогда как у Rh она была в пределах «нормы».

С учетом современного видового состава макроводорослей и значений ряда расчетных коэффициентов исследованная акватория во времени становится более загрязненной. Полученные сведения могут послужить основой для прогнозирования возможных изменений флоры в условиях интенсификации рекреационной деятельности.

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. Гайворонская И.В. Пляжная зона как объект интегрированного рекреационного использования // Механизм регулирования экономики. – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 209-215.
3. Грейз-Смит П. Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 358 с.
4. Губанов В.И., Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю. Диагноз качества вод Черного моря в районе г. Севастополя // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона : материалы III Международной конференции. Керчь, 10-11 октября 2007 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 90-97.
5. Дажо Р. Основы экологии. – М.: Прогресс, 1975. – 245 с.
6. Евстигнеева И.К. Макрофитобентос прибрежного экотона бухты Балаклавской (Черное море, Украина) // Альгология. – 2006. – Т. 16, № 2. – С. 167-180.
7. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
8. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.-Л.: Наука, 1967. – 397 с.
9. Ильин Ю.П., Рябинин А.И., Шibaева С.А. Результаты мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения Азовского и Черного морей в 2001-2005 гг. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 152-165.
10. Калугина А.А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. – М., 1969. – С. 105-113.
11. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. – К.: Наукова думка, 1975. – 248 с.
12. Калугина-Гутник А.А. Изменение видового состава фитобентоса в бухте Ласпи за период 1964-1983 гг. // Экология моря. – 1989. – Вып. 31. – С. 7-12.
13. Ковригина Н.П., Попов М. А., Лисицкая Е.В. и др. Оценка антропогенного воздействия и сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. научных трудов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Вып. 8. – С. 105-114.
14. 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.
15. Мачкевский В.К., Попов М.А., Ковригина Н.П. и др. Изменчивость параметров популяции мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. и ее эндосимбионтов в районе Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – Вып. 25. – Часть 1. – С. 417-428.
16. Муравьева И.П. Сравнительная характеристика видового и химического состава макрофитообрастаний Балаклавской бухты (Черное море) // Экология моря. – 2007. – Вып. 73. – С. 60-63.
17. Попов М.А., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – Т. 46. – С. 118-124.
18. Розенберг Г.С. Количественные методы экологии и гидробиологии // Сб. научн. трудов, посвященный памяти А.И. Баканова. – Тольятти: СамНЦРАН, 2005. – 220 с.
19. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: ЛГУ, 1964. – 447 с.

20. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography* // Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta / Ed. Petro M. Tsarenko, Solomon P. Wasser, Eviatar Nevo. – Ruggel: Gartner Verlag, 2006. – Vol. 1. – 716 p.
21. *Wilhm I.* Use of biomass units in Shannon's formula. – Ecology, 1968. – 49, № 1. – Pp. 153-156.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Н. А. Орехова, О. Г. Моисеенко, С. К. Коновалов

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ НАНУ)

Исследованы геохимические особенности донных осадков Севастопольской бухты. Установлено, что в донных осадках бухты органическая составляющая цикла углерода преобладает над неорганической, выявлена прямая зависимость между органическим углеродом и интенсивностью сульфатредукции.

Ключевые слова: органический углерод, донные осадки, биогеохимические процессы, Севастопольская бухта

Study of the Sevastopol Bay geochemical features. N.A. Orekhova, O.G. Moiseenko, S.K. Konovalov. *Geochemical features of the bottom sediments in the Sevastopol Bay are studied. It is found out that in the bottom sediments of the bay the organic component of carbon cycle prevails over the non-organic one. The direct correlation between organic carbon and sulphate reduction intensity is revealed.*

Keywords: organic carbon, bottom sediments, biogeochemical processes, the Sevastopol Bay

Севастопольская бухта является градообразующим элементом геосферы и в течение многих десятилетий служит базой военно-морского флота со всей характерной промышленно-производственной и хозяйственной инфраструктурой. Бухта представляет собой прибрежную полузамкнутую акваторию эстуарного типа, подверженную существенному антропогенному и техногенному воздействию. Как результат, характерной особенностью бухты является высокий уровень первичной продукции и поступление значительных количеств органических форм углерода антропогенного и техногенного происхождения. Ограниченный водообмен вод бухты с открытой частью моря способствует интенсивному накоплению органического углерода в экосистеме бухты [1, 2]. При этом степень ограниченности водообмена увеличилась после постройки в середине 1970-х гг. защитного мола на входе в Севастопольскую бухту. Это привело к тому, что среднее время обновления воды в бухте увеличилось почти вдвое, а содержание органического углерода в донных осадках стало быстро расти.

Донные осадки являются одним из важных элементов природных экосистем. Будучи частью экосистемы бухты, на которую не влияют короткопериодные процессы в водной толще, донные осадки позволяют проследить и исследовать биохимические процессы, происходящие в водной толще, а также многолетние изменения в интенсивности этих процессов. В зависимости от уровня антропогенной нагрузки, содержания и реакционной способности органического углерода, времени формирования индивидуальных слоев донных осадков, содержания кислорода в придонных водах и глубины его проникновения в донные осадки формируется вертикальная геохимическая структура, способствующая либо аккумуляции загрязняющих веществ в осадках, либо их потоку из осадков в воду. В последнем случае осадки становятся источником вторичного загрязнения. Дефицит кислорода, вызванный его активным потреблением на окисление органического вещества и восстановленных форм элементов, способствует смещению ближе к поверхности осадка зоны, в которой биогеохимические процессы происходят за счет анаэробных процессов, что приводит к появлению восстановленных форм серы, в частности, сероводорода в донных отложениях, а в некоторых случаях в водной толще. Такой процесс приводит к деградации водной экосистемы, ухудшению экологических характеристик района, что значительно снижает рекреационный и социально-экономический потенциал всего региона и, в первую очередь, прибрежных акваторий [4]. Именно по этим причинам содержание кислорода является одной из наиболее важных характеристик водной экосистемы, а исследование геохимических характеристик поровых вод и биогеохимических процессов в донных осадках становится одним из ключевых элементов контроля и мониторинга состояния экосистем, в первую очередь, подверженных интенсивному антропогенному влиянию.

Цель данной работы – изучение содержания органического и неорганического углерода в донных осадках, определение приоритетной формы накопления углерода, исследование вертикального распределения полярнографически активных веществ в поровых водах донных осадков, выявление основного окислителя органического вещества в донных осадках Севастопольской бухты по данным 1998-2010 гг.

В составе углеродного цикла различают органическую и неорганическую составляющие. Органическую составляющую можно отобразить следующей схемой реакции:



Такой процесс приводит к обогащению донных отложений органическим углеродом.

Неорганическая (карбонатная) составляющая описывается следующим уравнением:



В результате этой реакции продуцируются карбонат кальция и углекислый газ, что приводит в конечном итоге к увеличению доли неорганического углерода в донных осадках.

В зависимости от содержания в воде биогенных элементов, мощности источников поступления органического и неорганического углерода, а также интенсивности продукционных и деструкционных процессов в бассейне преобладает одна из составляющих цикла углерода.

По данным работы [5] и нашим данным [1], было проанализировано изменение содержания органического углерода в донных осадках Севастопольской бухты. Выявлена устойчивая тенденция к росту концентрации органического углерода. Учитывая непродолжительность наблюдений, сложно сделать однозначный вывод об обратной зависимости между содержанием органического углерода и содержанием $CaCO_3$ в донных осадках. С одной стороны, параллельного роста концентраций основных осадкообразующих веществ не происходит. С другой стороны, изменяется суммарный бюджет цикла углерода. В любом случае результаты наблюдений показывают, что в системе взаимосвязанных процессов цикла углерода меняется их соотношение в результате преимущественного протекания реакций органической составляющей цикла углерода.

Для определения приоритета образования $CaCO_3$ или органического углерода ($C_{орг}$) используется относительная величина «rain ratio parameter» γ , описанная в работе [6]:

$$\gamma = \frac{CaCO_3}{CaCO_3 + C_{орг}}.$$

Этот параметр изменяется от нуля до единицы. Если $\gamma = 0$, в донных осадках отсутствует неорганическая форма углерода. Если $\gamma = 1$, то образуется только $CaCO_3$, а органический углерод не накапливается.

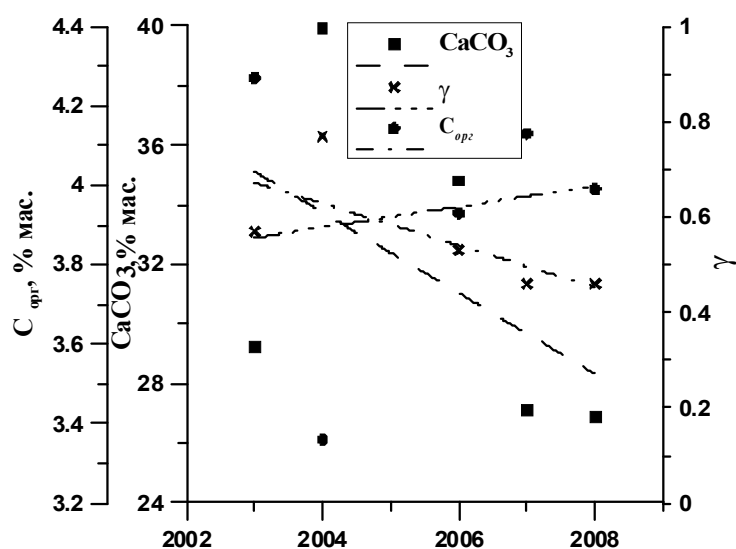


Рисунок 1. Многолетние изменения среднегодовых концентраций $C_{орг}$ и $CaCO_3$ в донных осадках Севастопольской бухты и параметра γ

Рисунок 1 иллюстрирует изменения параметра γ в 2003-2008 гг. Его значение, по результатам наших наблюдений, уменьшилось с 0,57 в 2003 г. до 0,46 в 2008 г., что свидетельствует об изменении соотношения процессов в цикле углерода в сторону органических составляющих и накоплению органического углерода в донных осадках. Увеличивается роль процессов цикла углерода, описываемых уравнением (1).

Среднее значение параметра γ для Севастопольской бухты равно 0,46, то есть в целом органический и неорганический углерод здесь накапливается в примерно равных долях. Однако анализ пространственного распределения параметра γ

(рис. 2) показал, что на большей части площади донных осадков бухты преобладает процесс накопления органического углерода и только на выходе из нее идет процесс интенсивного накопления CaCO_3 . Можно предположить, что такой характер пространственных изменений значений параметра γ определяется как более интенсивным продуцированием и поступлением органического углерода во внутренних районах бухты, так и более активным рассеянием органического углерода в мористой части бухты в результате увеличения интенсивности водообмена с морем.

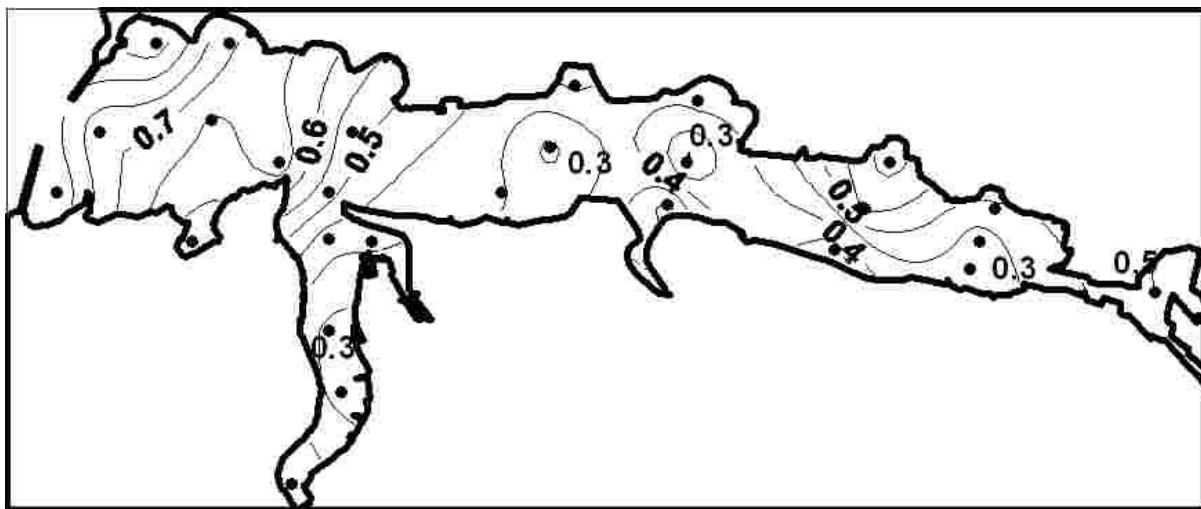


Рисунок 2. Пространственное распределение параметра γ в верхнем слое (0-5 см) донных осадков Севастопольской бухты

Такой характер пространственных изменений в соотношении органического и неорганического углерода в донных осадках бухты должен проявляться в пространственных особенностях протекающих биогеохимических процессов и распределении веществ, участвующих в этих процессах. Как уже говорилось выше, в современных донных осадках прибрежных акваторий процессы преобразования органического вещества играют существенную роль в первичных диагенетических процессах. Одним из факторов, определяющих интенсивность биогеохимических процессов и изменение окислительно-восстановительных условий, является содержание и реакционная способность органического вещества. При прочих равных условиях, чем больше содержание органического вещества, тем интенсивнее расходуются окислители, в частности, кислород.

Термодинамически обусловлена следующая последовательность процессов: основным и наиболее важным окислителем органического углерода является кислород, после его исчерпания основным окислителем выступают окисленные формы азота (нитраты и нитриты), затем – оксиды/гидроксиды марганца (III, IV) и железа (III), далее протекают процессы с участием сульфатов, а завершают эту последовательность процессы диспропорционирования органического углерода с образованием метана. В результате протекания этих реакций образуются восстановленные формы участвующих окислителей – аммоний, восстановленные соединения марганца, железа, серы сульфидной и метана [3].

Данные, полученные в результате отбора колонок осадков в Севастопольской бухте в 2006-2010 гг., позволили определить последовательность процессов диагенеза осадков.

В донных осадках Севастопольской бухты с высоким содержанием органического углерода ($\gamma = 0,3$) процессы диагенеза протекали с участием различных окислителей органического вещества, что проявилось в распределении различных полярнографически активных веществ в поровых водах (рис. 3). Кислород и, вероятно, окисленные формы азота играли существенную роль лишь в самом верхнем (0-5 мм) слое донных осадков.

В более глубоких слоях донных осадков (5-180 мм) процессы окисления органического вещества протекали преимущественно за счет реакций с участием марганца и железа. Восстановленные формы серы хотя и присутствовали в осадках этого слоя, но лишь в следовых концентрациях, поскольку они эффективно «оттитровывались» окисленными и восстановленными формами железа с образованием сульфидов железа (рис. 3, б). Лишь глубже 180 мм в поровых водах осадков

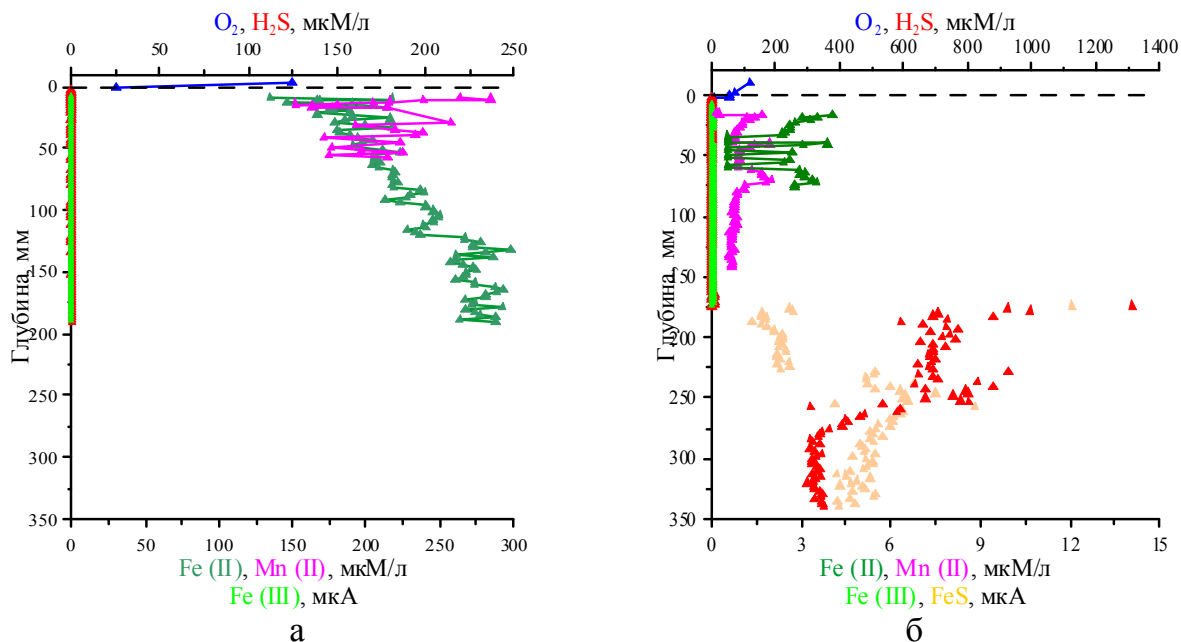


Рисунок 3. Вертикальное распределение растворенных кислорода, железа, марганца, сульфидов в донных осадках Севастопольской бухты: (а) – июль 2009 г.; (б) – июль 2010 г.

появляются свободные сульфиды и значительные количества сульфида железа, что позволяет предположить, что на этих глубинах запас железа и марганца полностью израсходован как в окислительно-восстановительных процессах, так и в процессах образования их сульфидов.

Результат анализа вертикального распределения органического углерода в донных осадках показывает, что в верхнем слое осадков скорость поступления органического углерода превышает скорость его потребления, т.е. происходит его интенсивное накопление (в слое до 50 мм). В более глубоких слоях осадков происходит преимущественно окисление органического вещества, в результате чего его содержание уменьшается с глубиной. Начиная с глубины 110 мм, окисление органического вещества происходит за счет сульфатредукции, в результате чего образуются восстановленные формы серы, а их количество с глубиной возрастает (рис. 3, б).

Таким образом, установлено, что в донных осадках Севастопольской бухты органическая составляющая цикла углерода преобладает над неорганической, также выявлена прямая зависимость между органическим углеродом и интенсивностью сульфатредукции.

Вследствие обогащения донных осадков бухты органическим углеродом, кислород не является основным окислителем органического углерода, а процессы с участием других окислителей (железа и сульфатов) смещены ближе к поверхности осадка, что в конечном итоге должно приводить к поступлению восстановленных форм серы в придонный слой воды.

Литература

1. Моисеенко О.Г., Орехова Н.А. Исследование механизма многолетней эволюции цикла углерода в Эко-системе Севастопольской бухты // Морской гидрофизический журнал. – 2011. – № 2. – С. 72-84.
2. Орехова Н.А., Коновалов С.К. Полярография донных осадков Севастопольской бухты // Морской гидрофизический журнал. – 2009. – № 2. – С. 52-66.
3. Konovalov S.K., Luther G.W., Yucel M. Porewater redox species and processes in the Black Sea sediments // Chemical Geology. – 2007. – 245. – Pp. 254-274.
4. Middelburg J.J., Levin L.A. Coastal hypoxia and sediment biogeochemistry // Biogeosciences. – 2009. – 6. – Pp. 1273-1293.
5. Osadchaya T.S., Ovsyaniy E.I., Kemp R. et al. Organic carbon and oil hydrocarbons in bottom sediments of the Sevastopol Bay (The Black Sea) // Морской экологический журнал. – 2003. – II, № 2. – С. 94-101.
6. Zeebe R.E., Wolf-Gladrow D. CO₂ in seawater: equilibrium, kinetics, isotopes // Elsev. Oceanogr. Ser. – 2001. – 65. – 346 p.

ВОЗМОЖНОСТЬ МНОГОЛЕТНЕГО ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В. А. Брянцев

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

Использованы значения изменений скорости вращения Земли (в условных единицах – от 0 до 1) для многолетнего прогноза теплового фона на разрезе «Кольский меридиан» при выявленной связи между этими рядами. Первый из них косвенно отражает колебания климата и может экстраполироваться, второй является показателем гидрометеорологических предпосылок изменений в состоянии экосистем Европейской Арктики.

Ключевые слова: скорость вращения Земли, тепловой фон, экосистема, Баренцево море

Possibility of the long-term forecast for the ecosystems state of the Barents Sea. V. A. Bryantsev. *The values of changes of the Earth rotational velocity (from 0 to 1 – in standard units) are used for the long-term forecast of the thermal background on the section «Kola Meridian» under the detected relationship between those series. The first of them reflects indirectly climatic fluctuations and can be extrapolated, the second is the indicator of hydrometeorological preconditions for the changes in the state of the European Arctic ecosystems.*

Keywords: rotational velocity of the Earth, thermal background, ecosystem, the Barents Sea

Гео- и гелиофизические факторы: солнечная активность и скорость вращения Земли (δ) – оказались хорошо коррелируемыми с годовыми уловами рыб и антарктического криля, с одной стороны, и с характеристиками атмосферных переносов, с другой, при исследованиях в ряде промысловых районов южного полушария [1, 2]. Поскольку ряды первых из указанных характеристик поддаются экстраполяции, в частности второй (δ), благодаря выявленной 60-70-летней цикличности [6], возникает возможность создания методики промыслового прогноза с годовой и более заблаговременностью.

При наличии связи обоих рядов с индексами атмосферной циркуляции допустимо гипотетическое определение изменений макромасштабного поля течений и их последствий в термохалинной структуре, влияющих на первичную и промысловую продуктивность. В частности, имеется в виду эффект адвекции определенных водных масс, а также усиления топогенных вихрей в районе островов и подводных поднятий, способствующих притоку глубинных продуктивных вод в фотический слой [2].

В работе [5] приведено общее важнейшее заключение о том, что именно тепловой фон Баренцева моря определяет продуктивность его экосистем. Также перечисляются выявленные связи со средней годовой температурой Кольского разреза и ее аномалий с биомассой бентоса, выживанием вселенца – камчатского краба – и степенью миграции трески на восток и север Баренцева моря в зависимости от климатических изменений.

При сопоставлении данных указанной работы с нашими климатическими индексами сразу же становится заметным совпадение минимума и максимума ряда δ с наименьшим и наибольшим распространением трески, соответственно, в конце 1970-х годов и в период 2004-2006 гг. Проведенный нами корреляционный анализ ряда характеристик работы [5] с указанным выше геофизическим индексом выявил его значимую связь с величиной средневзвешенной аномалии температуры воды на «Кольском меридиане» в слое 0-200 м. Коэффициент корреляции 0,842, уровень значимости – меньше 0,01.

Механизм природного процесса, началом которого является энергетический импульс климатических колебаний, а конечным звеном – реакция биотической части морской экосистемы и уровень промыслового успеха, можно представить, включив «атмосферное» звено и его последующие влияния на систему течений в исследуемом регионе. С этой целью нами используется

разложение приземного барического поля в ряд по полиномам Чебышева (по методике, данной в [4]), как это показано в наших работах [1, 2]. В данном исследовании нами взяты значения повторяемостей шести типов барического поля в Северной Атлантике, диагностируемых по характеру географической локализации аномалий месячного атмосферного давления из монографии К. В. Кондратовича [3].

С индексом δ значимая корреляция (коэффициент 0,442, уровень значимости 0,05) получилась при сопоставлении его ряда с суммарной величиной аномалий типа «и» (u_1 плюс u_2). Первый из них характеризуется активной циклонической деятельностью в районе Исландии, второй – смещением ее в Баренцево море. В результате, к югу от Исландии и Гренландии интенсифицируются западные и юго-западные атмосферные переносы [3]. Таким образом, в эпоху увеличения климатического показателя δ происходит усиление притока теплых вод Северо-Атлантического течения, что и отражается рядом вышеуказанных средневзвешенных аномалий температуры в слое 0-200 м, данных в [5], и последующими проявлениями этого влияния на состояние экосистем Баренцева моря.

Для ориентировочного многолетнего прогноза уровня теплового фона (А) и связанных с ним биотических и промысловых показателей Баренцева моря мы считаем допустимым использование экстраполированных значений климатического индекса δ в уравнении:

$$A = 0,767\delta - 0,026.$$

Оно имеет недостаточную обеспеченность, поэтому может лишь показывать общую тенденцию в многолетних изменениях эффективности промысла. Однако в практике прогнозирования уловов конкретных промысловых объектов допустимо «огрубление» прогноза. Для этого коррелируемые ряды значений допустимо разделить на три равновероятных диапазона, затем составить матрицу соответствия частот и по ней определять вероятность уровня прогнозируемой характеристики при определенных диапазонах предиктанта.

Литература

1. *Брянцев В.А., Ребик С.Т.* Предпосылки промысловой продуктивности в районе Патагонского шельфа // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2011. – Т. 49. – С. 28-30.
2. *Брянцев В.А., Троценко Б.Г.* Предпосылки промысловой продуктивности в некоторых районах Южного океана // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – Т. 48. – С. 119-124.
3. *Кондратович К.В.* Долгосрочные метеорологические прогнозы в Северной Атлантике. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 184 с.
4. *Кудрявая К.И., Серяков Е.И., Скриптунова Л.И.* Морские гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 310 с.
5. *Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П.* Климатические изменения морских экосистем Европейской Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 3 (86). – С. 7-21.
6. *Сидоренков Н.С., Свиренко П.И.* Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом регионе // Долгопериодная изменчивость условий атмосферной среды и некоторые вопросы промыслового прогнозирования. – М., 1989. – С. 59-71.

ПРИРОДООХРАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮГНИРО В РАЙОНЕ РЕЙДОВЫХ ПЕРЕГРУЗОК В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

С. С. Жугайло, Т. М. Авдеева, Л. К. Себах

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

В работе представлены результаты многолетних мониторинговых исследований условий среды Керченского пролива. Показано, что причиной увеличения содержания биогенных элементов в экосистеме Керченского пролива в период 1997-2003 гг. явилось влияние перегрузки минеральных удобрений, в 2009-2010 гг. – природные факторы, в частности, повышенный тепловой фон. До 2004 г. на уровень нефтяного загрязнения пролива оказывали существенное влияние операции по их перевалке на внешнем рейде, в последние годы, вероятно, на первое место по степени антропогенного воздействия на акваторию пролива выходят другие факторы, такие как судоходство, строительство гидротехнических сооружений, аварийные ситуации.

Ключевые слова: Керченский пролив, внешний рейд, навалочные и наливные грузы, минеральные удобрения, сера и ее соединения, биогенные элементы, нефтепродукты

Nature conservation research of YugNIRO in the area of raid transshipment in the Kerch Strait. S.S. Zhugaylo, T.M. Avdeeva, L.K. Sebakh. *The results of the long-term environmental monitoring research in the Kerch Strait are presented. It is shown that the reason for the biogenic elements increase in the ecosystem of the Kerch Strait was the impact of mineral fertilizers transshipment during the period of 1997-2003, and natural factors, particularly increased thermal background, – in 2009-2010. The operations on transshipment of petroleum products on the outer roadstead influenced significantly the level of petroleum contamination in the Kerch Strait. For the last years the other factors (for example, navigation, hydrotechnical constructions building, emergency situations) must have been the main cause of the anthropogenic impact in the strait area.*

Keywords: the Kerch Strait, outer roadstead, bulk cargo, mineral fertilizers, sulphur and sulphur compounds, biogenic elements, petroleum products

Введение

Природоохранные исследования в Азовском и Черном морях – одно их основных направлений деятельности Южного НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии [2]. Сотрудники лаборатории охраны морских экосистем осуществляют постоянный мониторинг морских акваторий, наиболее подверженных антропогенному воздействию, в том числе и Керченского пролива. Состояние его экосистемы и жизнедеятельность обитателей определяется суммой климатических и гидродинамических факторов, являющихся приоритетными. Однако в последние годы роль антропогенного воздействия возрастает с каждым годом. Среди основных антропогенных источников отметим современные транспортные перевозки, свалки грунта, рейдовые перегрузки, регулирование и изменение качества речного стока в Азовском море, строительство гидросооружений, аварийные ситуации и, как следствие, нефтяное и химическое загрязнение вод и донных осадков [5]. Перевалка грузов, осуществляемая в южной части пролива, является одним из факторов антропогенного воздействия на экосистему Керченского пролива.

Материал и методы исследований

В работе использованы результаты исследований ЮгНИРО, проведенных в Керченском проливе в период 1995-2010 гг. Определение биогенных элементов, серы, нефтепродуктов проводилось в Лаборатории охраны морских экосистем по стандартным методикам для морских вод и донных отложений.

Результаты исследований

Морские и речные порты зачастую расположены в черте крупных городов. В них проводится перевалка различных грузов, в том числе и опасных, что несет в себе потенциальную угрозу здоровью докеров и людей из расположенных близко к порту жилых и административных зданий.

Перегрузка навалочных (а в последствии и наливных) грузов на внешнем рейде Керченского пролива была предложена в 1995 г. в качестве альтернативы перегрузке серы в порту Камыш-Бурунского железорудного комбината, следствием которой было существенное загрязнение воздушной, морской среды и почв в черте г. Керчи. В результате осуществления контроля за ходом перегрузки серы комовой и аммофоса на внешнем рейде Керченского предпроливья по схеме «судно-судно» на различных этапах проведения работ было установлено, что по сравнению с перегрузкой серы с использованием порта и портовых сооружений данный вариант является предпочтительным, поскольку экологически менее опасен.

Перегрузка навалочных грузов в Керченском проливе осуществлялась на двух якорных стоянках, расположенных в южной его части – с украинской стороны (14,6 км от Керченского морского торгового порта) и с российской стороны (более чем 37 км от порта Кавказ).

Перегрузка грузов производится в соответствии с разработанными рабочими технологическими картами по схеме «судно-судно». За период 1995-2008 гг. в районе рейдовых перегрузок было переработано более 10 млн. т грузов, основные из которых – сера, нефтепродукты, зерновые, удобрения (рис. 1). Как правило, преобладающими грузами были сера и нефтепродукты, за исключением 2008 г., когда в основном перегружались зерновые.

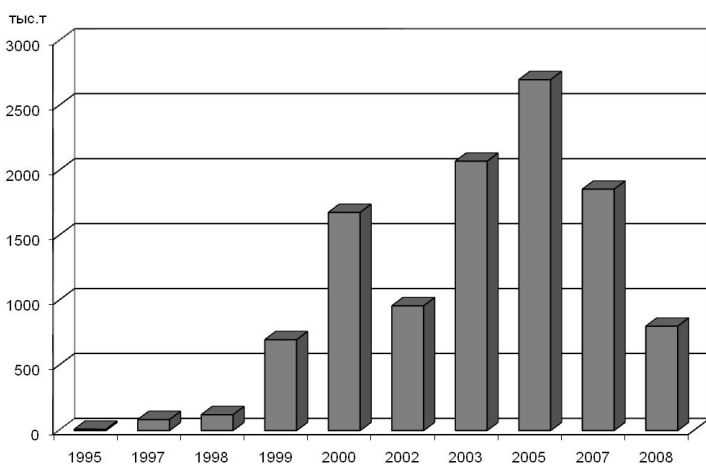


Рисунок 1. Динамика объемов перегрузок на внешнем рейде

Контроль за перегрузкой серы комовой на различных этапах проведения работ по ее перегрузке на внешнем рейде показал, что преобладающим компонентом общей серы в воде является сера сульфатов, в донных отложениях – сульфидная.

Уровень загрязнения водной среды сульфатами зависит от объема перегрузки серы комовой. Содержание несulfатной серы в водной среде определяется интенсивностью окислительно-восстановительных процессов [9].

В пространственном распределении общей и сульфатной серы в воде в различные периоды отмечается приуроченность повышенных значений их содержаний непосредственно к зонам перегрузок.

После техногенной аварии 11 ноября 2007 г. содержание форм серы в водной среде изменилось незначительно, превышений величин предельно допустимых концентраций не выявлено. В донных отложениях распределение серы на обследованной акватории носило неоднородный характер. Если на обозначенной нами «фоновой» станции содержание общей серы составило $1,00 \text{ мг/г}^{-1}$, то на остальных станциях съемки 21 ноября 2007 г. эта величина была превышена от 1,3 до 9,2 раз.

Зависимость концентрации серы сульфатной в донных отложениях от объемов перегрузок не выявлена. На протяжении всего периода исследований концентрации серы сульфидов в донных

Сера. В 1995 г. в Керченском проливе была перегружена пробная партия серы комовой объемом $10,0 \text{ тыс. м}^3$. За период 1995-2007 гг. объем рейдовой перевалки серы составил около 7 млн. т [9].

В природной среде сера обладает низкой подвижностью и высокой стойкостью к деградации, при загрязнении водных систем происходит биоконцентрация серы на взвешях и передача по цепям питания тяжелых металлов, содержащихся в ее примесях. В поверхностных водах и морских экосистемах встречаются органические и неорганические соединения серы.

отложениях превышают концентрации серы сульфатов, что обусловлено восстановительной обстановкой в донных отложениях, следствием чего является накопление сульфидов в грунтах. За период, прошедший после аварии судов, среднее содержание общей серы в донных отложениях исследуемого района возросло в 3,5 раза, при этом необходимо отметить, что с началом прогрева вод интенсифицировались восстановительные процессы в донных отложениях, подтверждением чему является повышение содержания серы сульфидной более чем в 4,5 раза (рис. 2).

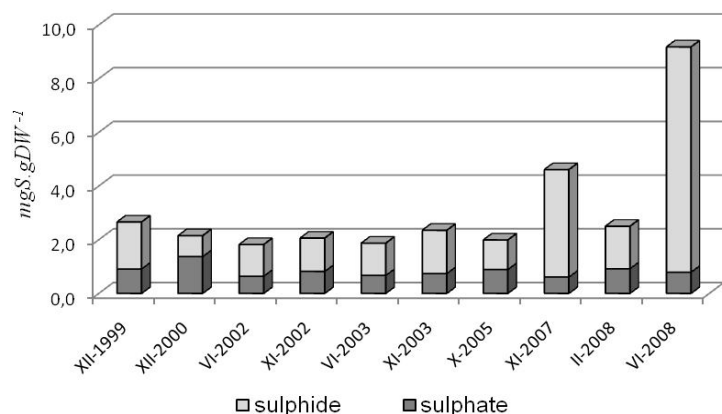


Рисунок 2. Динамика содержания форм серы в донных отложениях района перегрузочного рейда

В период 1999-2005 гг. было перегружено 425 тыс. т минудобрений. Пик объемов перегрузки приходится на 2002 г. – 144,4 тыс. т. В составе перегружаемых минеральных удобрений преобладают азотные и фосфорные удобрения.

Соединения фосфора и азота имеют особо важное значение из многочисленных компонентов ионного состава, представленных в морской воде в малых количествах. Распределение этих соединений определяет биологическую продуктивность моря и кормовую базу рыб, поэтому соединения этих

веществ называют биогенными веществами. Процесс перехода простых биогенных веществ из сложных органических соединений в минеральные формы, или регенерация, – природный процесс. Искусственное увеличение соединений азота, фосфора, попадающих в экосистему антропогенным путем, может привести к эвтрофикации вод, нарушить существующее в природе равновесие и негативно отразиться на состоянии всей экосистемы.

В пространственном распределении биогенных элементов в воде исследуемой акватории отмечается приуроченность непосредственно к зонам перегрузок повышенных значений концентраций минерального азота. Однако превышений ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов на протяжении всего периода наблюдений, начиная с 1995 г., не выявлено.

При попадании минеральных удобрений в морскую среду в процессе перегрузки происходит быстрое их растворение и обогащение воды соединениями азота (преимущественно аммонийного).

Влияние интенсивной перегрузки минеральных удобрений, содержащих соединения азота и фосфора, в Керченском проливе (период 1998-2007 гг.) выразилось в увеличении абсолютного содержания минерального азота в водной среде и вклада аммонийного азота, концентрации которого с увеличением объемов перегрузок также значительно возросли. Высокие концентрации минеральных форм азота в последующий период 2008-2011 гг. обусловлены, вероятно, повышенным тепловым фоном (рис. 3).

Концентрации валового фосфора в водах южной части пролива составили от 26,2 до 82,0 мкгР/л. В количественном выражении концентрации органического фосфора на порядок ниже концентраций органического азота. Несмотря на интенсивное изъятие фосфатов фитопланктоном в летний период, содержание минерального фосфора в отдельные годы больше, чем органического [1]. Такое сочетание высоких значений органической и минеральной форм фосфора одновременно свидетельствует о привнесении биогенов извне. По всей видимости, потребление питательных солей фитопланктоном восполняется в проливе не только за счет разложения органического вещества и поступления минеральных удобрений, но и за счет изменения гидрологической ситуации вследствие строительства дамбы вблизи о. Тузла. При относительно благополучном экологическом состоянии вод региона, гидрохимические характеристики которого находятся в пределах среднемноголетних, отмечено существование четко выраженного гидрохимического фронта, проходящего практически на траверзе о. Коса Тузла, и зоны подъема вод, примыкающей к его южной части.

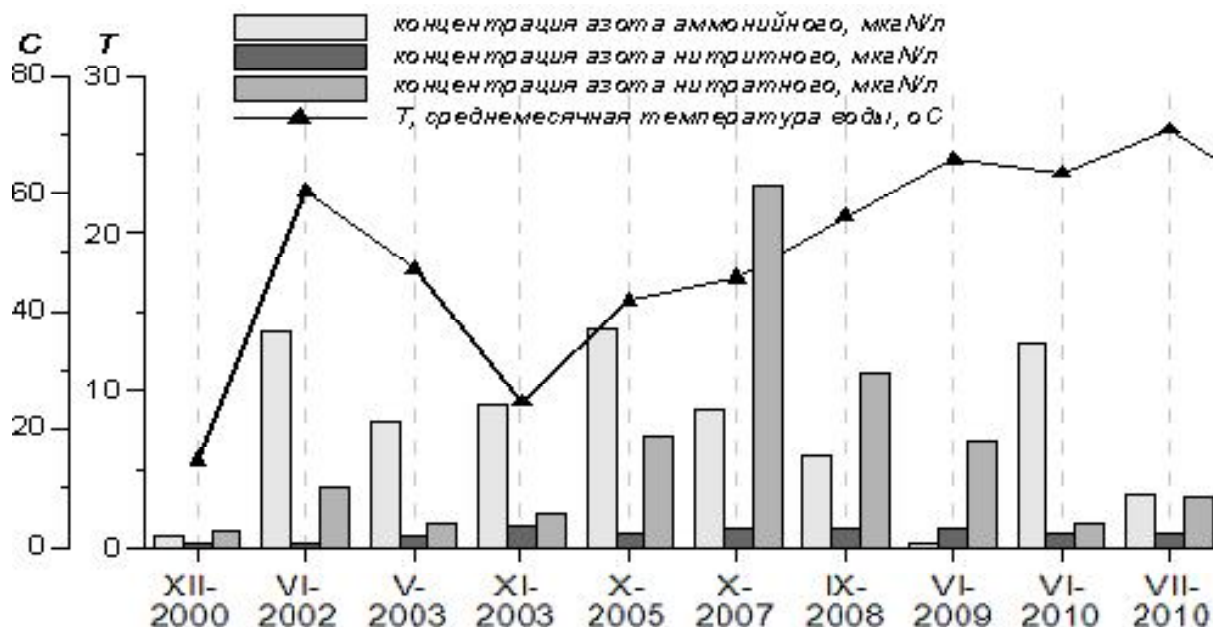


Рисунок 3. Зависимость средних концентраций минеральных форм азота (мкгN/л) от среднемесячной температуры воды [1]

В последние 3 года, когда перегрузка минеральных удобрений прекратилась, восстановилось естественное соотношение минеральных форм азота: преобладающей формой стал азот нитратов, однако содержание его соединений осталось высоким и особенно возросло в 2009-2011 гг., которые, как уже упоминалось выше, характеризовались повышенным тепловым фоном, а также высоким уровнем развития фитопланктона.

Нефтепродукты занимали основную долю в ассортименте перегружаемых грузов. Анализ обобщенных данных о перевалке нефтепродуктов в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря (в пределах вод Украины) показал, что за период 1999-2005 гг. было перегружено около 9,0 млн. т нефтепродуктов, в том числе мазута – 4,5 млн. т, сырой нефти – 2,8 млн. т, печного топлива – 1,0 млн. т, дизельного топлива – 0,95 млн. т. Суммарный объем перевалки нефтепродуктов варьировал в пределах 0,45-1,7 млн. т в год, максимум был достигнут в 2003 г. [8]. Нефтяные углеводороды являются одними из наиболее опасных загрязнителей, поражающих морскую экосистему вследствие отравляющего, мутагенного или канцерогенного действия на гидробионты.

Превышение ПДК нефтепродуктов для воды рыбохозяйственных водоемов в 1,4-2,4 раза отмечено практически на протяжении всего периода исследований, за исключением начала перегрузки нефтепродуктов в 1999 и в 2005 гг. Анализ их фракционного состава показал преобладание в воде и донных отложениях более легкой углеводородной фракции, что косвенно свидетельствует о свежем поступлении нефтепродуктов в морскую среду. С 1999 по 2002 г. среднегодовые концентрации нефтепродуктов снижались (рис. 4). Незначительное увеличение их содержания с 2003 г., по-видимому, вызвано возросшей нагрузкой на акваторию пролива. Это подтверждается и ростом концентрации нефтепродуктов как в проливе, так и в предпроливных зонах.

Следствием аварии явилось резкое повышение содержаний компонентов нефти в воде и донных отложениях до максимальных величин, наблюдаемых в 2008 г. [4]. В результате как деградации нефтепродуктов, так и гидродинамической активности в Керченском проливе, уровень загрязнения акватории рейдовых перегрузок достаточно быстро снизился и в последние годы достиг аварийного (рис. 4).

Для оценки степени воздействия перегрузки нефтепродуктов на акватории внешнего рейда на экосистему пролива был выполнен сравнительный анализ уровня загрязненности нефтепродуктами вод и донных отложений пролива и рассматриваемого района перегрузочных работ (рис. 5). При этом учитывались данные по загрязнению Керченского пролива [3, 4, 6,] и содержание нефтепродуктов в акватории внешнего рейда за период 1999-2006 гг.

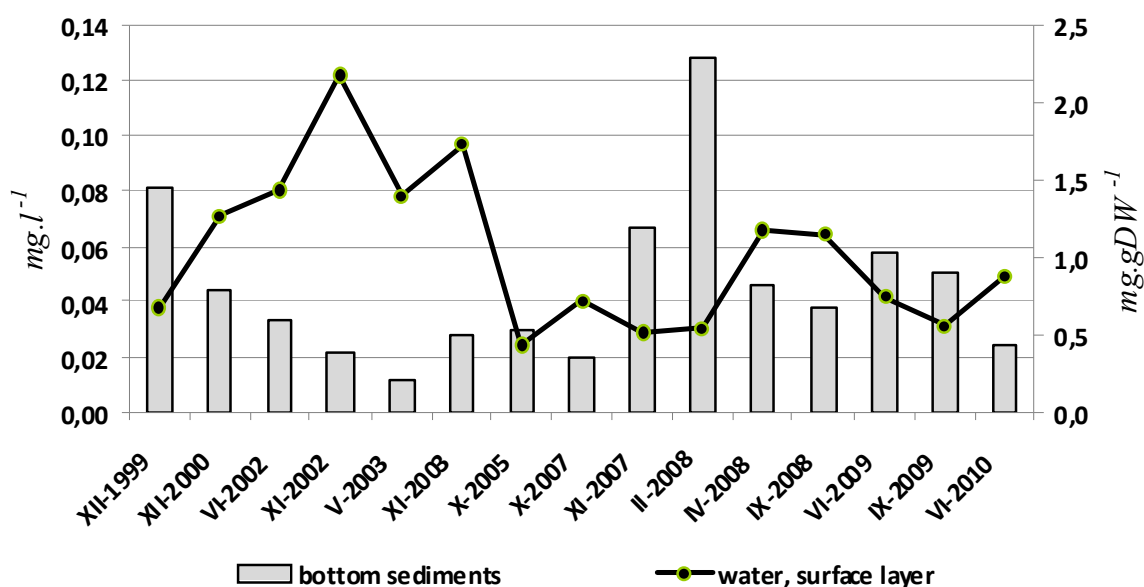


Рисунок 4. Динамика среднего содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях Керченского пролива

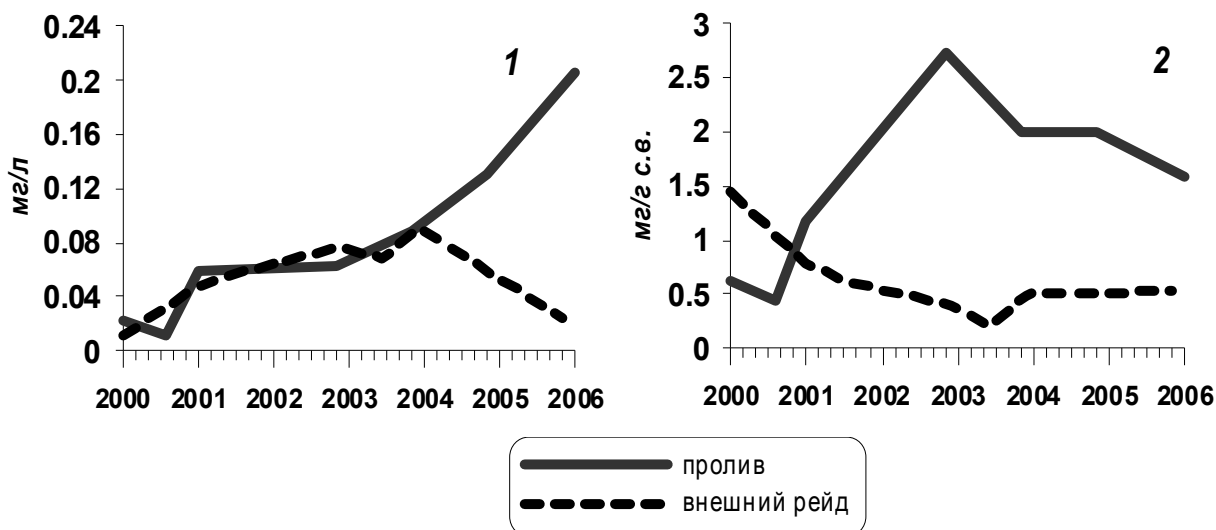


Рисунок 5. Концентрации нефтепродуктов в воде (1) и донных отложениях (2) Керченского пролива и акватории внешнего перегрузочного рейда

В поверхностных водах Керченского пролива концентрации нефтепродуктов находились в диапазоне 0,007-0,239 мг/л, внешнего рейда – 0,010-0,122 мг/л. До 2004 г. наблюдались практически равные концентрации, далее уровень загрязненности нефтепродуктами вод акватории рейда снижается, а пролива, наоборот, возрастает. Это говорит о том, что наряду с рейдовыми перегрузками имеется и другой фактор, влияющий на загрязненность пролива нефтепродуктами.

Более показательным является загрязнение донных отложений, поскольку они, в отличие от воды, являются менее подвижной частью экосистемы и имеют свойство накапливать различные поллютанты. В районе перегрузочных работ на рейде концентрации нефтепродуктов в донных отложениях до 2001 г. превышали таковые для пролива. Однако далее наблюдается обратная зависимость: концентрации токсикантов в донных отложениях акватории рейда были в 1,5-2 раза ниже, чем в донных отложениях пролива.

Такие зависимости можно объяснить тем, что увеличение концентраций нефтепродуктов в морской среде Керченского пролива еще недавно было обусловлено, в основном, операциями по перегрузке нефтепродуктов. Однако в последние годы, вероятно, на первое место по степени антропогенного воздействия на акваторию пролива выходят другие факторы, такие как судоход-

ство, дноуглубительные работы, строительство дамбы в районе о. Тузла в 2003 г., а также авария, произошедшая в ноябре 2007 г.

Поскольку рейдовые перегрузочные комплексы являются потенциально опасными в экологическом отношении объектами, аварии на которых могут привести к непоправимым последствиям для экосистемы морей, экологи уже давно и настойчиво требуют закрыть рейдовую перевалку вообще как угрозу экологии целого региона и потенциальную причину техногенных аварий. Однако не стоит забывать, что Керченский пролив является транспортным узлом и морской трассой для перевозки грузов как для Украины, так и для России. Очевидно, что сокращение грузовых операций в Керченском проливе, в том числе и по перевалке нефтепродуктов, возможно только при условии совместных договоренностей между двумя странами. При этом для удовлетворения потребностей экономики должны быть предусмотрены масштабные альтернативные решения транспортировки грузов, в том числе и нефтепродуктов.

Таким образом, сегодня без рейдовой перегрузки или догрузки реально не обойтись – такой вариант более предпочтителен с государственной точки зрения, поскольку Украина заинтересована в том, чтобы грузопоток через украинские порты не уменьшался. Необходимо значительно повысить уровень технических требований к судам, которые работают на рейде, обязать компании, которые ведут перевалку, использовать современное оборудование, гарантирующее отсутствие россыпи грузов и разлива нефти, и, безусловно, необходим постоянный мониторинг условий среды как в районе перевалки грузов на внешнем рейде, так и всей акватории Керченского пролива.

Литература

1. *Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В.* Гидрохимическая характеристика качества вод Керченского пролива в современных условиях // Системы контроля окружающей среды : сб. науч. тр. – Севастополь, 2011. – Вып. 15. – С. 197-202.
2. *Петренко О.А.* и др. Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. – 2008. – № 50. – Ч. II. – С. 286-291.
3. *Петренко О.А.* и др. Особенности нефтяного загрязнения Керченского пролива на современном этапе // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна : IV международная конференция. Керчь, 8-9 октября 2008 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 12-17.
4. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Загайна О.Б.* Современное состояние и тенденции изменения нефтяного загрязнения Керченского пролива // Сб. науч. тр. НАН Украины. – Севастополь: МГИ, 2010. – Вып. 13. – С. 175-180.
5. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С.* Возможности и перспективы природоохранной деятельности лаборатории охраны морских экосистем ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3/4 (50, 51). – С. 21-22.
6. *Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М.* Нефтяное загрязнение Керченского пролива до и после чрезвычайной ситуации 11 ноября 2007 г. // Системы контроля окружающей среды : сб. науч. тр. – Севастополь: МГИ НАНУ, 2008. – С. 278-281.
7. *РД 52.10.243-92.* Руководство по химическому анализу морских вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1993. – 264 с.
8. *Себах Л.К.* и др. Влияние перегрузки нефтепродуктов на компоненты экосистемы Керченского пролива // Материалы V научно-практ. конф. УО МАНЭБ. – Южный-Одесса: Друк, 2006. – С. 111-115.
9. *Себах Л.К.* и др. Динамика уровня загрязнения южной части Керченского пролива соединениями серы в условиях воздействия рейдовых перегрузок // Материалы VI научно-практ. конф. УО МАНЭБ. – Керчь-Одесса: Пассаж, 2008. – С. 146-157.

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА *SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS* (RISSO) У ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Г. В. Зуев, В. А. Бондарев

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

*На основе анализа 12-ти летнего (2000-2011 гг.) массива данных изучали многолетнюю динамику размерно-возрастной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) у крымского побережья с целью оценки современного состояния его популяции в данном регионе и возможных изменений. Полученные результаты однозначно свидетельствуют о том, что биологическое состояние популяции шпрота на крымском шельфе в 2000-2011 гг. последовательно и закономерно ухудшалось. Ряд авторов напрямую связывают это с неблагоприятными условиями его питания в последнее десятилетие, которые в наибольшей степени затронули представителей старших возрастных групп в силу экологических особенностей их питания и пищевого поведения. Фактором, определившим эту ситуацию, предположительно, можно считать изменение климатических (гидрометеорологических) условий в прибрежной зоне северной части Черного моря, а именно наблюдаемое с конца XX столетия интенсивное общее повышение температуры воды и воздуха в данном регионе. Определенно, это должно создавать неблагоприятные условия для всего холодолюбивого комплекса в целом и для черноморского шпрота, в частности, как бореального вида. Вместе с тем, интенсивный промысел как негативный фактор воздействия на «крымскую» популяцию шпрота недоучитывать также нельзя, принимая во внимание характер динамики ее размерно-возрастной структуры в 2000-е годы.*

Ключевые слова: размерно-возрастная структура, популяция, многолетняя динамика, межгодовая изменчивость, омоложение, измельчание

Size and age structure of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) population off the Crimean coast. G.V. Zuev, V.A. Bondarev. *On the basis of the 12-year (2000-2011) data array analysis, the long-term dynamics of size and age structure of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) off the Crimean coast was studied with the aim of the current state assessment of its population and possible changes in the given area. The research results obviously showed that the biological state of the sprat population on the Crimean shelf during 2000-2011 had been eventually deteriorating. A number of authors refer it directly to its unfavourable feeding conditions during the last decade, which mostly affected the representatives of older age groups due to ecological peculiarities of their nutrition and feeding behaviour. The change of climatic (hydrometeorologic) conditions in the coastal area of the northern Black Sea, viz general intensive increase of water and air temperature in the studied area, observed since the end of the XX century, can be the factor that caused this situation. It should definitely create unfavourable conditions for the whole psychrophilic complex in general and for the Black Sea sprat in particular as a boreal species. Furthermore, intensive fishing as a negative factor influencing the «Crimean» sprat population cannot be underestimated, taking into account the character of its size and age structure dynamics in the 2000s.*

Keywords: size and age structure, population, long-term dynamics, interannual changeability, rejuvenation, diminishment

Черноморский шпрот *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) является одним из наиболее массовых видов рыб в Азово-Черноморском бассейне. Благодаря своей многочисленности играет исключительно важную роль в экосистеме моря, являясь промежуточным звеном между зоопланктоном и представителями высшего трофического уровня – крупными хищными рыбами, дельфинами и птицами. В то же время, шпрот является важным промысловым объектом, традиционно эксплуатируемым всеми причерноморскими странами.

В составе уловов Украины в Черном море шпрот занимает первое место, его доля в последние годы достигает 75 % общего вылова водных живых ресурсов [12]. Основной район украинского промысла шпрота – зона шельфа Крымского полуострова, простирающаяся от мыса Тарханкут на северо-западе до Керченского предпроливного района на востоке, где он добывается

до 85-90 %. Промысел ведется в течение всего года. Квота вылова в пределах национальных вод в последние годы (2008-2010) составляла 50 тыс. т, в 2011 г. – 60 тыс. т [15].

Цель данной работы – на основе анализа многолетнего (2000-2011 гг.) массива данных динамики размерно-возрастной структуры шпрота у крымского побережья оценить современное состояние его популяции в данном регионе, выявить факторы риска и определить перспективы дальнейшей эксплуатации.

Материал и методы



Рисунок 1. Район исследований

Лов шпрота проводился промысловыми судами с помощью разноглубинных тралов на глубинах 20-80 м у Крымского побережья между м. Тарханкут и м. Меганом (рис. 1). Отбор проб и их камеральная обработка проводились в соответствии с общепринятыми в практике ихтиологических исследований стандартными методиками [9]. Выполнялись промеры стандартной длины (расстояние от переднего конца рыла до конца позвоночника), точность измерения 0,1 см. Весовые характеристики (масса тела и др.) определяли взвешиванием на электронных весах Axis A-

500 с точностью до сотых долей грамма. Возраст определяли по отолитам, анализ которых проводился под бинокулярным микроскопом МБС-10 при увеличении 8x2 в проходящем свете. В общей сложности проанализировано 460 проб (более 170 тыс. экз.).

Размерная структура популяции черноморского шпрота

Для изучения размерной структуры популяции шпрота и ее межгодовой и многолетней динамики были использованы показатели средней и предельной длины тела рыб, модального размера, относительной численности «мелкого» ($\leq 5,9$ см), «среднеразмерного» (6,0-7,9 см) и «крупного» ($\geq 8,0$ см) шпрота (табл. 1).

Таблица 1. Показатели размерной структуры шпрота в 2000-2011 гг.

Год	Длина, см			Относительная численность разных размерных групп, %		
	средняя	модальная	предельная	$\leq 5,9$ см	6,0-7,9 см	$\geq 8,0$ см
2000	7,47	7,0-7,4	10,5	1,7	93,8	4,5
2001	7,62	7,5-7,9	11,2	1,3	88,9	9,8
2002	7,90	7,5-7,9	10,7	0,4	81,4	18,2
2003	6,90	6,0-6,4	10,6	19,0	75,4	5,6
2004	7,11	6,5-6,9	10,6	2,7	90,1	7,2
2005	6,85	7,0-7,4	10,8	16,5	81,8	1,7
2006	6,76	7,0-7,4	10,5	21,7	76,6	1,7
2007	6,42	6,0-6,4	10,1	19,9	79,5	0,6
2008	6,68	6,0-6,4	9,9	13,4	85,6	1
2009	6,79	6,5-6,9	9,8	9,5	90,0	0,5
2010	6,53	6,0-6,4	10,4	23,6	75,8	0,6
2011	6,41	6,0-6,4	9,9	31,2	68,0	0,8

Для каждого из исследованных показателей характерны вполне определенные, в разной степени выраженные, межгодовые изменения. Наибольшей межгодовой изменчивости подвержены показатели относительной численности «мелкого» и «крупного» шпрота. Максимальный размах

межгодовых колебаний относительной численности для «мелкого» шпрота составил 78 раз (0,4 % – 2000 г. и 31,2 % – 2011 г.), для «крупного» – 36 раз (0,5 % – 2009 г. и 18,2 % – 2002 г.). Межгодовая вариабельность остальных показателей была меньше. Так, крайние значения относительной численности «среднеразмерного» шпрота различались между собой всего в 1,4 раза, максимальные межгодовые различия средней длины не превышали 1,2 раза.

Для изучения многолетней динамики размерной структуры популяции использовали усредненные за три года значения вышеуказанных показателей (табл. 2).

Таблица 2. Динамика размерной структуры шпрота по усредненным за три года показателям в период 2000-2011 гг.

Период, годы	Длина, см			Доля разных размерных групп, %		
	средняя	модальная	предельная	≤ 5,9 см	6,0-7,9 см	≥ 8,0 см
2000-2002	7,66	7,75	11,2	1,1	88,0	10,8
2003-2005	6,95	6,75	10,8	12,7	82,4	4,8
2006-2008	6,62	6,25	10,2	18,3	80,6	1,1
2009-2011	6,58	6,50	10,4	21,4	77,9	0,6

Как видно, несмотря на значительную межгодовую изменчивость, для каждого из них были выявлены многолетние тренды. За исключением лишь одного показателя – относительной численности «мелкого» шпрота, имеющего резко выраженный положительный тренд, все остальные имели отрицательные тренды. Для четырех из них (средняя, модальная, предельная длина и относительная численность «среднеразмерного» шпрота) тренды были выражены достаточно слабо, и только для относительной численности «крупного» шпрота выявлен резко выраженный отрицательный тренд. Так, относительная численность «крупного» шпрота в 2009-2011 гг. по сравнению с 2000-2002 гг. сократилась в 18 раз (с 10,8 до 0,6 %). В то же время относительная численность «мелкого» шпрота увеличилась в 19,5 раз (с 1,1 до 21,4 %) (рис. 2).

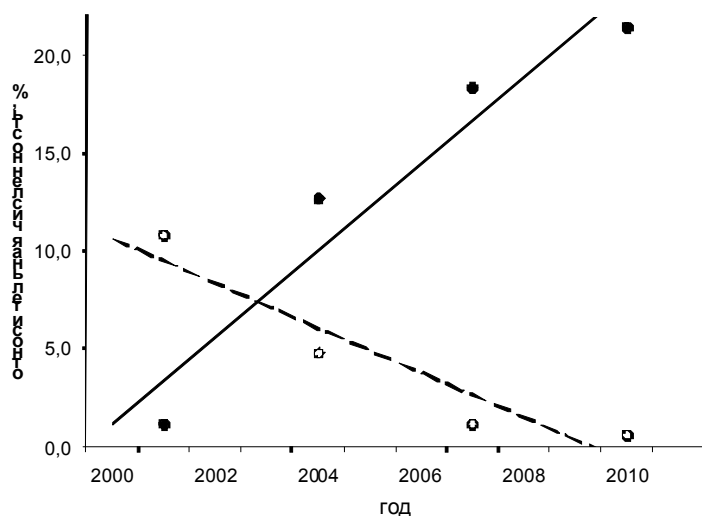


Рисунок 2. Тренды относительной численности «мелкого» и «крупного» шпрота: сплошная линия – «мелкий» шпрот, пунктир – «крупный» шпрот

базируется на игнорировании внутривидовой неоднородности шпрота, дифференциации его на отдельные, пространственно обособленные самовоспроизводящиеся группировки – популяции, представляющие самостоятельные единицы запаса.

По мнению сторонников данной точки зрения, причиной спада вылова шпрота у крымского побережья в середине 2000-х годов и уменьшения его промысловых размеров явилось перераспределение промысловой нагрузки на популяцию между мелководными и глубоководными участками крымского шельфа, а также снижение промысловой нагрузки вследствие сокращения количества добывающих судов (рис. 3).

Причины измельчания шпрота у крымского побережья в последнее десятилетие были неоднократно рассмотрены в работах [3-5]. Главная причина этих изменений, по мнению авторов, – слишком интенсивная эксплуатация «крымской» популяции, подтверждением чего может служить резкое сокращение в уловах доли крупных особей, сопровождавшееся уменьшением их максимальных размеров.

Существует, однако, и другая точка зрения, согласно которой черноморский шпрот как короткоциклический вид, обладающий высокой скоростью смены поколений, в принципе не может быть подвергнут перелову [12]. Данная позиция

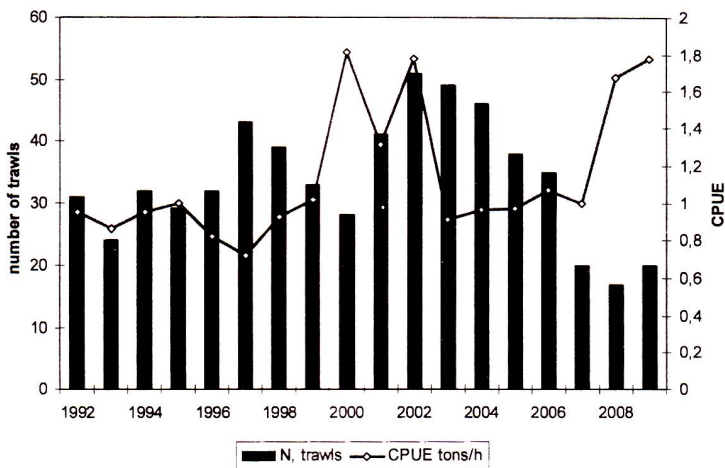


Рисунок 3. Динамика численности судов с тралями для лова шпрота и среднего улова на единицу усилия в украинских водах Черного моря в 1999-2010 гг. [12]

ми территориальных вод, на внешней границе шельфа и свала глубин. Непосредственно данная причина стала основополагающей в снижении средних и модальных промысловых размеров шпрота, увеличении в уловах доли мелких особей, которые преобладают над меньшими глубинами.

Не оспаривая особенностей вертикального (батиметрического) распределения разноразмерных групп шпрота, следует уточнить, что в нашем случае речь идет о временном периоде 2000-2011 гг., то есть связанном с промыслом в новых правовых условиях в пределах 12-и мильной прибрежной зоны и диапазоне глубин от 20-25 до 70-80 м. В данном случае батиметрическое перераспределение промысловой нагрузки если не исключается полностью, то существенно минимизируется.

Далее, снижение промысловой нагрузки в качестве главной причины спада вылова можно было бы допустить, если бы оно не сопровождалось снижением величины среднего вылова на единицу промыслового усилия (рис. 3). Согласно теории промышленного рыболовства [7], уменьшение размеров (измельчание) эксплуатируемого стада рыб на фоне снижения общего вылова и, прежде всего, среднего вылова на единицу промыслового усилия, представляет собой классический пример последствий перелова.

Вопрос о возможности перелова шпрота неразрывно связан с вопросом его внутривидовой неоднородности, наличия локальных биологически разнородных, самовоспроизводящихся образований (единиц запаса). В настоящее время в рыбохозяйственной науке бытует мнение о существовании единой популяции (единице запаса) черноморского шпрота, однако серьезных аргументов в пользу данной точки зрения в научной литературе нам найти не удалось. И это не случайно, поскольку данным вопросом никто специально не занимался. В то же время, можно отметить, что авторы, придерживающиеся концепции единого промыслового запаса (одной популяции) черноморского шпрота, одновременно с этим приводят факты, противоречащие данной концепции. Так, в докладе Комиссии по защите Черного моря от загрязнения [17] можно прочитать, что снижение величины среднего вылова на единицу промыслового усилия и среднего размера шпрота в водах Болгарии и Румынии в 2006-2007 гг. было связано со слишком высоким уровнем промыслового пресса на популяцию: «... The decreasing CPUE and mean catch size in Bulgarian and Romanian fisheries in 2006-2007 indicate that the current level of fishing pressure might be too strong for the size of exploited stock biomass and therefore further catch limitation may be needed» (с. 331). Отсюда следует, что тем самым они допускают принципиальную возможность перелова.

Еще раньше на основе анализа промысловых и популяционных характеристик шпрота одной из основных причин резкого сокращения его уловов в начале 1990-х годов был назван слишком интенсивный промысел в предыдущие годы, наряду с низким пополнением и вспышкой численности гребневика-мнемиопсиса [16]. В рамках дискуссии относительно внутривидовой дифференциации (структуры запаса) черноморского шпрота представляют интерес результаты сравнительного анализа динамики промысла и размерной структуры траловых уловов шпрота у запад-

Попробуем разобраться в этом вопросе. Увеличение промысловой нагрузки на мелководную часть промыслового ареала шпрота было связано с изменением таможенного законодательства Украины, в соответствии с которым, начиная с 1998 г., выловленные за пределами территориальных вод Украины (12-и мильной прибрежной зоны) живые ресурсы приравниваются к импортируемым продуктам, что повлекло за собой увеличение времени оформления необходимых для выгрузки улова документов. В то же время, скопления крупного шпрота формируются за пределами

Таблица 3. Линейные размеры шпрота у западного побережья Черного моря (район Болгарии и Румынии) и у побережья Крыма в 2000-2011 гг.

Год	Западное побережье		Крымское побережье	
	абсол. длина, мм	станд. длина, мм	абсол. длина, мм	станд. длина, мм
2000	87,5	75,2*	-	74,7
2001	86,6	74,4	-	76,2
2002	87,9	75,6	-	79,0
2003	101,6**	87,4	-	69,0
2004	85,8	73,7	-	71,1
2005	88,0	75,7	-	68,5
2006	75,3**	64,8	-	67,6
2007	88,6	76,2	-	64,2
2008	84,1	72,4	-	66,8
2009	86,9	74,7	-	67,9
2010	-	-	-	65,3
2011	-	-	-	64,1

* Расчетная длина

** Сомнительные данные

следовало ожидать, исходя из теории промышленного рыболовства, сколько-нибудь заметных изменений показателей размерной структуры за этот временной период не произошло. В таблице 3 представлены значения средней абсолютной и стандартной длины шпрота из района Болгарии и Румынии в 2000-2009 гг. Величины стандартной длины были получены расчетным путем с использованием полученного эмпирически коэффициента 0,86. Вариационная кривая размерного состава шпрота в водах Болгарии и Румынии представлена на рисунке 4.

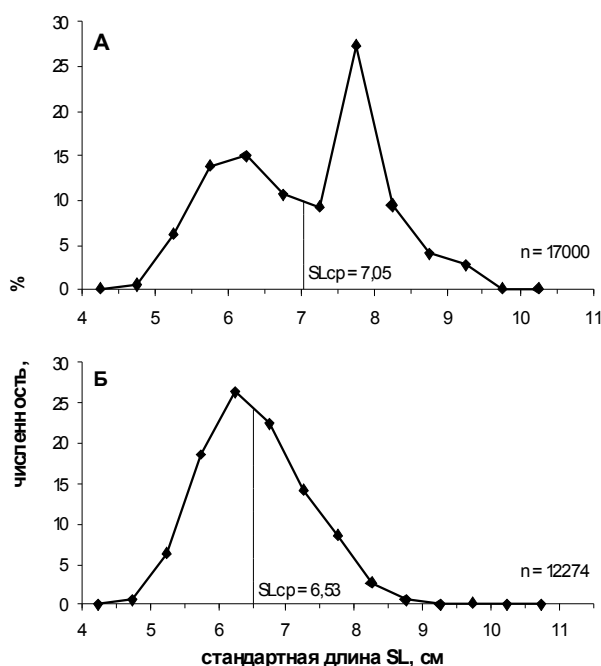


Рисунок 4. Размерная структура шпрота в водах Болгарии и Румынии (А) и у побережья Крыма (Б) в 2010 г.

ного побережья Черного моря (в водах Болгарии и Румынии) и у побережья Крыма в 2000-2011 гг. (табл. 3).

В первом районе траления проводились в пределах относительно постоянного диапазона глубин, ограниченных 70-и метровой изобатой. При этом уровень промысловой нагрузки на популяцию, в соответствии с расчетной величиной коэффициента промысловой смертности, которая варьировала от 0,3 до 0,7, в среднем не превышал предельно допустимый [14]; (цит. по 12). В результате, как и

У Крымского побережья траловый промысел шпрота в эти годы проводился в пределах 12-и мильной прибрежной зоны в диапазоне глубин 20-80 м, то есть в батиметрически сходных с западным регионом условиях. Однако показатели размерной структуры (средние и предельные размеры особей, численное соотношение представителей разных размерных групп и др.) и характер ее межгодовой динамики резко отличаются от подобных показателей шпрота из болгарских и румынских вод (табл. 3, рис. 4), что расходится с утверждением о «практически полном соответствии показателей размерного состава шпрота из болгарских и румынских вод распределению длины рыб в украинских уловах в 2005-2009 гг.» [12, с. 28]. Многолетняя динамика средней стандартной длины шпрота из западной части Черного моря и у побережья Крыма представлена на рисунке 5.

Следует заметить, что размерная структура уловов шпрота из болгарских и румынских вод в полной мере соответствует (аналогична) таковой шпрота из района о-ва Змеиный [6]. Наличие такого сходства еще более укрепляет нас во мнении относительно существования в западной (северо-западной) части Черного моря самостоятельной популяции шпрота, по своим структурно-функциональным показателям отличной от «крымской» популяции.

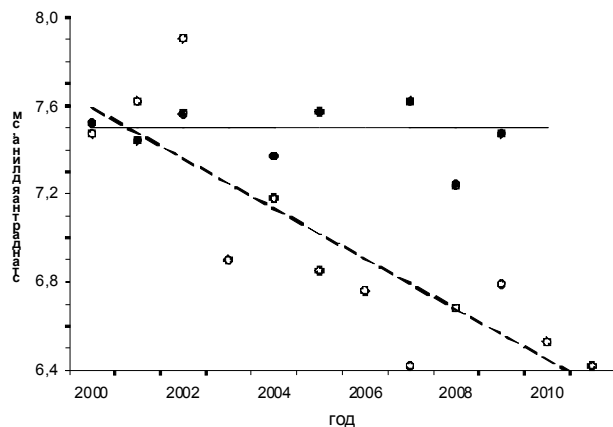


Рисунок 5. Многолетняя динамика средней стандартной длины шпрота у западного побережья Черного моря (темные кружки) и берегов Крыма (светлые кружки). Прямые линии – линейные тренды: сплошная линия – западное побережье Черного моря; пунктир – Крымское побережье

Возрастная структура популяции черноморского шпрота

Как известно [13], возрастная структура популяции (вида), характеризующая численное соотношение различных возрастных групп (разных поколений) внутри нее, является одной из основных биологических структур, наряду с половой и размерной, которая отражает такие важные вопросы жизнедеятельности, как интенсивность воспроизводства, уровень смертности и скорость смены поколений. Возрастная структура зависит как от генетических особенностей популяции, так и от конкретных условий ее существования, чутко реагируя на их изменения и, тем самым, позволяя ей адаптироваться и успешно выживать в новых условиях.

Возрастная структура является индикатором состояния популяции, на основе вектора и скорости изменения которого возможен ее прогноз и, соответственно, заблаговременное определение и разработка мер управления.

В 2000-2011 гг. возрастной состав популяции шпрота у крымского побережья был представлен тремя годовыми классами (поколениями): сеголетками и годовиками (младшее поколение); двухлетками и двухгодовиками (среднее поколение); трехлетками и трехгодовиками (старшее поколение). Четырехлетки и четырехгодовики встречались единично и не каждый год.

Для изучения возрастной структуры популяции использовали показатели относительной численности сеголеток и годовиков, относительной численности 2-х леток и 2-х годовиков; относительной численности 3-х леток и 3-х годовиков; крайние и средние размеры (стандартная длина) сеголеток и годовиков; крайние и средние размеры 2-х леток и 2-х годовиков; крайние и средние

размеры 3-х леток и 3-х годовиков; средний популяционный возраст.

Таблица 4. Размерно-возрастной ключ черноморского шпрота

Размерный класс, см	Возрастной класс, %		
	сеголетки и годовики	двухлетки и двухгодовики	трехлетки и трехгодовики
4,5-4,9	100	-	-
5,0-5,4	100	-	-
5,5-5,9	100	-	-
6,0-6,4	100	-	-
6,5-6,9	94	6	-
7,0-7,4	72	28	-
7,5-7,9	25	75	-
8,0-8,4	-	100	-
8,5-8,9	-	75	25
9,0-9,4	-	28	72
9,5-9,9	-	6	94
10,0-10,4	-	-	100
10,5-10,9	-	-	100

численные соотношения представителей разных поколений в составе популяции изучали с помощью специально разработанного для этой цели размерно-возрастного ключа, в качестве концептуальной основы для разработки которого было принято условие нормального распределения признаков в биологически однородных совокупностях (табл. 4).

Была изучена межгодовая изменчивость показателей относительной численности представителей разных поколений (табл. 5). Как видно, наи-

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие выводы:

- различия размерной структуры шпрота из западной части моря (район Болгарии и Румынии) и у крымского побережья указывают на его внутреннюю неоднородность и, соответственно, на возможность существования не одной, а нескольких единиц запаса;
- региональные различия межгодовой динамики размерной структуры свидетельствуют о разных режимах эксплуатации; последовательное измельчение шпрота у крымского побережья на фоне снижения величины среднего вылова на единицу промыслового усилия следует рассматривать как последствия слишком высокого уровня эксплуатации.

Таблица 5. Межгодовая изменчивость относительной численности и среднего возраста разных поколений шпрота в 2000-2011 гг.

Год	Относительная численность, %			Средний возраст, годы
	сеголетки и годовики	двухлетки и двухгодовики	трехлетки и трехгодовики	
2000	49,8	48,5	1,7	1,52
2001	44,0	52,1	3,9	1,60
2002	28,3	64,2	7,5	1,79
2003	70,2	27,8	2,0	1,32
2004	68,6	28,3	3,1	1,35
2005	72,9	26,3	0,8	1,28
2006	76,9	22,3	0,8	1,24
2007	91,9	7,8	0,3	1,08
2008	82,6	16,8	0,6	1,18
2009	82,0	17,9	0,1	1,18
2010	84,2	15,6	0,2	1,16
2011	88,8	10,9	0,3	1,12

Таблица 6. Динамика возрастной структуры шпрота по усредненным за три года показателям в период 2000-2011 гг.

Период, годы	Относительная численность, %			Средний возраст, годы
	сеголетки и годовики	двухлетки и двухгодовики	трехлетки и трехгодовики	
2000-2002	40,7	54,9	4,4	1,64
2003-2005	70,5	27,5	2,0	1,31
2006-2008	83,8	15,6	0,6	1,17
2009-2011	85,0	14,8	0,2	1,15

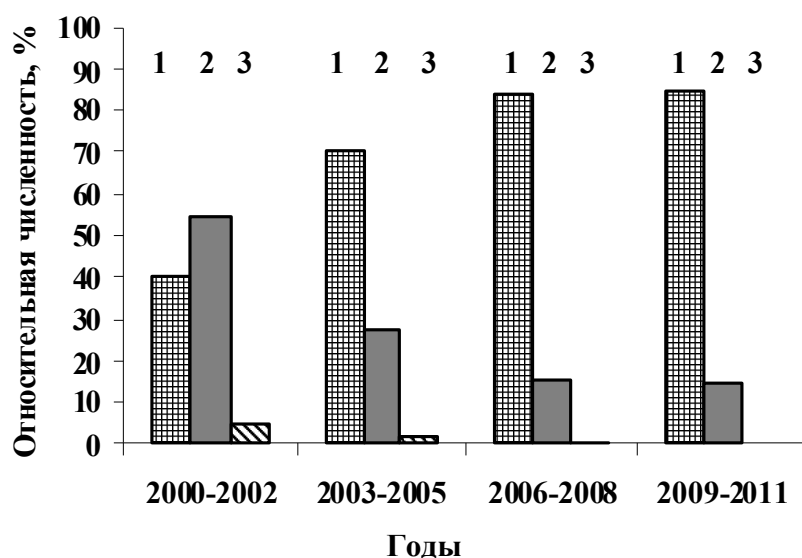


Рисунок 6. Многолетняя динамика возрастной структуры шпрота: 1 – сеголетки и годовики, 2 – двухлетки и двухгодовики, 3 – трехлетки и трехгодовики

долю представителей самого младшего поколения (сеголеток-годовиков) (54,9 %), второе по численности поколение составляли сеголетки и годовики (40,7 %), относительно заметная доля принадлежала также и трехлеткам-трехгодовикам (4,4 %). В последующие годы происходили последовательные изменения возрастной структуры. В результате, в 2009-2011 гг. по сравнению с 2000-2002 гг. в составе популяции более чем в 2 раза (с 40,7 до 85,0 %) увеличилась доля представителей самого младшего поколения (сеголеток-годовиков), почти в 4 раза (с 54,9 до 14,8 %) сократилась доля представителей среднего поколения (двухлеток-двухгодовиков) и более чем в 20 раз (с 4,4 до 0,2 %) доля самого старшего поколения (трех-

большой размах изменчивости отмечен для представителей старшего поколения. Максимальный диапазон межгодовых различий для них составил 75 раз (0,1 % в 2009 и 7,5 % в 2002 гг.), тогда как для младшего поколения (сеголеток-годовиков) он не превышал 3,2 раза (28,3 % в 2002 и 91,9 % в 2007 гг.), а для двухлеток-двухгодовиков – 8,2 раза (7,8 % в 2009 и 64,2 % в 2002 гг.). Не исключено, что столь сильные различия в диапазоне межгодовых изменений между сеголетками-годовиками и двухлетками-двухгодовиками, с одной стороны, и трехлетками-трехгодовиками, с другой, могут быть связаны с крайней немногочисленностью последних, что повышает вероятность ошибки.

Для изучения многолетней динамики возрастной структуры популяции использовали усредненные за три года значения относительной численности разных поколений (табл. 6, рис. 6).

Как видно, за 12-и летний период возрастная структура популяции шпрота претерпела весьма существенные изменения. В 2000-2002 гг. в составе популяции численно преобладало поколение двухлеток-двухго-

леток-трехгодовиков), то есть произошло омоложение популяции. В 2009-2011 гг. возрастной состав шпрота у крымского побережья фактически был представлен лишь двумя поколениями при резко выраженном доминировании сеголеток и годовиков, что должно свидетельствовать об «ухудшении» качества популяции, ее омоложении. В результате омоложения популяции средний возраст шпрота снизился почти в полтора раза (с 1,64 до 1,15 года).

Заключение

Полученные результаты однозначно свидетельствуют о том, что биологическое состояние популяции шпрота на крымском шельфе в 2000-2011 гг. последовательно и закономерно ухудшалось. Ряд авторов [1, 2, 8] напрямую связывают это с неблагоприятными условиями его питания, наблюдающимися в последнее десятилетие, которые в наибольшей степени затронули представителей старших возрастных групп в силу экологических особенностей их питания и пищевого поведения. Как известно, основной пищей крупного шпрота традиционно являются зоопланктонные организмы холодноводного комплекса – *Calanus helgolandicus* и *Pseudocalanus elongatus*, доля которых в составе черноморского зоопланктонного сообщества в последнее время существенно сократилась, создав тем самым кормовой дефицит для представителей этой части популяции. В свою очередь, в условиях дефицита корма должна неизбежно возрасти естественная смертность крупных рыб и, как результат этого, – измельчание и омоложение популяции в целом.

Фактором, определившим эту ситуацию, предположительно можно считать изменение климатических (гидрометеорологических) условий в прибрежной зоне северной части Черного моря, а именно наблюдаемое с конца XX столетия интенсивное общее повышение температуры воды и воздуха в данном регионе [10]. Определенно, это должно создавать неблагоприятные условия для всего холодолюбивого комплекса в целом, и для черноморского шпрота в частности как бореального вида. Вместе с тем, интенсивный промысел как негативный фактор воздействия на «крымскую» популяцию шпрота, недоучитывать также нельзя, принимая во внимание характер динамики ее размерной структуры в 2000-е годы [5].

«Хроническое» измельчание шпрота, которое наблюдается, по крайней мере, уже не менее десятилетия (более ранними данными мы не обладаем), может привести к изменению «качества» популяции, то есть к сдвигу нормы реакции, которая в случае закрепления в геноипе грозит оказаться необратимой и привести к эволюционным изменениям [11].

Литература

1. Глуценко Т.И. Питание и оценка рациона черноморского шпрота в 2009-2010 годах // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2011. – Т. 49. – С. 34-39.
2. Глуценко Т.И., Сороколит Л.К., Негода С.А. Условия нагула черноморского шпрота в основных районах летнего промысла в современный период // Рыбн. хозяйство Украины. – 2005. – № 3, 4. – С. 3-5.
3. Зуев Г.В. Пелагические рыбы Черного моря: состав, распределение и современное состояние запасов // Промысл. биоресурсы Черного и Азовского морей. – Севастополь, 2011. – С. 26-65.
4. Зуев Г.В., Гуцал Д.К., Мельникова Е.Б. Черноморский шпрот: мифы и реальность // Рыбн. Хозяйство Украины. – 2004. – 2, № 31. – С. 12-14.
5. Зуев Г.В., Гуцал Д.К., Мельникова Е.Б., Бондарев В.А. Современные представления о структуре промыслового запаса черноморского шпрота, его состоянии и рациональном использовании в водах Украины // Рыбн. хозяйство Украины. – 2008. – 1. – С. 8-12.
6. Зуев Г.В., Мельникова Е.Б. Внутривидовая неоднородность шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) в западной части Черного моря // Морск. экол. журн. – 2007. – 6, № 4. – С. 31-41.
7. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищ. пром., 1974. – 447с.
8. Никольский В.Н., Шульман Г.Е., Юнева Т.В. и др. О современном состоянии обеспеченности пищей черноморского шпрота // Доповіді Національної академії наук України. – 2007. – № 5. – С. 194-198.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром., 1966. – 375 с.
10. Репетин Л.Н. Пространственная и временная изменчивость температурного режима прибрежной зоны Черного моря // Экол. безопасность приоб. и шельф. зон и комплексное исследование ресурсов шельфа: сб. научн. тр. НАН Украины, МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ. – Севастополь, 2012. – Т. 1, вып. 26. – С. 99-116.
11. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 278 с.
12. Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2011. – Т. 49. – С. 12-33.

13. Яблоков А.В. Популяционная биология. – М., 1987. – 303 с.
14. Daskalov G., Gumus A. et al. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries : Review of Scientific and Technical Research series. – Joint Research Centre, 2010. – 167 p.
15. Daskalov G., Ratz H.-J. Assessment of Black Sea Stocks (STECF-OWP-11-06) // Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. – Sofia, Bulgaria, 2011. – 119 p.
16. Prodanov K, Mikhailov K, Daskalov G. et al. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation // Studies and Reviews, GFCM. – Rome, FAO. – 1997. – Vol. 68. – 178 p.
17. Shlyakhov V.A., Daskalov G.M. The state of marine living resources. State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7) // Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution. – Istanbul, Turkey, 2008. – Pp. 321-363.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

М. А. Морозова¹, А. В. Демидова¹, Г. А. Федоренко²

¹Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

²Южный федеральный университет

*В статье приводятся результаты санитарно-микробиологической оценки промысловых рыб восточной части Таганрогского залива. В качестве основных приемов исследования использовали микробиологический анализ мышечной ткани, жабр и печени. Полученные данные свидетельствуют о том, что рыба (бычок-кругляк, бычок-сирман) часто не соответствовала микробиологическим требованиям безопасности. В паводковый и летний период возрастала численность санитарно-показательных микроорганизмов в микрофлоре рыб, наиболее частыми компонентами которой были пр. *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Candida*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Staphylococcus*. Большинство штаммов, ассоциированных с рыбами, обладали различными маркерами патогенности и множественной устойчивостью к антибиотикам, что свидетельствует о высокой эпидемиологической значимости изолированных микроорганизмов. Установленная галотолерантность позволяет прогнозировать их жизнеспособность до готовой соленой продукции.*

Ключевые слова: рыба, санитарно-показательные микроорганизмы, колиформные бактерии, антибиотикорезистентность, маркеры патогенности, галотолерантность

Microbiological assessment criteria of the commercial fish species in the eastern part of the Taganrog Bay. M. A. Morozova, A. V. Demidova, G. A. Fedorenko. *The results of sanitary-microbiological assessment of the commercial fish species in the eastern part of the Taganrog Bay are given. Microbiological analysis of muscular tissue, gills and liver was used as the main research technique. The obtained data show that the fish (round goby, syrman goby) often did not meet microbiological safety requirements. The abundance of sanitary indicative microorganisms increased in the fish microflora during the summer and flood periods. The most frequently occurred components of the microflora were *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Candida*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Staphylococcus*. The most of fish associated strains had different pathogenicity markers and multiple resistance to antibiotics, which shows high epidemiologic significance of the isolated microorganisms. The established halotolerance allows forecasting their viability to ready salt production.*

Keywords: fish, sanitary indicative microorganisms, coliform bacteria, antibiotic resistance, pathogenicity markers, halotolerance

Введение

Получение высококачественной рыбной продукции во многом зависит от изначального микробиологического качества, а также санитарного состояния промыслового района. На сегодня загрязнение открытых водоемов достигает таких масштабов, что в ряде случаев выловленные гидробионты оказываются непригодными для употребления в пищу. В связи с этим, контроль качества сырья и выпускаемой продукции, рациональное использование рыбы является весьма актуальной проблемой.

Материалы и методы

Объектом исследования выбраны следующие виды рыб: бычок-кругляк, бычок-сирман, лещ, серебряный карась, тарань. Рыбу каждого вида отлавливали посезонно в количестве 3-5 экз. в районах с. Весело-Вознесеновка, с. Золотая коса, с. Приморка.

Материалом для исследования служили образцы жабр, мышечной ткани и печени рыб. Подготовку проб и анализ проводили согласно стандартным и усовершенствованным методам с соблюдением правил асептики [8, 10].

Для определения санитарно-микробиологических показателей живой рыбы использовали пробы из спинной мускулатуры. Рыбу оценивали по микробиологическим показателям: определяли количество мезофильных аэробных, факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) [1], наличие колиформных бактерий (БГКП) [2], условно-патогенных – *Staphylococcus aureus* [3] и патогенных бактерий р. *Salmonella* [4]. Масса пробы в каждом случае соответствовала требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 [9].

У рыб изучали качественный состав микрофлоры жабр, мышц и печени. Идентификацию бактериальных культур проводили путем изучения их морфологии, культуральных, биохимических и других признаков, присущих каждому виду. Также у микроорганизмов, колонизирующих органы и ткани, определяли солеустойчивость (к 3 %, 7 %, 10 % хлориду натрия), биохимическую активность (протеаза, лецитиназа, гемолизин) и чувствительность к антибиотикам (дискодиффузионным методом) [7, 8]. Полирезистентными считали культуры, устойчивые к 4 и более антибактериальным препаратам.

Результаты исследования

В результате микробиологических исследований, проведенных в 2010-2012 гг., показано, что живая рыба (лещ, карась, тарань) соответствовала нормативным требованиям безопасности. Удельный вес нестандартных проб рыб из районов лова по показателю КМАФАнМ составлял 20 %, положительных проб с БГКП – 6,7 %. Отклонения от нормативных значений формировались за счет превышения показателей у бычка-кругляка и бычка-сирмана. Высокая обсемененность мышц (10^4 - 10^6 КОЕ/г) указанных видов может быть обусловлена неблагоприятными экологическими факторами обитания рыбы в Таганрогском заливе, а также экологией самих рыб, приуроченных к донному биотопу, вследствие чего жаберный аппарат легко обсеменяется микрофлорой воды и придонного ила, постоянными компонентами которого были почвенные бактерии-бациллы.

Летом в районах лова с. Весело-Вознесеновка и с. Золотая коса в выборках рыб регистрировали бычка-сирмана с поражением кожи. В образцах мышц пораженных рыб выявлены повышенные значения КМАФАнМ (10^5 - 10^7 КОЕ/г). Такие экземпляры должны подвергаться выбраковке и не поступать к потребителю.

Качественные и количественные показатели микрофлоры рыб в сезонном и межгодовом аспектах изменялись под влиянием различных факторов. Численность санитарно-показательных микроорганизмов возрастала в паводковый и в летний период. Наиболее часто выявляли представителей родов: *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Candida*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Staphylococcus*.

Наличие колиформов и сульфитредуцирующих кластридий на жабрах позволяет судить о качественных изменениях в гидроэкосистеме, которые могут произойти в результате постоянно растущей антропогенной нагрузки, в частности под влиянием стоков хозяйственно-бытовых и ливневых вод. С изменением экологической обстановки также связывали колонизацию энтеробактериями (*Edwardsiella tarda*, *Citrobacter freundii*) печени клинически здоровых рыб, причем из числа их патогенов.

За период исследований выделено и обработано более 400 бактериальных культур, большая часть из которых обладала различными факторами патогенности и множественной устойчивостью к антибиотикам, что свидетельствует о высокой эпидемиологической значимости изолированных микроорганизмов. Так, протеазой обладало 59,2 % изолятов, лецитиназой – 33,3 % и гемолизином – 24,1 %.

Подавляющее большинство культур характеризовались полирезистентностью к ампициллину, левомицетину, полимиксину и эритромицину. Причем выявлены территориальные различия в степени чувствительности к антибактериальным препаратам. Наибольший процент резистентных штаммов к левомицетину регистрировали в районах лова с. Весело-Вознесеновка и Золотая коса (42-51 %), к фуразолидону (69 %) – в районе с. Приморка. Такие антибиотики, как ампициллин, полимиксин и эритромицин по отношению к микрофлоре рыб проявляли активность от умеренной до низкой – 74 %, 43 %, и 48 % изолятов были не чувствительны, соответственно.

Выделенные микроорганизмы обладали значительной толерантностью к хлориду натрия. Выживаемость в 3 % растворе составляла до 70 % штаммов, в 7 и 10 процентных растворах до 38 и 13,5 %, соответственно. Толерантность микроорганизмов к хлориду натрия непосредственно связана с их персистенцией от сырья до готовой продукции, что снижает биологическую ценность последней, а в некоторых случаях делает ее непригодной для пищевого использования [5, 6].

Таким образом, рыба (бычок-кругляк, бычок-сирман), выловленная на локальных участках Таганрогского залива, по микробиологическим показателям (КМАФАнМ, БГКП) оказалась низкого качества. Бактериальная обсемененность их мышечной ткани значительно превосходила нормативные требования. Маркеры патогенности (протеаза, лецитиназа, гемолизин) и установленная галотолерантность выделенных из рыбного сырья микроорганизмов позволяет прогнозировать их жизнеспособность до готовой соленой продукции, а также эпидемическую опасность.

Литература

1. *ГОСТ 10444.15-94* Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
2. *ГОСТ 30518 (ГОСТ Р50474)* Продукты пищевые. Методы определения количества бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий).
3. *ГОСТ Р 52815-2007* Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*.
4. *ГОСТ 30519-97 (ГОСТ Р50480-93)* Продукты пищевые. Методы выделения бактерий рода *Salmonella*.
5. *Ларцева Л.В.* Гигиеническая оценка по микробиологическим показателям рыбы и рыбных продуктов Волго-Каспийского региона : автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1998. – 44 с.
6. *Ларцева Л.В., Обухова О.В.* Природные очаги сапронозов в гидрозкосистеме Волго-Каспийского региона // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1(8). – С. 2137-2139.
7. *МУК 4.2.1890-04* Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам.
8. *Руководство по медицинской микробиологии* // Общая санитарная микробиология; под ред. А.С. Лабинской, Е.Г. Волиной. – М.: БИНОМ, 2008. – 1080 с.
9. *СанПиН 2.3.2.1078-01.* Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ИНФА, 2001.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАПАНЫ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

О. В. Евченко

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

*В летний сезон 2011 г. изучали количественные характеристики популяции рапаны Восточного (район п. Заветное, Керченский пролив) и Западного побережья Крыма (оз. Донузлав, Черное море) – численность и биомассу, размерно-весовые, половые и возрастные показатели, степень зараженности перфораторами. На участке Восточного побережья наблюдается тенденция формирования карликовой популяции рапаны вследствие ухудшения трофических условий. Инвазия раковины полихеты-перфоратором *Polydora ciliata* достигает здесь 30 % при интенсивности 1-4 экз. Зараженность раковины рапаны полихетой может служить косвенным свидетельством загрязнения донных осадков нефтепродуктами.*

Ключевые слова: рапана, Керченский пролив, оз. Донузлав, численность, биомасса, размерно-массовые показатели, пол, возраст, полихеты-перфораторы

Comparative characteristic of the rapana biological parameters on the Western and Eastern coasts of the Crimea. O.V. Evchenko. *Quantitative parameters (abundance and biomass, size and weight, gender and age parameters, infection degree by boring organisms) of the rapana population in the eastern (the Kerch Strait, in the vicinity of Zavetnoe) and the western coast (Donuzlav Lake; the Black Sea) of the Crimea were studied during the summer of 2011. The tendency of the rapana dwarfish population formation due to deterioration of trophic conditions is observed in the eastern coast. The shell invasion by boring polychaete *Polydora ciliata* reaches 30 % in this area with the intensity of 1-4 specimens. Polychaete infection of the rapana shell can serve as an indirect indicator of the bottom sediments pollution by petroleum products.*

Keywords: rapana, the Kerch Strait, Donuzlav Lake, abundance, biomass, size and mass parameters, gender, age, boring polychaete

Современный этап существования популяции рапаны характеризуется своеобразными адаптационными процессами, свойственными популяции гидробионтов, достигнувшей наибольшей численности и превысившей трофическую емкость среды. В таких условиях, как правило, в популяцию включаются процессы саморегулирования численности и биопродуктивности. Подтверждением этого стало снижение размерно-массовых характеристик всех возрастных групп, структуры популяции и биопродуктивности популяции рапаны в целом по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия, особенно в местах повышенной численности и дефицита кормовых объектов.

Материал и методика

В летний сезон (июль) 2011 г. изучали количественные характеристики рапаны (численность, биомасса), размерно-весовые, половые и возрастные показатели, а также биологическое состояние брюхоногого моллюска рапана (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) [6] на участках Восточного побережья Крыма (ВПК) – в районе п. Заветное Керченского пролива, и Западного (ЗПК) – в районе о. Донузлав Черного моря. Сбор моллюсков проводился на песчаных грунтах на глубине 2-4 м.

При помощи аквалангиста производился отбор всех живых рапан вдоль фала длиной 50 м на расстоянии 1 м. Для полного биологического анализа из улова отбирали моллюсков в количестве 50-100 экз. Длину раковины измеряли от вершины раковины до конца устья с использованием мерной доски. Вес определяли на электронных весах с точностью 0,1 г. Пол – визуально. Возраст – подсчетом годовых колец по Чухчину [8].

Результаты и обсуждение

На ВПК в июле численность рапаны составляла 0,018 экз./м², а биомасса – 0,29 г/м². Размеры рапаны изменялись от 25 до 75 мм. Самой многочисленной была группа 35-40 мм. На ЗПК – численность и биомасса равнялись 0,015 экз./м² и 0,73 г/м², размеры варьировали от 45 до 85 мм, модальный класс – 70-75 мм, соответственно (рис. 1). Средняя длина рапаны Западного побережья равнялась 66,9 мм, средний вес 1 экз. – 49,0 г, вес мяса – 14,1 г, что в 1,6 раза, в 3 раза и в 4,4 раза выше, чем на Восточном.

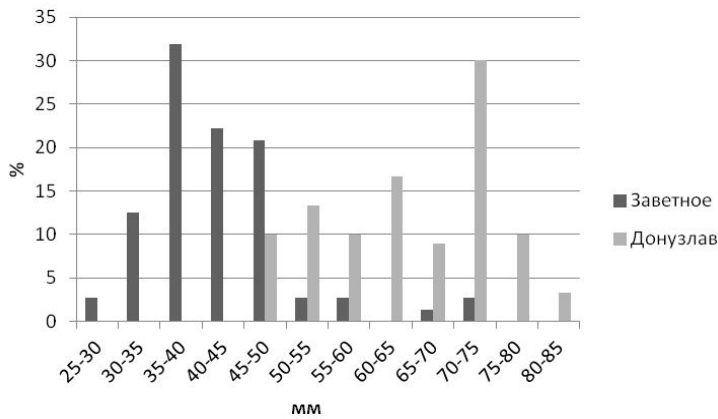


Рисунок 1. Распределение размерных групп ВПК и ЗПК в 2011 г.

мирировалась уже в возрасте 1,5 года. Раннее созревание рапаны отмечал также Г.Г. Бондарев в районе Карадага [1]. В популяции ЗПК моллюски 4-5 летнего возраста составляли более 20 % всех особей, тогда как на ВПК их доля соответствовала 7 % (таблица), что является следствием более ранней элиминации рапаны старших возрастных групп. Для Керченского пролива с конца прошлого столетия отмечается увеличение количества молоди в сравнении со старшими возрастными группами [4].

Возрастной состав рапаны на Восточном и Западном побережье Крымского полуострова в июле

Возраст, лет	1		2		3		4		5	
Участок	ВПК	ЗПК	ВПК	ЗПК	ВПК	ЗПК	ВПК	ЗПК	ВПК	ЗПК
% от общего кол-ва	1,4	-	54,2	14,3	37,5	64,3	4,2	14,3	2,8	7
% самцов	100	-	53,8	50,0	66,7	44,4	77,7	51,0	100	96

В п. Заветное общее соотношение полов самцы/самки равнялось 3:1. Доля самцов превышает 50 % уже в группе двухлеток, а в возрасте 5 лет все моллюски были мужского пола (таблица). В районе оз. Донузлав общее соотношение полов равнялось 1:1.

Зависимость темпа роста мягких тканей от длины раковины изучали на двухлетках – как самой многочисленной возрастной группе (рис. 2).

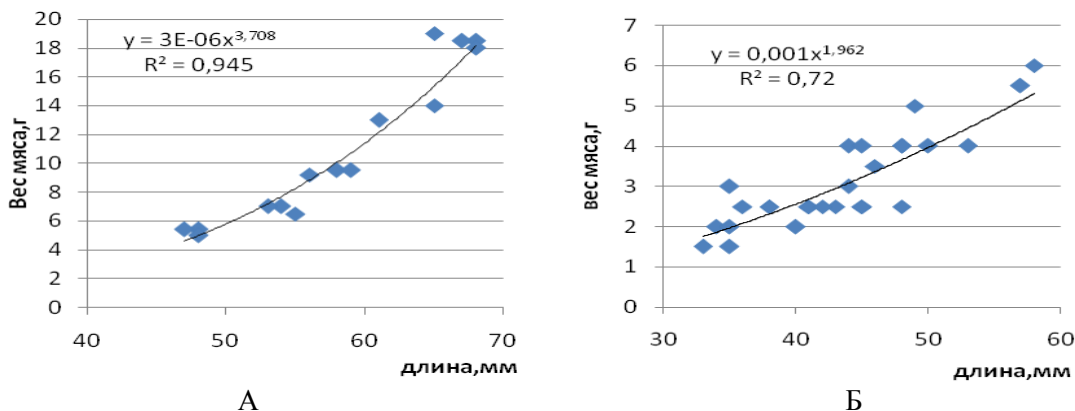


Рисунок 2. Увеличение массы мяса в зависимости от длины раковины рапаны (у двухлеток) А – ЗПК, Б – ВПК

Масса мягких тканей при одинаковой длине раковины была больше у моллюсков ЗПК, что свидетельствует о лучших трофических условиях этого района. Действительно, в районе оз. Донузлав в период 2006-2012 гг. биомасса макрозообентоса была высокой и изменялась в пределах 128-238 г/м² (70-90 % составляли моллюски). Тогда как в Керченском проливе в этот же период – не превышала 78 г/м². Основными объектами питания рапаны в Керченском проливе последние годы являются мелкие двустворки *Chamelea gallina*, *Pitar rudis*, митилястер, кардиум, молодь куннарки, биомасса которых также уменьшается. В питании рапаны появились несвойственные для нее ракообразные, отмечаются случаи каннибализма. Из литературы по рыбам [3] известно, что в неблагоприятных условиях у рыб при замедленном росте нередко увеличивается скорость развития и половая зрелость наступает в более раннем возрасте и при меньших размерах, т.е. образуются карликовые формы. Худшие условия существования часто приводят к более раннему созреванию, увеличению плодовитости, численности при снижении товарного качества и общем измельчении популяции [5]. Такая тенденция наблюдается и в Керченском проливе, где формируется тугорослая (карликовая) популяция рапаны. Карликовые популяции отмечены и в других районах Крыма, где также складываются неблагоприятные трофические условия [1].

В Керченском проливе у рапаны на внутренней поверхности раковины обнаружены вздутия (галлы), вызванные внедрением сверлящих полихет (перфораторов) *Polydora ciliata*. *P. ciliata* попадают в гиалиновый слой в месте прикрепления мускула-замыкателя, а затем проникают в глубину раковинного вещества. По мере продвижения полихет к внутреннему слою, раковина нарастается, гиалиновый слой истирается, и внутри вздутия образуется полость, заполняемая детритом, что негативно сказывается на физиологическом состоянии моллюсков. В районе п. Заветное 30 % рапаны заражены полихетой. Интенсивность инвазии достигала 1-4 экз. на 1 рапану. Высокая встречаемость этого вида в бентосе свидетельствует о загрязнении донных отложений нефтепродуктами [2]. В 2011 г. полихеты встречались в южной части Керченского пролива на 20 % станций с плотностью до 40 экз./м². По данным комплексных мониторинговых исследований ЮгНИРО, по степени загрязненности нефтепродуктами донные отложения пролива отнесены к III уровню [7].

Заключение

На участке ЗПК (район оз. Донузлав, Черное море) популяция рапаны имеет более высокие размерно-весовые показатели и темп роста, чем на ВПК (район п. Заветное, Керченский пролив). Средняя длина рапаны Западного побережья равнялась 66,9 мм, вес рапаны – 49,0 г, вес мяса – 14,1 г, что в 1,6 раза, в 3 раза и в 4,4 раза выше, чем на Восточном побережье, что определяется хорошей кормовой базой. На участке Восточного побережья наблюдается тенденция формирования карликовой популяции рапаны.

На ВПК в половой структуре рапаны преобладают самцы в соотношении 3:1, тогда как на ЗПК – равное соотношение полов. Раннее созревание рапаны, в возрасте 1,5 г, отмечается у рапаны из Керченского пролива.

Инвазия рапаны полихетой-перфоратором *Polydora ciliata* в Керченском проливе достигает 30 %, при интенсивности 1-4 экз. на 1 рапану. Зараженность раковины рапаны полихетой может служить косвенным свидетельством загрязнения донных осадков нефтепродуктами.

Литература

1. Бондарев И.П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) / Published December 24, 2010. – Ruthenica, 2010. – Vol. 20, № 2. – Pp. 69-90.
2. Влияние нефти и нефтепродуктов на морские организмы и их сообщества / Под редакцией О.Г. Мирнова. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – С. 136.
3. Дементьева Т.Ф., Марти Ю.Ю., Моисеев П.А., Никольский Г.В. О закономерностях динамики популяций рыб // Тр. совещ. по динамике численности рыб. – М.: АН СССР, 1961. – Вып. 13. – С. 7-20.
4. Евченко О.В. Биологические характеристики и запас рапаны *Rapana venosa* (Gastropoda: Murexidae) в северо-восточной части Черного моря // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – Т. 48. – С. 24-28.

5. Еремеева Е. Ф. Этапность развития и динамика численности рыб // Тр. совещ. по динамике численности рыб. – М.: АН СССР, 1961. – Вып. 13. – С. 180-184.
6. Кантор Ю. И., Сысоев А. В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. – М.: КМК, 2005. – 627 с.
7. Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С., Шепелева С. М. Влияние хозяйственной деятельности на состояние морской среды Керченского пролива // Метеорология, климатология и гидрология. – 2008. – № 50. – Ч. II. – С. 286-291.
8. Чухчин В. Д. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте // Тр. Севаст. биол. ст. – 1961. – 14. – С. 170-179.

К ВОПРОСУ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ В ВОДАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ЧЕТЫРЕХПОЛОСОВОГО ХРОМОГОБИУСА *CHROMOGOBIOUS QUADRIVITTATUS* (STEINDACHNER, 1863) (PISCES, GOBIIDAE)

А. Н. Пашков¹, С. И. Решетников¹, А. А. Махров²

¹Кубанский государственный университет (КубГУ)

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)

Проведен анализ публикаций о распространении в водах Краснодарского края четырехполосого хромогобиуса. Показано, что в ряде из них допущены неточности в описании его ареала. Последний случай поимки двух экземпляров этого вида относится к 1971 г. Рыбы были отловлены В.И. Пинчуком в солоноватом озере, расположенном на берегу Черного моря к северо-западу от г. Новороссийска между устьями Агирским и Лобановым. В ходе облова этого и соседних озер, проведенных авторами работы, четырехполосый хромогобиус не выявлен. Обсуждается вероятность сохранения его популяций в водоемах региона.

Ключевые слова: четырехполосый хромогобиус, бычковые, распространение, ареал, прибрежные солоноватые озера

On the issue of occurrence frequency of the chestnut goby *Chromogobius quadrivittatus* (Steindachner, 1863) (Pisces, Gobiidae) in the waters of Krasnodar Territory. A.N. Pashkov, S.I. Reshetnikov, A.A. Makhrov. Publications on the chestnut goby distribution in the waters of Krasnodar Territory are analysed. It is shown that in some of them there are some inaccuracies in its habitat description. The last catch of two specimens of this species dates back to 1971. The fish were caught by V. I. Pinchuk in the salt lake situated on the Black Sea shore to the north-west from Novorossiysk, between Agir and Lobanov Cloves. The chestnut goby was not found during the fishing, carried out in that lake and in the adjacent ones. Possibility of its population conservation in the water bodies of the region is discussed.

Keywords: the chestnut goby, gobies, distribution, habitat, coastal salt lakes

Семейство бычковые (Gobiidae) – одно из наиболее разнообразных в ихтиофауне Краснодарского края, включающее, по разным оценкам, от 16 [12] до 25 [6] видов. При этом данные по составу бычковых в водоемах региона продолжают дополняться. Так, сравнительно недавно были опубликованы сведения об обнаружении в черноморских водах у берегов Краснодарского края бычка-лысуна Бата (*Pomatoschistus bathi*) [3].

Одним из наименее изученных видов семейства бычковые в регионе является четырехполосый хромогобиус (*Chromogobius quadrivittatus*). Впервые в бывшем СССР этот вид был обнаружен в 1930-х гг. З.М. Пчелиной [14]. Автор описала его как новый вид *Relictogobius kryzanowskii*. Бычок был пойман в прибрежном черноморском солоноватом озере, расположенном между городами Новороссийск и Анапа. Автор указала и более точное расположение озера – между устьями Агирским и Лобановым [14].

Несколько позже вид был найден еще в двух участках черноморского бассейна – в береговой лагуне у Сочи [7] и в Варненском заливе [4].

Л.С. Берг [1, с. 1071] в качестве мест его обитания указывает со ссылками на [14] и информацию Б.С. Ильина «соленое озеро на берегу Черного моря в районе Новороссийска и ... у Сочи».

А.Н. Световидов [15] при описании распространения четырехполосого хромогобиуса использовал перечисленные выше публикации [1, 4, 7, 14]. Он указывает (с. 424) в качестве мест распространения вида «соленое озеро на берегу Черного моря в районе Новороссийска, береговые лагуны у Абрау, Сочи и др., а также Варненский залив».

Таким образом, в информации о распространении четырехполосого хромогобиуса появилась неточность: соленое озеро у Новороссийска [14] и береговая лагуна у Абрау [7] – это один и тот же водоем.

Впоследствии оказалось, что видовое название *Relictogobius kryzanowskii* является младшим синонимом *Chromogobius quadrivittatus*, а сам вид – четырехполосый хромогобиус – оби-

тает не только в бассейне Черного моря, но и в других морях Средиземноморского бассейна [18, 19].

В 1971 г. прибрежные озера, расположенные между городами Новороссийск и Анапа, были изучены В.И. Пинчуком [11], который, как и З.М. Пчелина [14], обнаружил четырехполосого хромогобиуса только в одном водоеме – озере между Агирским и Лобановым ущельями. Две отловленные им рыбы были переданы в Зоологический музей АН Украинской ССР.

Вид даже оказался включен в монографию «Фауна Украины» [16]. При этом в книге дается следующее описание ареала четырехполосого хромогобиуса (с. 160): «Черное море, конкретно Варненский залив... соленое озерцо на берегу моря около Новороссийска... береговые лагуны около Абрау, Сочи... Средиземное море...».

Не совсем точную информацию о распространении описываемого вида в водах России публиковали и в дальнейшем.

Так, М.Х. Емтыль [5, с. 171] указывает, что четырехполосый хромогобиус «распространен в Черном море, конкретно отмечен в соленом озере на берегу моря около Новороссийска и в береговых лагунах, около озера Абрау, Сочи и Анапы».

Г.К. Плотников [12] в монографии, посвященной фауне позвоночных Краснодарского края, включает четырехполосого хромогобиуса в состав ихтиофауны Черного и Азовского морей, а относительно его распространения указывает следующую информацию: «Вид, обитающий в Черном море, отмечен в лагунах в районе Новороссийска, Сочи, Абрау и др.».

В другой работе [6], являющейся в настоящий момент наиболее полной сводкой по ихтиофауне Краснодарского края, указывается (с. 297), что четырехполосый хромогобиус: «...обитает в приливно-отливной зоне в восточной части Черного моря. В России – соленое озеро на берегу Черного моря в районе Новороссийска, соленые береговые лагуны у Абрау, Сочи, Анапы и др.», а далее вид причисляется к числу эндемичных.

По предложению одного из авторов [13], четырехполосый хромогобиус был внесен в основной список новой редакции Красной книги Краснодарского края [8] в категории «Недостаточно изученный».

Относительно его распространения в водах России в Красной книге Краснодарского края [9, с. 327] со ссылкой на ряд авторов [5, 10, 12, 15], но без анализа первоисточников, приводится следующая информация: «Распространен в Черном море. В РФ встречается только на территории КК. Региональный ареал охватывает береговые лагуны в окрестностях оз. Абрау, Сочи, Анапы; обитает в соленом озере в окрестностях Новороссийска».

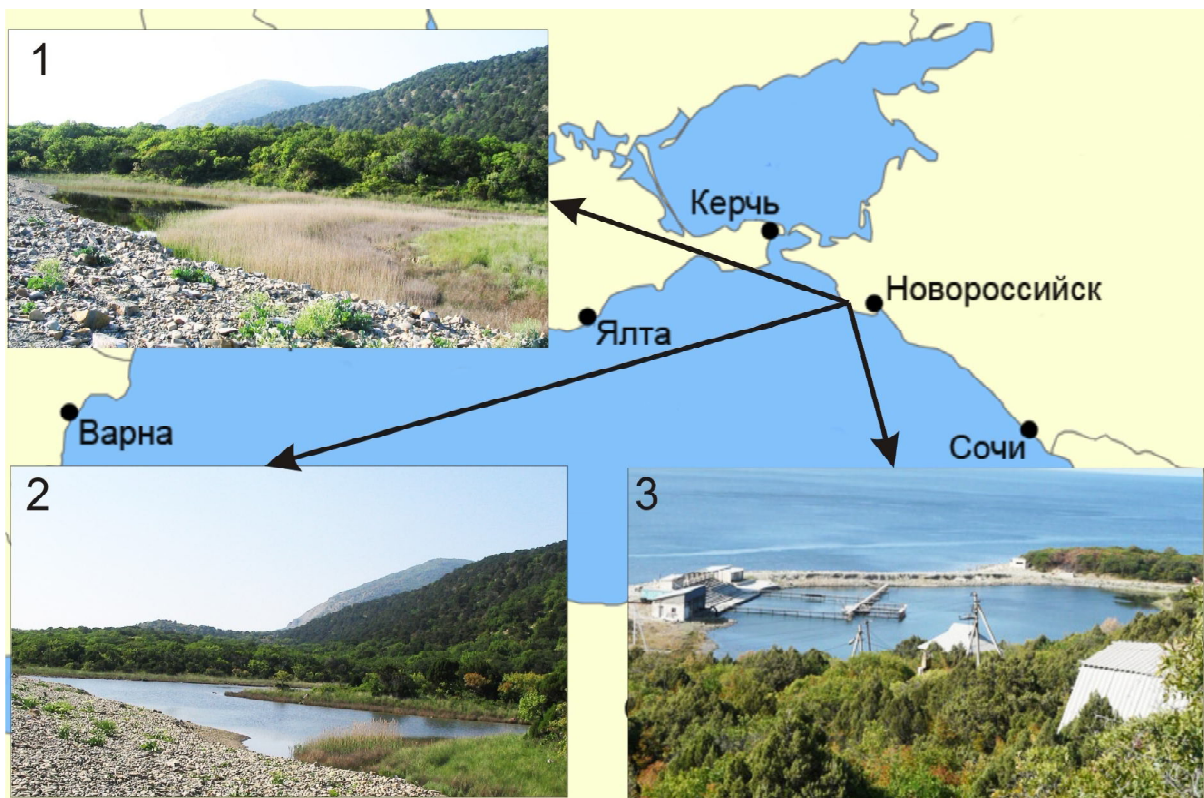
Вид не был найден в 1990-х гг. в ходе изучения ряда черноморских прибрежных озер А.С. Чихачевым и В.А. Лужняком [17].

Таким образом, ни в одной из работ, опубликованных в 1990-2000 гг. и описывающих распространение четырехполосого хромогобиуса, не приводятся данных о новых находках этого вида в регионе (ни в прибрежных озерах, ни в прибрежной зоне Черного моря). А последний факт его поимки в водах России и Краснодарского края относится к началу 1970-х гг. [11].

В 2008 и 2010 гг. нами было проведено изучение трех прибрежных озер, расположенных между городами Анапа и Новороссийск и являющихся потенциальными местами обитания четырехполосого хромогобиуса (рисунок). Озера Безымянное № 1 и Безымянное № 2 в настоящее время находятся на территории созданного в 2011 г. государственного природного заповедника «Утриш». А озеро между балками Агирская и Лобанова уже много лет используется в качестве научного дельфинария Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Для изучения ихтиофауны озер использовали мальковую волокушу, удобные орудия лова и ловушки с прикормкой.

Озеро Безымянное № 1 – небольшой прибрежный водоем, располагающийся на расстоянии около 25 м от уреза Черного моря. Оно имеет С-образную форму и вытянуто вдоль береговой черты моря. Его длина – около 200 м, ширина – от 20 до 80 м. Соленость составляет 13 ‰, что позволяет отнести воды озера к категории мезогалинных. Из-за близости расположения водоема к береговой черте во время сильных штормов в него попадает черноморская вода. Летом озеро прогревается не менее чем до 28 °С. Часть озера, обращенная к морю, – приглубая, противоположная – более мелководная. Максимальная глубина составляет 1,5 м, по большей части аква-



Место расположения и внешний вид изученных озер – потенциальных мест обитания четырехполосого хромогобиуса в Краснодарском крае: 1 – озеро Безымянное № 2; 2 – озеро Безымянное № 1; 3 – озеро между балками Агирская и Лобанова (нумерация проведена в соответствии с расположением озер в направлении с северо-запада на юго-восток)

тории – 40-60 см. Грунт в приморской части представлен галькой и валунником, в остальной акватории – илом с примесью ракушечника.

Прибрежные участки озера, кроме его приморской части, на расстоянии 0,5-1,0 м от берега заросли полупогруженной водной растительностью. Большая часть дна также покрыта макрофитами. Для фауны беспозвоночных характерно наличие типичных черноморских форм – креветок (*Palaemon sp.*), равноногих ракообразных (*Sphaeroma sp.*), двустворчатых моллюсков (*Donax trunculus*, *Cerastoderma glaucum*), многощетинковых червей (Nereidae) и др.

Из-за интенсивного использования участков, прилегающих к описываемому водоему, в рекреационных целях большая часть его прибрежной зоны захламлена бытовым мусором. В самом водоеме находится большое количество пластика. Дополнительный источник негативного влияния – осуществляемый в озере любительский лов креветок с помощью мелкоячеистых сачков или мальковых волокуш. Вместе с креветками отлавливается молодь и мелкие виды рыб.

В составе ихтиофауны озера Безымянное № 1 отмечены два типично морских вида семейства бычковые – черный бычок (*Gobius niger*) и бычок-рысь (*Gobius bucchichi*). Очевидно, что его ихтиофауна имеет аллохтонный характер и сформирована за счет заноса рыб во время штормов с черноморской водой. Вероятно, состав ихтиофауны озера характеризуется определенной динамикой за счет его периодического пополнения после штормов другими прибрежными видами рыб и гибели части из них из-за неподходящих гидрологических условий. Четырехполосый хромогобиус в составе ихтиофауны изученного водоема не обнаружен.

Озеро Безымянное № 2 имеет сердцевидную форму и вытянуто вдоль береговой черты Черного моря. Его длина составляет около 100 м, максимальная ширина – около 30 м. Водоем находится в процессе интенсивного зарастания. Около 50 % его акватории пересохло и заросло влаголюбивой растительностью. Воды озера относятся к категории мезогалинных (соленость – 15 ‰). От моря озеро отделено высоким галечно-валуниковым баром, практически исключая возможность попадания в него морской воды. Возможно, этот факт является основной причиной высыхания озера. В июле-августе вода в озере прогревается не менее чем до 28 °С. Часть водоема, обращенная к морю, – приглубая, противоположная – мелководная. Максимальная глу-

бина – 1,2 м. Грунт в приморской части представлен галькой и валунником, остальная часть дна озера сильно заилена.

Для фауны беспозвоночных озера характерно наличие типичных черноморских форм – креветок (*Palaemon sp.*), равноногих ракообразных (*Sphaeroma sp.*), двустворчатых моллюсков (*Donax trunculus*), многощетинковых червей (Nereidae) и др.

Антропогенное воздействие на ихтиоценоз озера аналогично таковому для озера Безымянное № 1. Рыбы в момент обследования в озере не обнаружены вообще.

Третий изученный водоем – озеро между балками Агирская и Лобанова, в котором четырехполосый хромогобиус достоверно отлавливался ранее [11, 14]. Как и предыдущие водоемы, оно расположено недалеко от береговой черты Черного моря, поэтому во время штормов в него попадает морская вода. В настоящее время озеро эвтрофировано. Большая часть дна сильно заилена. По устной информации сотрудников дельфинария, в водоеме неоднократно наблюдались заморные явления, сопровождавшиеся массовой гибелью рыбы.

В ходе обследования озера (была обловлена практически вся прибрежная зона) четырехполосый хромогобиус не обнаружен. Другие виды рыб в озере также отсутствовали. Только в западной, приморской части озера был отловлен 1 экземпляр морской собачки-павлина (*Salaria pavo*).

Таким образом, ни в одном из прибрежных солоноватых озер, расположенных между городами Новороссийск и Анапа, четырехполосый хромогобиус не обнаружен. Причиной его исчезновения в них являются, вероятно, интенсивные сукцессионные процессы в экосистемах озер, направленные в сторону их эвтрофирования, обмеления и термофикации, а также загрязнение вод.

Экосистема прибрежного озера, расположенного в окрестностях г. Сочи (43°35' с.ш. и 39°40' в.д.), на обитание хромогобиуса в котором указывалось в 1940-х гг. [1, 7], также, скорее всего, стала непригодной для обитания данного вида бычков.

Однако нельзя исключать возможности обнаружения четырехполосого хромогобиуса в прибрежной зоне северо-восточной части Черного моря, так как, по последней информации [2], он отмечен не только в Средиземном, Эгейском и Мраморном морях, но и в Черном море у берегов Турции.

Литература

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. – М.-Л.: АН СССР, 1949. – Ч. 3. – 456 с.
2. Васильева Е.Д. Рыбы Черного моря // Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. – М.: ВНИРО, 2007. – 238 с.
3. Васильева Е.Д., Богородский С.В. Два новых вида бычков (Gobiidae) в ихтиофауне Черного моря // Вопросы ихтиологии. – 2004. – Т. 44, № 5. – С. 599-606.
4. Георгиев Ж.М. Едно непознато попче за българската ихтиофауна – *Relictogobius kryzanowskii* // Изв. Центр. научноизслед. инст. рибов. и рибол. – 1961. – Т. 1. – С. 141-145.
5. Емтыль М.Х. Рыбы Краснодарского края и республики Адыгея // Справочное пособие. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 1997. – 157 с.
6. Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. – 340 с.
7. Ильин Б.С. Краткий обзор черноморских бычков (Pisces, Gobiidae) // Бюлетень МОИП. Отд. Биол. – 1949. – Т. 54, вып. 3. – С. 16-30.
8. Красная книга Краснодарского края (животные) / науч. ред. А.С. Замотайлов. – Изд. 2-е. – Краснодар: Центр развития ПТР Краснодар. края, 2007. – 504 с.
9. Мнацеканов Р.А. Хромогобиус четырехполосый *Chromogobius quadrivittatus* (Steindachner, 1863) // Красная книга Краснодарского края (животные) / науч. ред. А.С. Замотайлов. – Изд. 2-е. – Краснодар: Центр развития ПТР Краснодар. края, 2007. – С. 327.
10. Мяжков Н.А. Атлас-определитель рыб: Книга для учащихся. – М.: Просвещение, 1994. – 282 с.
11. Пинчук В.И. Таксономические заметки о бычковых (Perciformes, Gobiidae) фауны Украины // Вестник зоологии. – 1987. – № 5. – С. 30-35.
12. Плотников Г.К. Фауна позвоночных Краснодарского края. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2000. – 233 с.
13. Плотников Г.К., Пашков А.Н., Миненко П.П. Виды бесчелюстных и рыб, намечаемые к внесению во второе издание Красной книги Краснодарского края // Заповедное дело России: принципы, проблемы, приоритеты: материалы Международной научной конференции. – Бахилова Поляна, 2003. – С. 335-337.
14. Пчелина З.М. Новый вид и род бычка из соленого озера Абрауского полуострова (бассейн Черного моря) *Relictogobius kryzanowskii* n.g., n.sp. // Доклады АН СССР. – 1939. – Т. 23, № 6. – С. 586-589.

15. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.-Л.: Наука, 1964. – 550 с.
16. Смирнов А.И. Фауна Украины. В 40 т. / Окунеобразные (бычковидные), скорпенообразные, камбалобразные, присоскопорообразные, удильщикообразные. – К.: Наукова думка, 1986. – Т. 8, вып. 5. – 320 с.
17. Чихачев А.С., Лужняк В.А. Ихтиофауна пресноводных водоемов Черноморского побережья России // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий : сборник тезисов межреспубликанской научно-практической конференции. – Краснодар, 2000. – С. 118-119.
18. Miller P.J. *Relictogobius kryzanowskii* and penetration of Mediterranean gobies into the Black Sea // Nature. – 1965. – Vol. 208, № 5009. – Pp. 474-475.
19. Miller P.J. Gobiidae // Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean: 3 vol. – UNESCO, Paris, 1986. – Vol. 3. – Pp. 1019-1085.

О ДОСТУПНОСТИ РЕСУРСОВ ОТКРЫТЫХ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКИ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА УКРАИНЫ

Ю. В. Корзун, В. В. Парамонов, Н. Н. Кухарев

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

Украина с 2007 года не ведет промысел в СЗА, так как крайне низкие величины выделяемых НАФО квот не позволяют вести промысел даже одному судну. Основная причина – при выделении квот Украине не учитывается исторический опыт промысла Украины в СЗА. Увеличение квот для Украины возможно при увеличении ОДУ квотируемых видов или открытии промысла на те виды, целевой промысел которых временно запрещен, или открытии нового промысла. Для получения доступа к недоиспользованным ресурсам квотируемых видов можно заключать трансферные соглашения с государствами – обладателями этих квот. В крайнем случае, Украина, в соответствии с нормами действующей Конвенции НАФО, могла бы установить индивидуальную квоту на какой-либо квотируемый и недоиспользуемый запас. Кроме того, ресурсы в пределах экономических зон могут быть доступны посредством заключения чартерных соглашений или покупки разрешений у прибрежных государств на вылов камбалы, палтуса, креветки, морского окуня, трески и снежного краба. Для научного обоснования позиции Украины на международных переговорах по увеличению квот необходимо бюджетное финансирование участия украинских ученых в работе НАФО.

Ключевые слова: Украина, НАФО, СЗА, ресурсы, промысел, квоты, чартер, трансфер, экономические зоны

On availability of the high seas resources in the Northwest Atlantic for the fishing fleet of Ukraine. Yu.V. Korzun, V.V. Paramonov, N.N. Kukharev. *Ukraine has not conducted fisheries in the NWA since 2007, because extremely low-size quotas allocated by NAFO do not allow carrying out fisheries even for one vessel. The main reason is the fact that while allocating quotas the historic experience of Ukrainian fisheries in the NWA is not taken into account. Quota increase for Ukraine is possible under conditions of TAC increase for the species, limited by quotas, or opening fisheries for those species, whose target fishing is temporarily prohibited, or opening new fishing. To obtain an access to underutilized resources for the species, limited by quotas, transfer agreements can be established with the states, which hold those quotas. In extremis, Ukraine could set individual quota for some stock, limited by quota or underutilized, according to the regulations of the NAFO Convention currently in force. Besides, resources within economic zones can be available by means of entering into charter agreements or purchasing licenses from the coastal states for fishing of flounder, halibut, shrimp, rockfish, cod and snow crab. For scientific justification of Ukraine's position at the international negotiations on quota increase, it is necessary to finance the participation of Ukrainian scientists in the NAFO activities.*

Keywords: Ukraine, NAFO, NWA, resources, fishing, quotas, charter, transfer, economic zones

Рыболовство в открытых водах Северо-Западной Атлантики регулирует НАФО – Международная организация по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (Northwest Atlantic Fisheries Organization), которая была основана в 1979 г. в качестве преемника ИКНАФ (Международная комиссия по рыболовству в Северо-Западной Атлантике, 1949-1978 гг.). По состоянию на 2013 г. членами НАФО являются Дания (представляющая Фарерские острова и Гренландию), Исландия, Канада, Куба, Норвегия, Республика Корея, Российская Федерация, США, Украина, Франция (представляющая острова Сант-Пьер и Микелон) и Япония, а также надгосударственное образование – ЕС. Деятельностью НАФО управляет Генеральный Совет. Научная работа организации проводится Научным Советом. НАФО оценивает состояние запасов и ежегодно устанавливает общий допустимый улов (ОДУ) для таких видов, как атлантическая треска, морской окунь, черный палтус, камбала-ерш, длинная камбала, желтохвостая камбала, мойва, белый налим, звездчатый скат, короткоперый кальмар и северная креветка. Всего устанавливаются ОДУ для одиннадцати видов, представленных девятнадцатью условными запасами. ОДУ каждого объекта распределяется по государствам-членам в виде национальных квот. Размер квот обсуждается и принимается на Рыболовной комиссии на основании рекомендаций Научного сове-

та. Часть ОДУ, не распределенная на квоты, представляется в виде квоты «Для других стран», которая может быть выловлена только государствами, не получившими квот вылова данного объекта, и по олимпийскому принципу. Все квоты НАФО представляются в документе «Меры по сохранению и принуждению (NAFO Conservation and Enforcement Measures)», который ежегодно обновляется Рыболовной Комиссией и переиздается. Таким образом, промысел в зоне НАФО регулируется «Мерами по сохранению и принуждению».

В 1999 г. Украина вступила в НАФО, что дало ей возможность получить небольшие квоты на креветку и другие объекты. В соответствии с положениями Конвенции НАФО Украина получила квоты как новый член этой организации, то есть без учета ее исторического опыта промысла в СЗА. Эти квоты формировались фактически по остаточному принципу и были настолько малы, что позволяли вести промысел максимум двум среднетоннажным или одному крупнотоннажному судам в течение 4-6 месяцев [2]. С 2007 г. украинские рыбаки прекратили промысел в зоне НАФО из-за малой величины выделяемых НАФО национальных квот. В настоящее время, в связи с уменьшением ОДУ на креветку, которая является наиболее привлекательным объектом для украинских рыбаков, величина украинской квоты в зоне регулирования настолько уменьшилась (2013 г. – 96 т), что даже одно рыболовное судно не сможет рентабельно работать в этом районе. Кроме северной креветки, Украине выделена квота на окуня-клювача – 150 т. Украине также доступны квоты «Для других стран», в том числе морской окунь – 163 т, звездчатый скат – 258 т, кальмар-иллекс – 794 т. Не квотируется вылов северного макруруса. ОДУ для него не установлен из-за неопределенности границ ареала. Максимальный улов был получен в 1999 г. (7 тыс. т). Вылов в 2011 г. не превышал 0,9 тыс. т. Признаков каких-либо изменений биомассы не отмечается. Макрурус может вылавливаться в зоне регулирования НАФО в неограниченных количествах при условии, что он составит основу уловов. При этом следует максимально использовать прилов других ценных видов рыб, прежде всего черного палтуса и морского окуня в разрешенных НАФО пределах для каждого траления.

Таким образом, доступность промысловых ресурсов в зоне НАФО наглядно демонстрируется размерами квот, выделяемых государствам-участникам в зоне регулирования (открытые воды), а прибрежным государствам еще и в зоне влияния НАФО (экономзоны). «Ключи» для распределения квот сложились много лет назад и используются до сих пор, но они ориентированы на «старых» членов НАФО, в том числе на прибрежные государства, которые управляют частью ресурсов НАФО в своих экономзонах. Существуют также договоренности между отдельными государствами и НАФО по ресурсам некоторых видов. Так, квоты на окуня на участке 3М для ЕС и Российской Федерации в 2013 г. составляют 7,813 тыс. т и 9,137 тыс. т, соответственно, что значительно выше ОДУ, равного 6,5 тыс. т, даже без учета квот остальных государств [4]. Как отмечалось выше, квоты, выделенные НАФО Украине на 2013 г., составляют всего 150 т окуня и 96 т креветки, что недостаточно для экономически выгодного промысла. Украина в течение ряда лет ставила вопрос перед НАФО об увеличении ее квоты, но результат не был достигнут.

Ниже рассматриваются возможности увеличения национальной квоты Украины.

Признание НАФО украинской доли в квоте бывшего СССР с учетом исторического опыта промысла Украины в регионе СЗА

Украинская доля в квоте бывшего СССР в НАФО была разделена между государствами Балтии и Российской Федерацией. Украина по разным причинам не участвовала в разделе [2, 3, 5, 6]. Это привело к тому, что в настоящее время НАФО выделяет квоты Украине как новому члену организации, без учета ее исторического опыта промысла в СЗА и ее доли в общей квоте СССР в НАФО. Пересмотр результатов этого раздела возможен, очевидно, только при определенных дипломатических усилиях на уровне межгосударственных, а не межведомственных отношений.

В настоящее время Украина могла бы добиться увеличения доступа к ресурсам СЗА путем увеличения национальной квоты в НАФО и другими путями, перечень которых приводится ниже.

Перераспределение недоиспользуемых квот, заключение трансферных соглашений с государствами-обладателями этих квот

Суммарный недолов квот в 2011 г. в зоне НАФО равнялся 86,8 тыс. т. В 2011 г. недоиспользовались запасы морского окуня (15,2 тыс. т) на участке 3О, желтохвостой камбалы (14,4 тыс. т)

на участках 3LNO, креветки (7,2 тыс. т) на участке 3L, звездчатого ската (6,6 тыс. т) на участках 3LNO и белого налима (5,9 тыс. т) на участках 3NO. Большие остаточные ресурсы короткоперого кальмара, 33,9 тыс. т в подрайонах 3 и 4, находятся, в основном, в экономической зоне Канады. Для облова таких ресурсов необходимо договариваться и заключать трансферные соглашения с государствами-обладателями этих квот.

Всего, по экспертной оценке ученых ЮгНИРО, в Северо-Западной Атлантике в зоне регулирования НАФО и в экономических зонах прибрежных государств недоиспользуются промыслом минимум 100 тыс. т ценных пищевых рыб и промбеспозвоночных, включая недоиспользуемый ресурс в ИЭЗ Канады.

Одним из оснований для увеличения квот вылова Украины по окуню, треске, кальмару, в первую очередь, за счет квот Канады и России является положение Соглашения о трансграничных рыбных запасах... от 1995 г., в частности, Статья 11 «Новые члены или участники», в которой сказано следующее: «При определении характера и объема прав участия для новых членов субрегиональной или региональной рыбохозяйственной организации либо для новых участников субрегиональной или региональной рыбохозяйственной договоренности государства принимают во внимание, в частности: а) состояние трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и нынешнюю интенсивность промыслового усилия на промысле; б) соответствующие интересы, схемы ведения промысла и практику рыболовства новых и уже имеющих членов или участников».

Для получения доступа к ресурсам в экономических зонах целесообразно вести переговоры с прибрежными государствами и при получении согласия на вылов использовать чартер при отсутствии своих судов. Те же действия можно предпринимать и для организации промысла черного палтуса в подрайонах 0, 1 и 2, в которых скопления находятся в экономзонах Канады и Гренландии. Известно, что правительство Канады заключало в прошлом чартерные соглашения с другими государствами для промысла в своей экономзоне. Также известно, что Гренландия предоставляет доступ к части своих ресурсов палтуса, креветки, морского окуня, трески и снежного краба другим государствам, в том числе государствам ЕС, Фарерским островам, Норвегии, Исландии и Российской Федерации с оплатой за право лова [1].

Увеличение Рыболовной комиссией ОДУ промысловых видов, возобновление промысла видов, которые были под запретом, возникновение нового промысла

Получение или увеличение для Украины квот различных видов в зоне НАФО, вероятнее всего, может произойти при изменении ОДУ, либо возобновлении лова на виды, целевой промысел которых был временно запрещен, либо при возникновении нового промысла. При изменении ОДУ в сторону увеличения или открытия промысла на какой-либо вид происходит перераспределение размеров квот между государствами-членами НАФО, и Украина может заявлять о своем праве иметь квоту, согласно ее исторического опыта промысла в СЗА. Увеличение ОДУ, например, возможно на участке 3М на треску, на желтохвостую камбалу на участках 3LNO и морского окуня на участках 3LN, так как их биомассы или растут, или находятся стабильно на высоком уровне.

Вопрос об отмене запрета на целевой промысел какого-либо вида, биомасса которого растет, и другие показатели состояния запаса характеризуют его как восстановившийся до уровня, когда возможно начать промысел, определенное время обсуждается экспертами НАФО. Такие вопросы тщательно изучаются на заседаниях Научного Совета, затем выносятся на рассмотрение Рыболовной комиссии, которая принимает окончательное решение об открытии промысла. Так было с окунем на участках 3LN и треской на участке 3М, целевой промысел которых был возобновлен в 2010 г. Другими видами, с которых возможно снятие моратория, являются треска и камбала-ерш на участках 3LNO, индексы биомассы которых в последние годы растут.

Промысел в ИЭЗ Канады и Гренландии, имеющих остаток допустимого улова некоторых промысловых объектов, на основе двусторонних соглашений о рыболовстве

В соответствии с положениями Конвенции ООН по морскому праву (статья 62), государства, не имеющие возможности выловить весь допустимый улов, путем соглашений и других договоренностей обязаны представить доступ к остатку допустимого улова другим государствам. В ИЭЗ Канады и Гренландии (Дания) имеются существенные недоиспользуемые рыбные ресур-

сы, и при наличии интереса рыбопромышленных компаний Украины эти ресурсы могли бы стать предметом двусторонних соглашений о рыболовстве.

Установление Украиной автономных квот в зоне регулирования НАФО путем возражения в соответствии с процедурой НАФО (статья XII Конвенции)

Установление Украиной автономных квот не повлечет за собой санкций, если эти квоты Украина установит в соответствии с процедурой НАФО. Вместе с тем, принять такое решение возможно при наличии серьезной заинтересованности рыбопромышленных компаний страны.

Таким образом, наличие в СЗА запасов ценных пищевых видов рыб и беспозвоночных, постоянное значительное недоиспользование квот, выделенных государствам-участникам в зоне НАФО, сравнительно близкое расположение этого региона для экспедиционного рыболовства определяют его важность для экспедиционного рыболовства Украины. Следует отметить, что позиции Украины на переговорах с НАФО и прибрежными государствами региона значительно укрепятся, если в зоне НАФО будет работать хотя бы одно судно под украинским флагом. Это даст возможность Украине более обоснованно настаивать на увеличении квот в зоне НАФО, на расширении доступа к ресурсам СЗА. Для более полного научного обоснования позиции Украины на международных переговорах с целью получения наиболее благоприятных условий промысла, в том числе увеличения размеров квот, необходимо увеличить бюджетное финансирование регулярного участия украинских ученых в сессиях научных комитетов и рабочих группах НАФО.

Литература:

1. *Официальный сайт* Министерства рыболовства, охоты и сельского хозяйства Гренландии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uk.nanoq.gl/Emner/Government/Departments/ministry_of_fisheries/Fisheries%20unit/Quotas%20and%20TAC.aspx
2. *Парамонов В.В., Корзун Ю.В., Ребик С.Т., Кухарев Н.Н.* Об историческом опыте промысла Украины в Северо-Западной Атлантике // *Рибне господарство України*. – 2012. – С. 46-52.
3. *Korzun Yu.* Ukrainian Information // *NAFO SC Working Paper 12/18*. – Canada, 2012. – 2 p.
4. *NAFO Conservation and Enforcement Measures 2013* // *NAFO FC Doc. 13/1*. – Canada, 2013. – 103 p.
5. *Paramonov V.V., Korzun Yu.V., Rebik S.T., Kukharev N.N.* On historical experience of the Ukraine fishery in the Northwest Atlantic // *NAFO SCR Doc. 12/022*. – Canada, 2012. – 5 p.
6. *Proposal from Ukraine* for the Ukrainian quota for 2013 (based on the historical experience of the Ukraine fisheries in the Northwest Atlantic and analyzes of underutilization of quota allocated to same member-states) // *34-th Annual Meeting, St. Petersburg, Russia, 17-21 September 2012*. – FC Working Paper. – Canada, 2012. – 12/07. – 2 p.

О ПРАКТИКЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА В ЗОНЕ НАФО

Ю. В. Корзун, В. В. Парамонов, Н. Н. Кухарев

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

НАФО – Организация по рыболовству в Северо-Западной части Атлантики – регулирует промысел в открытых водах Северо-Западной Атлантики. Регулирование осуществляется путем распределения общего допустимого улова (ОДУ) по национальным квотам между государствами-участниками. По данным НАФО, квоты, выделенные государствам, используются не полностью. Например, в 2011 году использовалось лишь около 51 % ОДУ рыбных ресурсов или 41 % от общих. Наибольший недопол у держателей наибольших квот – у Канады, ЕС и России. В то же время Украина, Южная Корея, Япония имеют минимальные квоты, недостаточные для организации промысла. Предлагается, по примеру других организаций по регулированию рыболовства, применение олимпийской системы выбора ОДУ промысловых объектов с распределением его по районам и подрайонам, а не по государствам. При этом промысел смогут вести суда тех государств, которые имеют желание и возможность это делать.

Ключевые слова: НАФО, квота, регулирование, промысел, общий допустимый улов, государства-участники, олимпийская система

On the fishery regulation practice in the NAFO area. Yu.V. Korzun, V.V. Paramonov, N.N. Kukharev. *NAFO is the Northwest Atlantic Fisheries Organization in the northwestern part of Atlantic that regulates fisheries in the high seas of the North West Atlantic. Regulation is conducted by means of total allowable catch (TAC) distribution with national quotas among the member states. According to the NAFO data, quotas, allocated to the states, are used incompletely. For example, only 51 % TAC of fishery resources and 41 % of general ones were used in 2011. The holders of the biggest quotas have the most underfishing: Canada, EU, and Russia. Simultaneously, Ukraine, South Korea, and Japan have minimal quotas, insufficient for fisheries organization. It is suggested, using the example of the other organizations on fishery regulation, to implement the Olympic system of the TAC selection of fishing objects, with its distribution according to areas and subareas instead of states. In so doing, the vessels of those states, which are willing and have facilities to conduct fisheries, will be able to do it.*

Keywords: NAFO, quota, regulation, fishing, total allowable catch, member states, Olympic system

Одним из важнейших промысловых районов Мирового океана является Северо-Западная Атлантика (СЗА). Здесь в 1950 году была создана одна из первых на планете региональная рыболовная международная организация (РРМО) – Международная Комиссия по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (ИКНАФ) с 1979 года, Организация по рыболовству в Северо-Западной части Атлантического океана (НАФО). Добыча практически всех основных промысловых видов в открытом море СЗА в данное время регулируется согласно рекомендациям Научного Комитета НАФО и осуществляется путем распределения общего допустимого улова (ОДУ) по национальным квотам. Как же реализуются эти рекомендации? Ответу на этот вопрос посвящен наш доклад. Для анализа были использованы только официальные данные НАФО, имеющиеся за последний промысловый сезон 2011 года [1]. Результаты промысла обобщены и представлены в таблице. Как мы видим, превышение вылова над ОДУ наблюдается только для объектов, находящихся под мораторием, т.е. целевой промысел которых запрещен. Однако их можно добывать в лимитированных количествах в качестве прилова к другому целевому виду, вылов которого разрешен. Это такие виды, как длинная камбала, камбала-ерш, атлантическая треска на Большой Ньюфаундлендской банке и морской окунь в океанической зоне СЗА. В промысловый сезон 2011 года почти полностью были выбраны квоты на треску в 3М, на черного палтуса в 3LMNO и на морского окуня в 3LMN. Значительное недоиспользование квот наблюдалось для белого налима в 3NO, скатов в 3LNO, желтохвостой лиманды в 3LNO, морского окуня в 3O, креветки в 3L и особенно для кальмара-иллекса, промысел которого практически не велся.

Результаты промысла в зоне НАФО в 2011, (тыс. т)

Виды	Латинское название	Участки	ОДУ	Вылов	Остаток ОДУ
Белый налим	<i>Urophycis tenuis</i>	3NO	6	0,1	5,9
Длинная камбала	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	3LNO	0	0,4	
Желтохвостая камбала	<i>Limanda ferruginea</i>	3LNO	17	2,6	14,4
Звездчатый скат	<i>Amblyraja radiata</i>	3LNO	12	1,7	10,3
Короткоперый кальмар	<i>Illex illecebrosus</i>	SA 3+4	34	0,1	33,9
Камбала-ерш	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	3LNO	0	1,0	
Камбала-ерш	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	3M	0	0,1	
Мойва	<i>Mallotus villosus</i>	3NO	0	0	
Морской окунь	<i>Sebastes mentella</i>	1F+SA 2+3K	0	0,2	
Морской окунь	<i>S. mentella, marinus</i>	3O	20	4,8	15,2
Морской окунь	<i>S. mentella, marinus</i>	3LN	6	5,4	0,6
Морской окунь	<i>S. mentella, fasciatus, marinus</i>	3M	10	9,2	0,8
Северная креветка	<i>Pandalus borealis</i>	3M	0	0	
Северная креветка	<i>Pandalus borealis</i>	3L	19,2	12,0	7,2
Северный макрурус	<i>Macrourus berglax</i>	SA 2 и 3	-	0,9	
Атлантическая треска	<i>Gadus morhua</i>	3LNO	0	1,3	
Атлантическая треска	<i>Gadus morhua</i>	3M	10	9,7	0,3
Черный палтус	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	3LMNO	12,7	10,8	1,9
Всего рыб			93,7	48,0	49,4
Все виды			146,9	60,1	90,5

Таким образом, в 2011 году использовалось только около 51 % ОДУ рыбных ресурсов или 41 % общих. Недолавливаются в рекомендованном объеме даже такие ценные виды, как черный палтус и креветка.

Анализ выбора квот по отдельным странам показывает, что наибольший недолов имеют те государства и структуры, которым НАФО выделяет наибольшие квоты, а именно Канада, ЕС и Россия [2]. Как положительный пример можно представить предложение Канады о передаче Украине канадской квоты на 5000 т желтохвостой лиманды в своей экономзоне для вылова в 2013 и 2014 годах. Возможно, есть и другие примеры. Однако это не решает проблему недоиспользования квот в целом.

Мы исходим из того, что рекомендации Научного комитета НАФО объективны и установленный им ОДУ оптимален. В таком случае одинаково нежелателен как недолов, так и перелов данных промысловых объектов. Перелов приводит к сокращению общей численности вида, снижению запаса. Недолов же приводит к тому, что часть рыбы, которая могла быть использована промыслом, исключается из запаса в ходе естественной смертности, не увеличивая численность популяции. Поэтому общий вылов должен быть как можно ближе к уровням, рекомендованным Научным Комитетом. В НАФО существует практика обмена квотами между государствами-участниками или передача части своей квоты другому государству. Но неприбрежные государства-члены НАФО, в том числе и Украина, Республика Корея или Япония, из-за малых размеров выделенных квот лишены возможности производить равноценный обмен. Не секрет, что, например, квота на вылов 40 т трески в 3М, возможно, хороша для одного небольшого судна прибрежного лова, но явно недостаточна для рыболовных флотов 6 стран. По скромным подсчетам, для организации дистанционного промысла в районе НАФО одному среднетоннажному судну необходимо около 1500 т рыбы и промысловых беспозвоночных в год (возможно, по нескольким видам). В то же время, общая индивидуальная квота для Украины, например, на 2013 год составляет всего 246 т.

На наш взгляд, для зоны НАФО более оптимальной была бы олимпийская система выбора ОДУ промысловых объектов с распределением его по районам и подрайонам, а не по государствам. При этом промысел ведут суда только тех государств, которые имеют желание и возможность это делать. Такая система, частично или полностью, применяется в других международных организациях по регулированию рыболовства (МОПП), например, в НЕАФК, АНТКОМ и др.

Да и в пределах НАФО она, по сути, применяется при выборе запутанной системы квот на морского окуня в ЗМ, где сумма индивидуальных квот в 2 раза превышает ОДУ, а также при выборе квот «Для других стран».

Другим вариантом может быть ежегодная передача недоиспользованных квот в квоту «Для других стран». Было бы целесообразно также использовать систему предварительных заявок на предстоящий промысловый сезон, по которым можно будет определять, по каким видам, в каком количестве и у каких государств-участников планируется недобор квот. При этом, выбрав свою основную квоту, такие государства могли бы продолжить промысел за счет квоты «Для других стран», что сейчас не разрешено.

Предполагается, что квота «Для других стран» при этом существенно увеличится, а в ее пределах промысел будет производиться по олимпийской системе государствами-участниками, не имеющими индивидуальных квот, или государствами, чьи национальные квоты настолько малы, что невыгодно вести промысел, а также государствами, выбравшими индивидуальные квоты. При увеличении/уменьшении ОДУ Научным Комитетом пропорционально увеличиваются/уменьшаются и все квоты. В любом случае, в рамках МОРР следовало бы избегать ситуации типа «собаки на сене», когда и сами государства-владельцы своих квот не используют, и другие государства-участники лишены этой возможности.

Литература

1. *Nominal Catches and National Quotas for Stocks Regulated by NAFO* // NAFO/FC Working Paper. – Anon, 2012. – 12/4. – 19 p.
2. *NAFO Conservation and Enforcement Measures 2013* // NAFO FC Doc. 13/1. – Canada, 2013. – 103 p.

МОГУТ ЛИ БЫТЬ СОЗДАНЫ МОРСКИЕ ОХРАНЯЕМЫЕ РАЙОНЫ В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ МИРОВОГО ОКЕАНА?

Н. Н. Кухарев

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

Рассмотрены обращения международных форумов и встреч под эгидой ООН к государствам с предложениями по созданию морских охраняемых районов (МОР) в открытых водах Мирового океана за пределами юрисдикций прибрежных государств. Отмечено, что существующие определения МОР, основным содержанием которых является сохранение биоразнообразия, защита среды обитания и уязвимых видов, предполагают управление выделенными районами моря и их охрану. Это возможно только в рамках суверенных прав или юрисдикции определенного государства. Поэтому все существующие МОР созданы прибрежными государствами в своих территориальных водах или экономзонах. Показано, что Конвенция ООН по морскому праву не содержит норм и положений, позволяющих создание МОР в открытых водах океана, и не предоставляет возможности заинтересованным государствам или группам государств отторгнуть часть открытых вод океана для этих целей. Обсуждены попытки использования механизмов международной организации по регулированию рыболовства (АНТКОМ) и Комиссии по защите морской среды Северного моря и Северо-Восточной Атлантики (OSPAR) для объявления морскими охраняемыми районами участков открытого моря в районах ответственности этих организаций. Показано, что подобные действия международных организаций не имеют под собой правовой основы, противоречат Конвенции ООН по морскому праву и, как в случае с АНТКОМ, вероятно, ведутся в целях достижения геополитических интересов определенных государств. Показано также, что предполагаемая польза МОР для сохранения экосистем не так очевидна, как это пытаются представить неправительственные экологические организации, поэтому вопрос о необходимости создания МОР в открытом море должен стать предметом серьезных исследований, а не основываться на экстремистских призывах экологической журналистики. Предлагается создание Особо изучаемых районов – сети участков Мирового океана, которые могли бы быть многовековыми полигонами для исследований при условии их полной открытости для всех видов человеческой деятельности. Исходя из того, что человечество является одной из наиболее значимых частей экосистемы планеты и исключить его воздействие принципиально невозможно, системное изучение среды и биоты на таких полигонах, их изменений и долгопериодной динамики, выделение при этом доли антропогенного фактора, если ее удастся выделить, позволит выявить возможности человечества по вмешательству в эти процессы, более надежно прогнозировать развитие экосистемы планеты.

Ключевые слова: морской охраняемый район, биоразнообразие, экосистема, Конвенция ООН по морскому праву, неправительственные экологические организации, АНТКОМ, ФАО, Антарктика, море Росса, Международный Союз сохранения природы, Комиссия по защите морской среды Северного моря и Северо-Восточной Атлантики, «Рио+20», «Саммит Земли», Глобальная Комиссия по проблемам Мирового океана

Can marine protected areas be organized in the high seas of the World Ocean? N.N. Kukharev. *Appeals of the international forums and meetings under the aegis of the United Nations to the states with the propositions of organising marine protected areas (MPAs) in the high seas of the World Ocean beyond coastal states jurisdiction are considered. It is noted that the existent definitions of MPAs, with biodiversity conservation, protection of natural environment and vulnerable species as the main issues, suggest management of the separated sea areas and their protection. It is possible only within the framework of sovereign rights or jurisdiction of a particular state. Therefore, all existent MPAs are created by coastal states in their territorial waters or economic areas. It is shown that the United Nations Convention on the Law of the Sea does not contain rules and regulations, allowing organisation of MPAs in the high seas and does not offer to interested states and state groups the possibility to separate a part of high seas for this purpose. The attempts to use the mechanisms of the international organization on fisheries regulation (CCAMLR) and the Commission for Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic (OSPAR) for declaration of the high seas areas under the jurisdiction of these organizations to be marine protected areas are discussed. It is shown that the actions of the international organizations have no legal basis, contradict the United Nations Convention on the Law of the Sea, and, as in the case of CCAMLR, probably are conducted aiming to meet geopolitical interests of certain countries. It is also*

shown that estimated benefit of MPAs for ecosystem conservation is not so evident as non-governmental ecologic organizations try to promote, therefore, the issue of the necessity to organise MPAs in the high seas should be seriously investigated, taking extremist appeals of ecologic journalists into no account. Creation of Areas of Special Research (a net of zones in the World Ocean that could serve as long-term research grounds under conditions of their full openness for all types of human activity) is suggested. As far as the mankind is one of the most important parts of the planet ecosystem and its impact cannot be overestimated, systematic study of the environment and biota, their changes and long-term dynamics, defining the antropogenic factor percentage, if it could be defined, on such testing grounds will allow indicating mankind capabilities on interference into these processes and forecasting the development of the planet ecosystem more reliably.

Keywords: marine protected area, biodiversity, ecosystem, the UN Convention on the Law of the Sea, non-governmental ecologic organizations, CCAMLR, FAO, Antarctica, the Ross Sea, International Union for Conservation of Nature, Commission for Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic, «Rio+20», «Earth Summit», the Global Ocean Commision

Введение

Вопросы необходимости заповедания участков моря в целях снижения и ликвидации антропогенного воздействия обсуждаются морскими биологами, океанологами и неправительственными экологическими организациями с 1970-х годов XX века. Примерами реализации этих идей может служить создание в 1975 г. Морского парка Большого Барьерного рифа Австралии, создание охраняемых зон в Карибском бассейне (Конвенция о защите и освоении морской среды Большого Карибского района 1983 г.), убежища для китообразных в Лигурийском море (Италия, Франция и Монако, 1999 г.) и другие.

Период конца XX – начала XXI века ознаменован появлением и развитием идеи вины человечества в изменениях климата, повышении кислотности океанов, снижении биоразнообразия, вымирании видов и т.п., которые выдвинули неправительственные экологические организации, движения и инициативы. Большая их часть базируется в Великобритании – родине так называемой экологической журналистики и множества экологических движений. Вопросы заповедания морских пространств получили большую поддержку со стороны тех журналистов и организаций, которые увидели в этом возможность «спасения океанов» [19, 20].

Первым шагом мирового сообщества к попытке достижения межгосударственных соглашений по формированию охраняемых участков открытых вод следует считать Протокол об охране окружающей среды (1991 г.) к Договору об Антарктике («Мадридский протокол») с его Приложениями (Протокол вступил в силу 14.01.1998 г.). В соответствии с положениями Приложения 5 «...любой район может быть определен как Антарктический Особо охраняемый район или Антарктический Особо управляемый район». Эти определения районов относятся к Антарктическому материку и некоторым островам, расположенным в Антарктике и не имеющим государственной принадлежности, а также к прилегающим водам. Деятельность в этих районах, как указано в Приложении 5, «запрещается, ограничивается или управляется в соответствии с планами управления, принимаемыми в соответствии с положениями настоящего Приложения. Статус Антарктического Особо охраняемого района может получить любой район в целях охраны исключительно важных экологических, научных, исторических, эстетических или первозданных природных ценностей. Доступ в Антарктический Особо охраняемый район разрешается в соответствии с разрешением, выданным национальными органами власти».

Идеология, цели и проблемы заповедания морских акваторий

Идеологию и цели заповедания морских акваторий предложила в 1992 г. Конференция ООН по окружающей среде и развитию, проходившая в Рио-де-Жанейро. Конференция приняла «Конвенцию о биологическом разнообразии» (от 5 июня 1992 г.), которая призвала государства к сохранению генетического разнообразия, том числе в морской среде, включая открытые воды Мирового океана.

На основании решений Конференции государствами и неправительственными экологическими организациями были сформулированы определения термина «Морской охраняемый район». Сре-

ди общепризнанных можно привести определение Международного Союза сохранения природы (МОСП – International Union for Conservation of Nature, IUCN): «Морской охраняемый район – четко определенное географическое пространство, признанное, выделенное и управляемое с помощью правовых и других эффективных средств в целях достижения долгосрочного сохранения природы с учетом экосистемных связей и культурных ценностей». По определению МОСП, такими являются «любые области приливной зоны или сублиторали, вместе с прилегающими водами и связанными с ними флорой, фауной, историческими и культурными особенностями, которые защищены законом или иными эффективными средствами для частичного или полного сохранения среды обитания».

Определение США (2000 г.): «Морской охраняемый район – любой регион морской среды, который защищен федеральными, государственными, племенными, территориальными или местными законами и правилами, чтобы обеспечить надежную защиту в нем части или всех природных и культурных ресурсов».

В контексте национальной сети охраняемых районов Канады МОР является «четко определенным географическим пространством, выделенным, признанным и управляемым юридически или другими эффективными средствами для достижения долгосрочного сохранения природы и ассоциированных с экосистемой культурных ценностей». В Канаде термин МОР широко используется для характеристики целого ряда федеральных, провинциальных и территориальных охраняемых районов с морскими компонентами [7-9, 31-33, 37, 48].

Необходимо подчеркнуть, что все приведенные выше определения МОР предполагают управление и охрану определенных районов моря какими-то субъектами права, что возможно только в рамках суверенных прав или юрисдикции определенного государства.

В соответствии с решениями Конференции в Рио (1992 г.), в начале XXI века заинтересованные государства и неправительственные экологические организации определили наиболее важные цели создания МОР: сохранение биоразнообразия, генетического разнообразия и элементов истории жизни в экосистемах, защита среды обитания и уязвимых видов, улучшение управления рыболовством и восстановление переловленных видов, обеспечение научных знаний путем предоставления контрольных зон для сравнения областей антропогенного воздействия. Наибольшее количество разработок, касающихся создания МОР, принадлежит США [6, 10, 42, 58].

В 2002 г. в Йоханнесбурге прошел «Саммит Земли» – Всемирная конференция ООН по устойчивому развитию как очередной этап Конференции в Рио (1992 г.) На ней было особо отмечено, что создание морских охраняемых природных участков – важное средство устойчивого развития, связанного с морями и океанами. В качестве вехи на этом пути мировое сообщество призвали создать к 2012 г. глобальную сеть морских резерватов – Морскую экологическую сеть, в том числе и в открытом море. Никаких правовых основ для такой деятельности обозначено не было. В 2004 г. Всемирная комиссия по охраняемым территориям (БКОТ) (World Commission on Protected Areas, WCPA) и Всемирный фонд дикой природы (World Wide Fund for Nature, WWF) разработали план «Как создать ваш МОР?» [66].

Следует отметить, что все идеи, призывы и рекомендации Конференции в Рио (1992 г.) и «Саммита Земли» (2002 г.), Генеральной Ассамблеи ООН, Программ и комитетов ООН в отношении создания МОР предназначены государствам, то есть субъектам международного права, которые могли бы реализовать идеи заповедания участков моря в водах под своей юрисдикцией. Эти призывы были услышаны многими прибрежными государствами и по состоянию на октябрь 2010 г., по оценке Всемирной базы данных по охраняемым территориям (WDPA), во всем мире насчитывалось около 6800 МОР, что составляет 1,17 % от площади Мирового океана. При этом, почти все МОР были созданы государствами в своих территориальных водах и лишь несколько процентов – в исключительных экономических зонах. В настоящее время крупнейшим в мире собранием данных по МОР является Всемирная база данных по охраняемым территориям (WDPA), созданная в 1981 г., которая по состоянию на 2010 г. охватывает 236 государств и территорий по всему миру.

В период, последовавший после «Саммита Земли», вопрос о создании МОР и их сети в открытых водах Мирового океана не раз обсуждался на сессиях Генеральной Ассамблеи ООН, на Конференции Сторон Комиссии по биоразнообразию, в Программе ООН по окружающей среде

(ЮНЕП), Комитетом по охране окружающей среды Договора об Антарктике (КООС) [3, 10, 13, 17, 39, 60].

В 2012 г. вопросы создания МОР в открытых водах Мирового океана были поставлены сторонниками этих идей на Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20», которая состоялась в Рио-де-Жанейро 20-22 июня 2012 г. и прошла практически незамеченной. Представленный на Конференции «Рио+20» «Новый план спасения океанов за пределами районов национальной юрисдикции», предусматривавший защиту биоразнообразия в океане, был заблокирован Россией, США, Канадой и Венесуэлой и не был принят [47]. Этот факт продемонстрировал наличие определенных противоречий в мировом сообществе в подходе к вопросу создания МОР и их сети в открытых водах Мирового океана за пределами национальных юрисдикций. Поэтому, несмотря на все усилия и призывы ООН и ее организаций, экстремистской экологической журналистики и неправительственных экологических организаций, МОР в открытых водах Мирового океана в рамках приведенных выше определений пока не созданы. Основная причина – отсутствие правовой базы для создания МОР в открытых водах за пределами национальных юрисдикций.

Морские охраняемые районы и Конвенция ООН по морскому праву

Как известно, в настоящее время преимущественным, а в некоторых случаях единственным международно-правовым документом, регламентирующим права, обязанности, поведение и взаимоотношения государств в Мировом океане в вопросах использования и сохранения ресурсов, является Конвенция ООН по морскому праву, подписанная в 1982 г. и вступившая в силу в 1994 г. В преамбуле Конвенции указано, что государства-участники Конвенции признают желательность установления с ее помощью и с должным учетом суверенитета всех государств «правового режима для морей и океанов, который способствовал бы международным сообщениям и содействовал бы использованию морей и океанов в мирных целях, справедливому и эффективному использованию их ресурсов, сохранению их живых ресурсов, изучению, защите и сохранению морской среды».

Следует особо отметить два важных положения Конвенция ООН по морскому праву. Первое – Конвенция, устанавливая правовой режим для морей и океанов, обращена, прежде всего, к государствам – основным субъектам международного права. Второе – установленный Конвенцией правовой режим направлен, среди прочего, на эффективное использование ресурсов океанов, в том числе использование и сохранение живых ресурсов и морской среды. Таким образом, Конвенция ООН по морскому праву предопределяет государствам-участникам использование и сохранение именно и исключительно ресурсов (как источников обеспечения какого-либо производства), в том числе живых ресурсов океанов.

В отношении открытого моря Конвенция ООН по морскому праву предусматривает сохранение живых ресурсов открытого моря и управление ими путем сотрудничества государств. В Статье 118 Сотрудничество государств в сохранении живых ресурсов и управлении ими Конвенция отмечает: «Государства сотрудничают друг с другом в сохранении живых ресурсов и управлении ими в районах открытого моря. Государства, граждане которых ведут промысел разных живых ресурсов в одном и том же районе или одних и тех же живых ресурсов, вступают в переговоры в целях принятия мер, необходимых для сохранения этих живых ресурсов. В соответствующих случаях они сотрудничают в создании для этой цели субрегиональных или региональных организаций по рыболовству».

Важно подчеркнуть, что в соответствии с Конвенцией целью сотрудничества государств в форме упомянутых субрегиональных или региональных организаций является лишь сохранение этих живых ресурсов и управление ими в районах открытого моря. Целей сотрудничества в открытом море для защиты уязвимых экосистем, сохранения биоразнообразия и т. п. Конвенция не предусматривает.

Для открытого моря Конвенция подтвердила, что юрисдикция государства распространяется только на суда, которые имеют право плавать под его флагом. Конвенция не предусматривает каких-либо суверенных прав или юрисдикции государств или их объединений в отношении каких-

либо районов или участков открытого моря, в том числе и по вопросам, связанным с использованием и сохранением морских живых ресурсов.

В отношении морского дна за пределами национальной юрисдикции, получившего название «Район», Конвенция ООН в Статье 1 установила, что сферой ее деятельности являются только минеральные ресурсы Района. Распоряжается ими Международный Орган по морскому дну («Орган»). Через посредство этой организации, членами которого являются все государства-участники Конвенции, государства организуют и контролируют деятельность в Районе по использованию минеральных ресурсов дна (Статья 156).

В Статье 136 Конвенция ООН объявила Район общим наследием всего человечества. В Статье 145 определена необходимость взаимодействия государств-участников в отношении использования минеральных ресурсов, защиты и сохранения природных ресурсов Района и предотвращения ущерба флоре и фауне морской среды.

В Статье 194 Конвенция ООН установила, что «меры, принимаемые государствами для предотвращения, сокращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды из любого источника, включают меры, необходимые для защиты и сохранения редких или уязвимых экосистем, а также естественной среды видов рыб и других форм морских организмов, запасы которых истощены, подвергаются угрозе или опасности». Таким образом, вопросы защиты редких или уязвимых экосистем Конвенция ООН по морскому праву возложила на государство, которое может принять меры, необходимые для защиты таких экосистем в водах под его юрисдикцией и потребовать, чтобы суда, плавающие под его флагом, на которые, соответственно, распространяется его юрисдикция, принимали такие же меры при использовании минеральных ресурсов дна. При этом Конвенция ООН не предусмотрела создание региональных или глобальных организаций государств для защиты и сохранения редких или уязвимых экосистем в открытом море.

Вопрос охраны биологического разнообразия морской среды упоминается в Соглашении о трансграничных рыбных запасах от 1995 г. (Соглашение об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву, которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими от 04.12.1995 г.) Соглашение имеет целью «обеспечить долгосрочное сохранение и устойчивое использование трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб посредством эффективного осуществления соответствующих положений Конвенции». В этом Соглашении в Части II «Сохранение трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими», в Статье 5 «Общие принципы» указано, что прибрежные государства и государства, ведущие рыбный промысел в открытом море, в порядке реализации своей обязанности сотрудничать в соответствии с Конвенцией, в том числе: «g) охраняют биологическое разнообразие морской среды».

Учитывая отсутствие правового механизма охраны биологического разнообразия морской среды в открытом море, реализовать этот пункт Соглашения смогут только прибрежные государства в своей экономзоне.

Положение с международно-правовой основой заповедания акваторий открытых вод Мирового океана было продемонстрировано в документе «Решения, принятые Седьмым совещанием Конференции сторон Конвенции о биологическом разнообразии» (2004 г.). Этот документ предлагал специальной рабочей группе открытого состава осуществить следующие задачи: «а) изучить варианты налаживания сотрудничества для создания морских охраняемых районов на морских территориях за пределами действия национальной юрисдикции в соответствии с нормами международного права, включая Конвенцию Организации Объединенных Наций по морскому праву, и с учетом научной информации». Но Конвенция ООН по морскому праву не предполагает сотрудничества государств по поводу создания морских охраняемых районов на морских территориях за пределами действия национальной юрисдикции. Иными словами, Конвенция не содержит положений, разрешающих группе государств распространять свою юрисдикцию на районы открытых вод Мирового океана. Этот вопрос довольно детально изучался юристами-специалистами по морскому праву, в том числе на Международном научном семинаре, организованном Институтом устойчивого развития и международных отношений (ИУРМО) в Монако 20-21 марта 2008 г., но положительного ответа не найдено [14, 23, 30, 51-53].

Таким образом, в настоящее время не существует определения и международно-правовых норм создания морского охраняемого района в открытом море за пределами юрисдикции прибрежных государств, его статуса, принципов управления и т.д.

Создание морского охраняемого района в Антарктике – деятельность за пределами международного морского права и здравого смысла

Конвенция ООН по морскому праву, имея одной из целей сохранение живых ресурсов открытого моря, предписывает государствам сотрудничать в создании субрегиональных или региональных организаций по рыболовству лишь в этих целях. Но сторонники создания МОР в открытых водах Мирового океана, в первую очередь, прибрежные государства некоторых регионов, пытаются действовать для создания МОР через существующие региональные организации по регулированию рыболовства, несмотря на иные цели, которые преследуют эти организации.

В частности, Комиссия АНТКОМ на XXVII Сессии в 2008 г. рассмотрела вопрос о морских охраняемых районах, ссылаясь на решения Всемирной конференции по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002 г.) и конференции ЮНЕП – добиться создания репрезентативной сети МОР к 2012 г. В соответствии с решениями этой встречи, особо охраняемые районы на суше и в морских акваториях создаются, в первую очередь, в целях сохранения в них биоразнообразия. При этом фактически устанавливается заповедный режим на выделенном участке, который предусматривает определенные меры по его поддержанию, что возможно только в условиях юрисдикции конкретного государства [37, 48]. По сути, членам АНТКОМ было предложено откликнуться на политизированные и ничем не обоснованные призывы и рекомендации, звучавшие на Всемирной встрече в Йоханнесбурге, по созданию МОР и их сети в открытых водах океанов. Научное, как и международно-правовое обоснование создания МОР в тех или иных районах АНТКОМ не было представлено, в связи с чем японская делегация на XXVII Сессии АНТКОМ отметила, что определение и цели МОР является научным, а не политическим вопросом. Очевидно, все это хорошо понимал Научный Комитет АНТКОМ, который готовил предложения по МОР для XXVII Сессии АНТКОМ в 2008 г. Но по каким-то причинам Научный Комитет не принял к сведению документ «Решения, принятые Седьмым совещанием Конференции сторон Конвенции о биологическом разнообразии» (2004 г.), который предлагает, прежде всего, наладить сотрудничество между государствами для создания морских охраняемых районов за пределами действия национальной юрисдикции в соответствии с нормами международного права и с учетом научной информации. В рамках АНТКОМ несомненно существует сотрудничество государств-членов. Но эти государства не приняли во внимание, что, кроме узко конвенционных норм, существуют еще и главенствующие нормы международного права, которые не позволяют создавать МОР в открытых водах Мирового океана, каковыми являются воды Антарктики. Не принят во внимание и тот факт, что все решения «Саммита по устойчивому развитию» касаются не международных организаций, а, в первую очередь, Сторон, то есть государств-участников как субъектов международного права, которые и должны в водах под своей юрисдикцией создавать морские охраняемые районы и сети таких районов. А Антарктическая Конвенция создана с иными целями.

Целью Конвенции, изложенной в Статье II, является сохранение морских живых ресурсов Антарктики, причем термин «сохранение» включает рациональное использование. Сохранение ресурсов основано на следующих принципах: уровень вылова должен обеспечить устойчивое пополнение с учетом экологических взаимосвязей между вылавливаемыми, зависящими от них и связанными с ними популяциями морских живых ресурсов Антарктики. Кроме того, уровень вылова должен обеспечить восстановление истощенных популяций до уровня, который обеспечивает их устойчивое пополнение, предотвращение потенциально необратимых изменений в морской экосистеме. Исходя из этого, Конвенция АНТКОМ, принятая в 1980 г., то есть до подписания Конвенции ООН по морскому праву (1982 г.), фактически является документом, в котором были впервые прописаны основные вопросы сохранения морских живых ресурсов открытого моря, вошедшие затем в Конвенцию ООН по морскому праву. Но это обстоятельство не дает права государствам-членам выходить за правовые рамки и Конвенции АНТКОМ, и Конвенции ООН по морскому праву в своем стремлении создать МОР в зоне ответственности АНТКОМ.

Следует отметить, что Конвенция АНТКОМ предоставила Антарктической Комиссии достаточно полномочий для изучения и эффективного сохранения любой акватории в пределах зоны АНТКОМ, в том числе путем закрытия промысла в тех или иных районах зоны АНТКОМ. В ходе своей деятельности Антарктическая Комиссия в соответствии со Статьей IX Конвенции АНТКОМ приняла более 20 Мер по сохранению о запретах на промысел и закрытии разных видов промыслов. В результате этого, закрыто для промысла около половины акватории Антарктики. Но, на наш взгляд, Комиссия АНТКОМ неправомочна создавать морские охраняемые районы в пределах ее акватории в тех форматах и с теми задачами, которые соответствуют решениям Конференции в Рио в 1992 г. и Всемирного Саммита по устойчивому развитию в 2002 г., то есть в целях сохранения видового многообразия и т. п. Ее задача более узкая – сохранение морских живых ресурсов Антарктики, а не всего видового многообразия. В связи с этим вызывает удивление и сожаление тот факт, что Комиссия по состоянию на 2013 г. уже имеет опыт и практику создания так называемого «морского охраняемого района» у Южных Оркнейских островов, организовав принятие Меры по сохранению 91-03 (2009) Охрана южного шельфа Южных Оркнейских островов. В пункте 1 данной Меры указано, что «район, установленный в Приложении 91-03/А («установленный район»), определяется как морской охраняемый район в целях содействия сохранению морского биоразнообразия в Подрайоне 48.2 и управляется согласно этой мере».

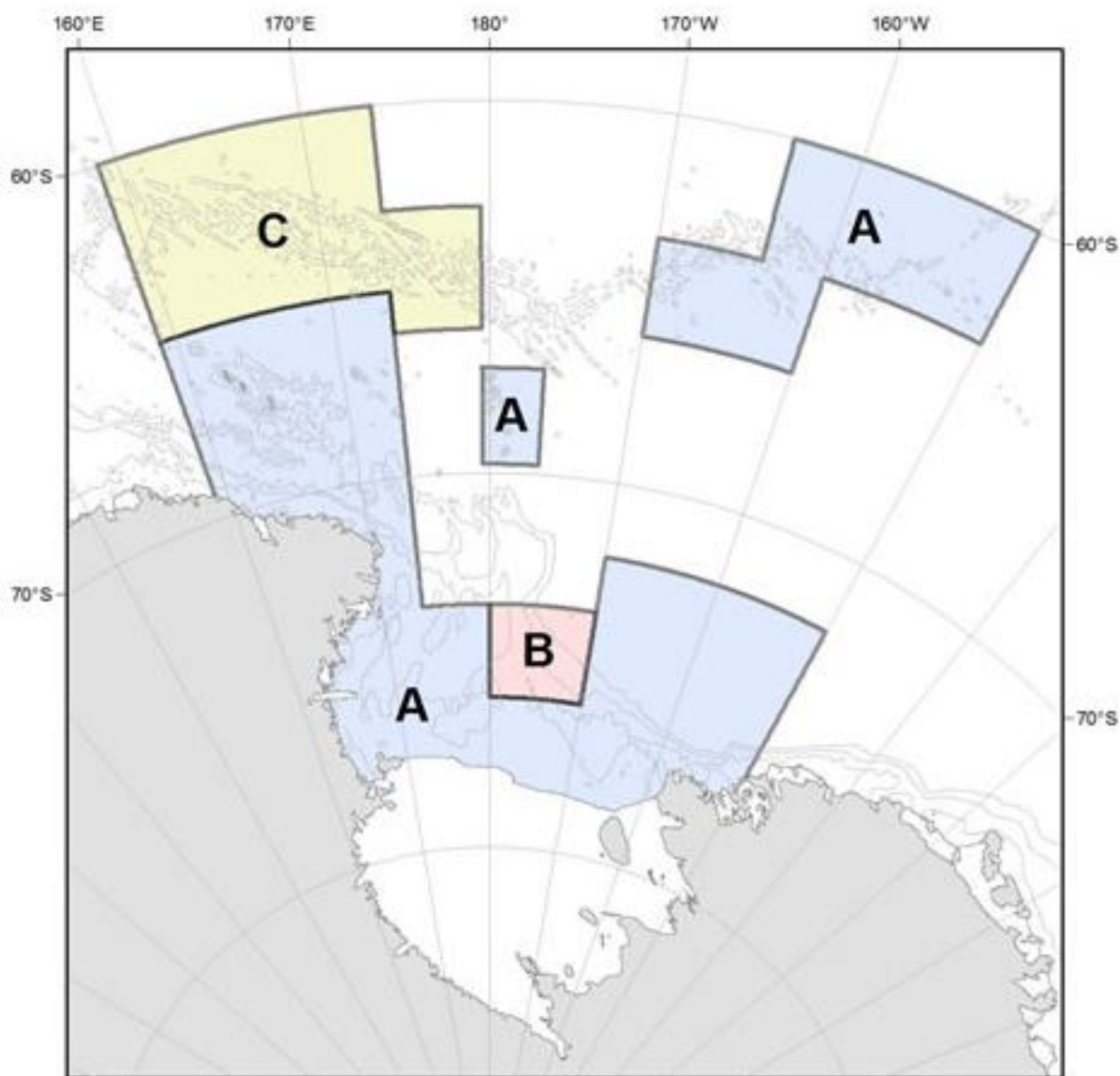
Этот пункт противоречит положениям Конвенции АНТКОМ, которая, являясь организацией по регулированию рыболовства и сохранению морских живых ресурсов Антарктики, не предусматривает сохранения морского биоразнообразия. Вторым пунктом указанной Меры по сохранению является запрет всех типов промысловой деятельности в пределах установленного района, что является обычной практикой Комиссии для какого-либо района или участка, в котором морские живые ресурсы оказались под угрозой. Но никаких сведений об угрозе этим ресурсам в районе Оркнейских островов не было предъявлено. Это нарушает Статью II Конвенции АНТКОМ, которая предполагает рациональное использование морских живых ресурсов.

Методологию охраны и исследований в этом районе предложило конкретное государство – Великобритания, которая взялась за ее реализацию и создание сети морских охраняемых районов в данной акватории. В этом можно усмотреть претензии Великобритании на установление в акватории открытых вод Мирового океана, прилегающей к Оркнейским островам, суверенных прав в целях сохранения биоразнообразия в данной акватории открытых вод. Предоставление таких прав отдельным государствам в отношении открытых вод не предусмотрено Конвенцией ООН по морскому праву. Но Комиссия АНТКОМ не отрицала особых прав Великобритании по надзору за указанной акваторией и поддержанию там биоразнообразия. В этом можно усмотреть нарушение Статьи IV Конвенции АНТКОМ, в которой в п. 2 указано: «Ничто, содержащееся в настоящей Конвенции, и никакие действия или виды деятельности, имеющие место, пока настоящая Конвенция находится в силе: (а) не образуют основы для заявления, поддержания или отрицания какой-либо претензии на территориальный суверенитет в районе действия Договора об Антарктике и не создают никаких прав суверенитета в районе действия Договора об Антарктике».

Неправомочность действий Комиссии в вопросе создания МОР очевидна. Но, несмотря на это, Комиссия в дальнейшем разработала Меру по сохранению 91-04 (2011) «Общая система для создания морских охраняемых районов АНТКОМ». В п. 1 этого документа указано, что «Данная мера по сохранению и любые другие меры АНТКОМ по сохранению, имеющие отношение к МОР АНТКОМ, принимаются и выполняются в соответствии с международным правом, в т. ч. в соответствии с положениями Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву». Но из приведенных выше определений МОР следует, что их организация и соблюдение режима, сохранение биоразнообразия и т.п. возможно только на суверенной акватории, то есть в пределах территориального моря, на которые Конвенция ООН по морскому праву отвела прибрежным государствам 12 морских миль от береговой черты. Учитывая все это, можно констатировать, что участники Конвенции АНТКОМ, приняв Меру по сохранению 91-03 (2009) и Меру по сохранению 91-04 (2011), посредством Комиссии попытались явочным порядком присвоить себе права устанавливать суверенитет в отношении участков открытых вод Мирового океана. Такие права для государств не предусмотрены ни Конвенцией АНТКОМ, ни Конвенцией ООН по морскому праву.

Как указано выше, в соответствующих статьях Конвенции ООН речь идет о сохранении региональными или глобальными организациями только лишь живых ресурсов открытого моря, а не о сохранении биоразнообразия. Это является значительно более широкой задачей, нежели сохранение морских живых ресурсов и в настоящее время возможно только в суверенных водах конкретного государства, но не в открытых водах и не группой государств, в том числе и подписавших Конвенцию АНТКОМ – документ, определяющий ответственность государств-участников только в отношении сохранения морских живых ресурсов Антарктики.

Но, несмотря на все нарушения международно-правовых норм, которые были допущены Комиссией АНТКОМ в предыдущие годы в отношении создания МОР у Оркнейских островов, в 2012 г. на очередной, XXXI сессии АНТКОМ Новая Зеландия, США, Австралия и Франция выступили с предложениями о создании новых МОР в зоне действия Конвенции, в Восточной Антарктике (Австралия и Франция) и в районе моря Росса (Новая Зеландия, США) [44, 46]. В частности, предполагается к закрытию вся акватория моря Росса (439 тыс. кв. км) и вдвое большая – в прилегающем с севера районе (рис. 1).



The Ross Sea Region Marine Protected Area includes:

1. A General Protection Zone (areas marked A)
2. A Special Research Zone (area marked B)
3. A Spawning Protection Zone (area marked C)

Depth contours are at 500m, 1500m, and 2500m.

Рисунок 1. Карта предложений Новой Зеландии по организации МОР в районе моря Росса [44]

Рыбный промысел не допускается, за исключением научно-исследовательского промысла, который должен быть предварительно одобрен Комиссией. При этом северная граница района С находится примерно в 360 милях от экономзоны Новой Зеландии и в 300 милях от экономзоны Австралии. Таким образом, установление МОР в этом секторе приведет к закрытию моря Росса для других государств и переходу его под номинальное управление Новой Зеландии и США как инициаторов создания МОР. Другими словами, установление режима МОР в этом районе превратит море Росса фактически во внутреннее море Новой Зеландии, каковым это государство с давних пор его и считает.

Общая площадь трех планируемых МОР в районе моря Росса по Новозеландской заявке составляет чуть менее 1,6 млн. кв. км, по заявке США – 1,8 млн. кв. км. Приводя различные аргументы и особо настаивая на закрытии международного промысла в море Росса, делегации США и Новой Зеландии не привели никаких научных доказательств негативного влияния промысла антарктического клыкача на состояние его запасов и не пытались на этом основании предложить введение ограничений и запретов в соответствии с механизмом АНТКОМ, который весьма эффективно регулирует промысел. И что наиболее важно и примечательно, делегации этих государств не упоминали об отсутствии международно-правового механизма по созданию так называемого морского охраняемого района в открытых водах за пределами национальных юрисдикций, что неоднократно показано специалистами по международному морскому праву [14, 23, 30, 51-53]. Вместо этого они пытались использовать механизм международной региональной организации, то есть АНТКОМ, для создания МОР. Рассмотренные обстоятельства и условия, в которых государства-инициаторы пытаются создать МОР, география акваторий, заявленных для этого, позволяют предположить, что создание МОР не связано с какой-либо биологической необходимостью и отвечает лишь геополитическим интересам указанных государств. Эти предложения не были приняты, так как по ним не был достигнут консенсус.

При этом следует учесть, что большая часть акватории, на которой государства-инициаторы пытаются создать МОР, и без того уже закрыта по разным причинам для промысла. По решению Комиссии, закрыты для промысла часть моря Амундсена, море Беллинсгаузена, почти все моря Индоокеанского и часть Атлантического сектора Антарктики. В целом АНТКОМ, как указано выше, закрыл для промысла более половины акватории Антарктики.

Одним из оснований для утверждения о наличии собственных, геополитических интересов у государств-инициаторов создания МОР служит общеизвестная карта Антарктики, иллюстрирующая раздел Антарктиды и Антарктики по сферам национальных интересов (рис. 2).

Из нее следует, что Великобритания инициировала создание МОР в своем секторе, который, кстати, является спорным с Аргентиной. Новая Зеландия, Франция и Австралия предложили создать МОР именно в их секторах, с последующим курированием этой акватории. Вполне вероятно, что США поддерживает Новую Зеландию в отношении организации в море Росса МОР по причине того, что на южном побережье моря Росса расположена антарктическая станция США – Мак-Мердо, основанная в 1956 г., с населением до 1200 чел., а также небольшая станция Скотт-Бейс (Новая Зеландия, 1957 г.).

Кроме того, существуют геофизические и геохимические свидетельства о запасах газогидратов в зоне АНТКОМ. В частности, обнаружено семь районов потенциального распространения газовых гидратов: континентальная окраина Южных Шетландских островов, Тихоокеанский край Антарктического полуострова, континентальная окраина моря Росса, Земли Уилкса, залива Прюдс, Рисер-Ларсена и юго-восток континентальной окраины Южных Оркнейских островов. В этих районах и предполагается создание МОР [68].

Таким образом, вследствие того, что принятые АНТКОМ Мера по сохранению 91-03 (2009) и Мера по сохранению 91-04 (2011) прямо противоречат Конвенции ООН по морскому праву, созданные в рамках АНТКОМ и планируемые к созданию морские охраняемые районы и мероприятия по запретам и ограничениям в пределах этих районов не могут быть признаны таковыми для любого государства, в том числе и для государства-участника Конвенции.

Поскольку указанные Меры по сохранению неправомочны с позиций Конвенции ООН по морскому праву, они не нуждаются в отмене, но и не должны выполняться ни государствами-участниками Конвенции, ни другими государствами. Возможно, учитывая неправовые действия Комис-



Рисунок 2. Карта Антарктического региона, иллюстрирующая секторы территориальных притязаний государств-участников Договора об Антарктике (Территориальные претензии в Антарктике – //ru.wikipedia.org)

сии по созданию МОР, государства-члены должны были бы принять решение о том, что принятые Меры о создании МОР в зоне АНТКОМ должны быть заморожены.

В пользу предположения о наличии геополитических интересов некоторых государств в отношении создания так называемого морского охраняемого района в море Росса говорит тот шум, который поднят в СМИ и интернет-изданиях экологическими журналистами и негосударственными экологическими организациями, в том числе Коалицией по Антарктике и Южному океану (ASOC), по поводу необходимости немедленного создания МОР в Антарктике, причем усилия сконцентрированы на необходимости создания МОР именно в море Росса. Не затрудняясь научными аргументами, вместо которых приводятся списки животных и птиц, населяющих море Рос-

са, эти организации призывают к чувствам и эмоциям научной интернет-общественности, широких масс населения [50].

Прежде всего АНТКОМу предлагают признать, что его усилия по сохранению моря Росса оказались неэффективны и нужны дополнительные усилия, не вдаваясь при этом в вопрос отсутствия научных доказательств этих утверждений и отсутствие международно-правовых норм и механизмов по обеспечению этих усилий. В качестве угроз для моря Росса приводятся ничем не обоснованные и противоречивые утверждения, обычные экологические штампы – чрезмерное воздействие промысла, повышение температуры морской воды, увеличение кислотности океана из-за глобального потепления, загрязнение окружающей среды, снижение уровня кислорода. При этом отсутствуют ссылки на какие-либо научные материалы, результаты исследований и т.п. Прогнозируется исчезновение в регионе некоторых видов в течение ближайших 20 лет. Все это предполагается немедленно улучшить и поправить благодаря организации МОР в море Росса и прилегающей акватории и, в первую очередь, путем закрытия рыбного промысла.

С другой стороны, ряд экологических журналистов и подобных организаций пытаются представить море Росса как наименее пострадавшую большую океаническую экосистему, оставшуюся на Земле (кроме моря Уэдделла и, возможно, Гудзонова залива на севере Канады), как экологическую жемчужину планеты, которая избежала прямого антропогенного изменения и очень нуждается в сохранении, закрытии от антропогенного воздействия. Соответственно, большинство интернет-мнений сводится к необходимости, в первую очередь, немедленного прекращения рыбного промысла в море Росса [45, 63].

Коалиция Антарктики и Южного океана (ASOC), которая представляет собой группу организаций, базирующихся в США и работающих, чтобы обеспечить сохранение Антарктики и Южного океана, в 2010 г. организовала сбор подписей пятисот ученых мира под петицией в защиту моря Росса на следующем основании: «Независимый анализ воздействия человека на мировые океаны, опубликованный в журнале «Science» в 2008 г., классифицировал море Росса как наименее пострадавшую большую океаническую экосистему среди оставшихся на Земле [49]. Текст петиции: «Мы, нижеподписавшиеся ученые, считаем, что очень важно, чтобы все море Росса, в том числе шельф и склон, оказалось под защитой, обозначив это море как полностью защищенный морской заповедник. Добавив лишь запрет на рыболовство к уже исключенной добыче полезных ископаемых, а также обеспечив, чтобы другие значительные воздействия человека были удалены или сведены к минимуму, мы можем сохранить и внутренние ценности экологической целостности моря Росса. Его уникальная экология, находящаяся в относительно нетронутом состоянии, и долгая история текущих научных исследований может сделать море Росса «живой лабораторией», необходимой для изучения морских экосистем, а также последствий изменения климата, независимых от осложняющих факторов. Создание в море Росса морских охраняемых районов Комиссией по сохранению Морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) обеспечит важнейшим компонентом всеобъемлющую и репрезентативную сеть морских заповедников в Южном океане. Это станет ярким примером для остальной части открытого моря». Эту красивую, наукообразную, но ничем не обоснованную петицию, страдающую правовой неграмотностью, подписали, среди прочих, и трое украинских ученых, очевидно, не поинтересовавшись ни причинами, ни сутью вопроса.

В настоящее время в условиях регулирования АНТКОМ и без организации МОР ничто не мешает считать море Росса «живой лабораторией, необходимой для изучения морских экосистем, а также последствий изменения климата, независимых от осложняющих факторов». Однако утверждение о том, что море Росса осталось почти единственным участком океана на планете, не затронутым человеческой деятельностью, довольно далеко от действительности. На самом деле этот регион, и в частности континентальный шельф моря Росса, – один из наиболее освоенных и интенсивно изучаемых районов Антарктики. Только в ASFA за период с 1970 по 2012 г. появилось около 1600 публикаций по морю Росса (1020 – по морю Уэдделла).

В 1950-1980-х годах в море Росса Новая Зеландия вела интенсивную добычу тюленей Уэдделла для прокорма ездовых собак на антарктической станции, что в тот период негативно сказалось на численности этих тюленей. В начале 1920-х годов здесь был полностью истреблен синий кит, который больше не появляется в море Росса. В 1970-1980-х годах японские китобои

значительно снизили численность и других китов в этом районе – антарктических малых полосатиков. В настоящее время Япония ведет так называемый научный промысел этих китов в Антарктике, в том числе в море Росса, с добычей на уровне 170-800 особей в год и не собирается его прекращать [11, 12, 28, 29, 41, 54, 55, 61, 67].

Промысел антарктического клыкача в районе моря Росса, начатый в 1996-1997 гг., до настоящего времени ведется на небольших участках и под весьма жестким контролем АНТКОМ. Крайне низкий уровень вылова антарктического клыкача в море Росса (от 2,6 до 3,5 тыс. т в год, 2010 г. – 2,9 тыс. т), который устанавливается на принципах предосторожного подхода, никак не может негативно отразиться на его весьма высоком запасе как в этих водах, так и во всей акватории Антарктики. Результаты всех исследований показывают, что численность группировки клыкача моря Росса находится в хорошем состоянии и никаких признаков перелова не зафиксировано [4, 18, 25, 26, 59].

Кроме китового и рыбного промысла, на экосистему моря Росса воздействуют антарктические станции и суда снабжения, которые находятся на побережье. Две антарктические станции – Мак-Мердо (США) и Скотт-Бейс (Новая Зеландия) – до 2003 г. сбрасывали строительный и бытовой мусор, отходы этих станций на зимний лед моря Росса, который летом выносился к северу и таял, затапливая отходы. Современные подводные съемки показали, что дно в районе станций усыпано этими отходами. До настоящего времени неизвестно, куда девались отходы атомной станции, работавшей на Мак-Мердо в 1960-1972 гг. Ведь, как известно, работу любой АЭС сопровождают газообразные (в том числе радиоактивные) выбросы в атмосферу, выбросы большого количества тепла и неизбежное выделение какого-то количества жидких радиоактивных отходов. У нас нет сведений, куда девались эти отходы, но, как известно, в 1960-е годы многие государства считали совершенно естественным затапливать такие отходы в море. Кроме того, на атомной станции Мак-Мердо были утечки, обнаруженные во время регулярной профилактики. Реактор был остановлен, и его части вместе с окрестным грунтом в течение семи лет вывозились в ядерный могильник в США [15, 38, 40]. На западном побережье моря Росса находятся станции Италии и Южной Кореи. В море ежегодно работает южнокорейский ледокол «Араон» и другие, на станции заходят транспортные и военные суда, море посещают туристические яхты и другие суда. Конечно, море Росса – не Бискайский залив с его двенадцатью портами, но все же это довольно оживленный регион Антарктики, и он вряд ли может считаться «наименее пострадавшей большой океанической экосистемой среди оставшихся на Земле». Вызывает сожаление, что Коалиция Антарктики и Южного океана (ASOC) не сочла возможным довести все эти и многие другие сведения до научной общественности во время сбора подписей в защиту моря Росса.

OSPAR и другие – создание МОР и спасение океанов

Несмотря на отсутствие международно-правовых возможностей, попытки объявления участков открытых вод морскими охраняемыми районами продолжают и в других районах Мирового океана. В 2010 г. на совещании Комиссии по защите морской среды Северного моря и Северо-Восточной Атлантики (OSPAR) европейские государства, являющиеся членами OSPAR, согласились создать шесть защищенных морских зон в Северо-Восточной Атлантике. Ожидается, что инициатива позволит улучшить охрану окружающей среды региона. Общая площадь шести защищенных территорий составит 285 тыс. кв. км. Эти зоны покроют северную часть Срединно-Атлантического хребта, в том числе разлом Чарли-Гиббса, а также ряд уязвимых глубоководных ареалов и видов. Четыре из шести зон были определены в сотрудничестве с Португалией, то есть, очевидно, в ее экономзоне. Эти защищенные территории условно именуется морским охраняемым районом, но для реального снижения антропогенного воздействия НЕАФК по просьбе OSPAR закрыл указанные зоны для промысла.

В 2010 г. на десятом совещании руководящего органа Конвенции о биологическом разнообразии – Конференции сторон, которое прошло в Нагое (Япония), международное сообщество договорилось к 2020 г. защитить 10 процентов океанов. Эти идеи горячо поддерживаются всемирными и региональными неправительственными экологическими организациями. Особые надежды сторонники создания МОР в открытых водах Мирового океана, возлагают на независимую Глобальную Комиссию по проблемам Мирового океана, которая, по их мнению, разработает пред-

ложения по изменению и дополнению современного морского права, которые позволят на законных основаниях отторгать участки открытого моря для их заповедания [62]. Комиссия создана 12 февраля 2013 г. в Оксфорде (Великобритания). Ее создала группа бывших международных лидеров, возглавляют Комиссию бывший президент Коста-Рики Хосе Мария Фигерас, бывший министр финансов ЮАР Тревор Мануэл и бывший министр иностранных дел Великобритании Дэвид Милибэнд. В состав Комиссии входят бывшие главы государств, министры иностранных дел и министры финансов из разных стран мира, наряду с бизнес-руководителями и специалистами в области развития. Комиссия финансируется американским Благотворительным фондом «Пью», голландским «Adessium фонд», Благотворительным фондом США «Группа 5 океанов» и базируется в Оксфорде, что вполне согласуется с известным статусом Великобритании как центра всех мировых инициатив по антропогенным угрозам климату, океанам и существованию человечества [64, 65].

Комиссия создана с беспрецедентной целью «вернуть вспять деградацию океана, с последующим восстановлением его полного здоровья и производительности» и намерена работать под девизом, провозглашенным Хосе Мария Фигерасом: «Миру срочно необходимо найти лучшие способы управления океанами». Предварительно заявлено, что «...большая часть Мирового океана находится под тяжелым и все большим давлением из-за перелома, повреждения среды обитания, изменения климата и подкисления океана», и в 2013-2014 гг. Комиссия будет анализировать ключевые угрозы открытого моря [62].

Следует подчеркнуть, что заявлена и основная цель Комиссии – повлиять на усилия ООН по сохранению в открытом море. Комиссия декларирует, что открытое море – это будущее человечества и отмечает, что «...современные достижения в области технологий и промышленности опередили положения Конвенции ООН по морскому праву 30-летней давности, в которой недостает регулирования новых форм использования океана, таких как биоразведка, и эффективных мер по борьбе с незаконным промыслом, угрожающим продовольственной безопасности, правам человека, национальной безопасности...» и пр. [62]. Объявлено, что усилия Комиссии будут сосредоточены на проблемах открытого моря – вод, на которые в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву не распространяется юрисдикция отдельных государств и которые составляют 45 % земной поверхности. Комиссия намерена опубликовать свои окончательные рекомендации в начале 2014 г. Предполагается, что рекомендации Комиссии будут использованы в ряде международных процессов, включая дискуссию в Генеральной Ассамблее ООН о сохранении биологического разнообразия в водах за пределами национальных юрисдикций, назначенную на сентябрь 2014 г.

Но уже в настоящее время члены Комиссии, предваряя результаты ее деятельности, утверждают, что Конвенция ООН по морскому праву не смогла воспрепятствовать истощению рыбных запасов и утраты биологического разнообразия [62]. В своих многочисленных заявлениях члены Комиссии по большей части совершенно некорректно применяют понятия, используя термин «Мировой Океан» вместо термина «Открытые воды Мирового океана», а также все выводы и умозаключения адресуют Мировому океану, в то время как создание Комиссии, как заявлено, ориентировано на решение проблем недостаточного регулирования только в открытых водах Мирового океана. Комиссия в своих первых документах продемонстрировала полное игнорирование каких бы то ни было научных аргументов, неприятие любых данных, противоречащих ее идеям. В этой связи большая часть заявлений и деклараций членов Комиссии не выдерживает никакой критики. К таковым относится заявление Комиссии о том, что «большая часть Мирового океана находится под тяжелым и все большим давлением из-за перелома...». Достаточно обратиться к материалам ФАО [21], которые показывают, что объем мирового вылова в открытых водах Мирового океана в 2011 г. находится на уровне 4,5-5 млн. т, или около 6 % мирового морского вылова (2011 г. – 78,9 млн. т). Основу мирового вылова в открытых водах составляют объекты индустриального экспедиционного промысла – тунцы, минтай, перуанская ставрида, атлантическая сельдь, атлантическая скумбрия, треска, окунь-клевач, северная креветка, антарктический криль. Запасы этих объектов находятся в сфере ответственности региональных организаций по регулированию рыболовства. По данным ФАО, часть запасов (тунцы) эксплуатируются на предельно допустимом уровне, запасы трески, сельди, скумбрии, окуня, креветки ис-

пользуются в обычном режиме регулирования, запасы антарктического криля в Антарктической части Атлантики используются только на 25 % от возможного вылова, установленного АНТКОМ, а его запасы в Индоокеанском и Тихоокеанском секторах Антарктики вообще не используются. Не используются промысловые запасы кальмара в открытых водах Индийского океана, путассу в Юго-Западной Атлантике, гигантские запасы миктофоровых рыб во всех океанах. Таким образом, в открытых водах Мирового океана никакого катастрофического положения с запасами и перелова не наблюдается.

На наш взгляд, все заявления о негативном воздействии промысла, перелове и пр. можно было бы отнести к промыслу на шельфе в пределах 200-мильных экономзон, а, по большей части, к промыслу в территориальных водах прибрежных государств – КНР, Индии, Таиланда, Индонезии, Кампучии, Бразилии, Филиппин и др. Мелкомасштабный рыбный промысел в прибрежной зоне этих и других развивающихся государств, который, по данным ФАО, достиг в 2011 г. 65 млн. т (82 % мирового вылова), практически не регулируется, но он критически важен для обеспечения жизни беднейших слоев прибрежного населения. Однако запасы многих районов шельфа Африки, Северной и Южной Америки, Океании существенно недоиспользуются, на что неоднократно обращали внимание ученые рыбохозяйственных НИИ Украины и России. Таким образом, некомпетентность Комиссии в вопросах промысла в Мировом океане очевидна.

Заявления Комиссии о повреждении среды обитания в открытых водах Мирового океана не подтверждены никакими аргументами, очевидно, по причине их отсутствия. Подкисление океанов, вызываемое повышением концентрации CO₂ в океане, не подвластно человечеству. Роль антропогенного CO₂ в этом процессе определенно не установлена, исходя из того, что по изотопному составу довольно сложно достоверно различить CO₂, выработанный при сжигании топлива, и вулканогенный CO₂. Современные исследования показали, что вулканогенные источники поступления CO₂ в океан во много раз выше, чем считалось ранее. Существуют обоснованные мнения о природных, а не антропогенных причинах глобального потепления, что во многом определило выход США из Киотского протокола [5, 16, 22, 36].

Заявления Комиссии об утрате биоразнообразия в океане следовало бы признать в высшей степени некомпетентным, так как человечество только начинает изучать биоразнообразие океанов. А. В. Адрианов (2004) [1], рассматривая результаты исследований глубоководного бентоса, выполненные в конце XX-начале XXI века на глубинах 1500-3000 м, отметил, что видовое обилие в океане во много раз выше, чем на суше, и сосредоточено в основном в мейобентосе (менее 1 мм). По результатам этих исследований, предполагается «разнообразие мейофауны на уровне 20-30 млн. видов, причем около 10 млн. видов придется на долю свободноживущих морских нематод» [24, 34, 35, 56, 57]. При этом биоразнообразие увеличивается от литорали к абиссали, достигая известного в настоящее время максимума на глубинах 2000-3000 м, и затем снижается к ультраабиссали [1]. Таким образом, даже немногочисленные исследования бентоса в абиссали Мирового океана в значительной степени меняют общепринятые представления о том, что наибольшее видовое разнообразие существует в дождевых тропических лесах и в экосистемах коралловых рифов, выдвигая на первый план чрезвычайно высокое разнообразие мейофауны абиссали. Даже тот факт, что большинство видов коралловых рифов не описано и останется таковым в обозримом будущем, не влияет на эту оценку. Но заповедание абиссали и ультраабиссали, на долю которых приходится 75 % дна океанов, представляется весьма сложной задачей и вряд ли необходимо, учитывая крайне низкую доступность этих глубин для человека и высокую защищенность практически от любого внешнего воздействия в условиях, существующих в течение, по крайней мере, фанерозоя, то есть периода «явной жизни» на планете. Очевидно, это и обусловило развитие и сохранение в абиссали чрезвычайно высокого видового разнообразия.

В 2011 г. мировому сообществу представлена Концепция ЮНЕСКО «Десять мер по спасению Мирового океана – инициатива учреждений ЮНЕСКО ООН» как Совместный пресс-релиз ЮНЕСКО, МОК, ИМО (Международная морская организация, специализированное учреждение ООН, отвечающее за безопасность судоходства и предотвращения загрязнения морской среды с судов), ПРООН (Программа развития ООН) и ФАО. Концепция подчеркивает, что 60 % основных морских экосистем мира деградировали или находятся в стадии деградации, либо используются нерационально, что приводит к огромным экономическим и социальным потерям. Никаких сведений, подтверждающих это утверждение, не приводится. Одной из мер Концепции ЮНЕСКО стало предложение, характеризующее современную правовую необоснованность идеи «спа-

сения океанов»: «Заполнить пробелы в управлении в открытом море, укрепить Конвенцию ООН по морскому праву» [2, 27].

Так могут ли быть созданы МОР в открытых водах Мирового океана?

В соответствии с определениями и целями МОР предполагается организация управления и охраны определенных районов моря некими субъектами права, что возможно только в рамках суверенных прав или юрисдикции государства. Рассмотренные выше извлечения из Конвенции ООН по морскому праву однозначно показывают, что для создания МОР в открытых водах Мирового океана за пределами национальных юрисдикций не существует правовых основ. Конвенция ООН не представила государству или группе государств право распространять свою юрисдикцию на участки открытых вод вне зависимости от преследуемых целей.

Не имеют под собой правовой основы и попытки АНТКОМ и Комиссии по защите морской среды Северного моря и Северо-Восточной Атлантики (OSPAR) использовать механизмы этих международных организаций для выделения участков открытого моря и наименования их морскими охраняемыми районами.

К тому же и сами цели и ожидаемые последствия создания МОР в открытых водах Мирового океана далеко не так очевидны, как это пытаются представить сторонники МОР. Вопрос распределения на планете регионов с наиболее высоким биоразнообразием, сомнительные способности заповеданных участков моря, как, впрочем, и суши сохранить биоразнообразие в условиях постоянно происходящего фоновое или массового вымирания, как и никем не доказанные возможности человечества остановить климатические изменения на планете, увеличение кислотности океанов и пр., в том числе путем создания МОР – отдельная тема для рассмотрения.

В настоящее время МОР в открытых водах Мирового океана не могут быть созданы в существующих международно-правовых рамках. Вместо них мы предлагаем создание Особо изучаемых районов – сети участков Мирового океана, которые могли бы быть многолетними и вековыми полигонами для исследований при условии их полной открытости для всех видов человеческой деятельности. Исходя из того, что человечество является одной из наиболее значимых частей экосистемы планеты и исключить его воздействие принципиально невозможно, системное изучение среды и биоты на таких полигонах, их изменений и долгопериодной динамики, выделение при этом доли антропогенного фактора, если таковую удастся выделить, позволит выявить возможности человечества по вмешательству в эти процессы, более надежно прогнозировать развитие экосистемы планеты.

Учитывая, что создание МОР в открытых водах Мирового океана могло бы привести к ущемлению прав государств в отношении свобод открытого моря, установленных Конвенцией ООН по морскому праву, уменьшению его акватории, доступной для человеческой деятельности, а предполагаемая польза МОР для сохранения экосистем не так очевидна, как это пытаются представить неправительственные экологические организации, вопрос о необходимости создания МОР в открытом море должен стать предметом серьезных исследований, а не основываться на геополитических интересах государств и экстремистских призывах экологической журналистики.

Литература

1. Адрианов А.В. Современные проблемы изучения морского биологического разнообразия // Биология моря. – 2004. – Т. 30, № 1. – С. 3-19.
2. Десять мер по спасению Мирового океана – инициатива учреждений ООН. – //http://www.unesco.org. – Проверено 24 апреля 2013 г.
3. Мировой океан и морское право. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 59/24 // A/RES/59/24; UNEP/CBD/WG-PA/1/2, 20 APRIL 2005. – Проверено 19 апреля 2013 г.
4. Петров А.Ф. Антарктический клыккач – *Dissostichus mawsoni* Norman, 1937 // Распространение, биология, промысел : автореф. дисс. канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2011. – 24 с.
5. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. – М.: МГУ, 2002. – 506 с.
6. A Guide for Planners and Managers. – //http://www.wdpa.org. – Проверено 24 апреля 2013 г.
7. Agardy, M.T. The Science of Conservation in the Coastal Zone: new insights on how to design, implement, and monitor marine protected areas. IUCN Marine Conservation and Development Report. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge. – 1995.
8. Agardy, T. Information needs for marine protected areas: scientific and societal. – Bulletin of Marine Science. – 2000. – 66 (3). – Pp. 875-888.
9. Agardy, T.S. Marine Protected Areas and Ocean Conservation. Academic Press, San Diego, CA y R. E. Landes Co. – Austin, Texas. – 1997.

10. *Ahihi-Kina'u* Natural Area Reserve. Final Draft Management Plan 2011. – //http://hawaii.gov. – Проверено 20 апреля 2013 г.
11. *Ainley, David G.* A history of the exploitation of the Ross Sea // *Polar Record* [Polar Rec.]. Jul 2010. – 2010. – Vol. 46, № 3. – Pp. 233-243.
12. *Ainley, D.G.* The Ross Sea, Antarctica, where all ecosystem processes still remain for study, but maybe not for long // *Marine Ornithology* [Mar. Ornithol.]. – 2002. – Vol. 30, № 2. – Pp. 55-62.
13. *Alder, J., Zeller, D., Pitcher, T.J. y Sumaila, U.R.* A method for evaluating marine protected area management. – *Coastal Management*. – 2002. – 30(2). – Pp. 121-131.
14. *Beurier, J.-P., Proutiere-Maulion, G.* Should the international regime on accessing and sharing of high seas resources be redefined? // *Rochette, J. (Ed.) / Towards a New Governance of High Seas Biodiversity: International scientific seminar organized by the Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI), March, 20-21, 2008, Principality of Monaco.* – 2009.
15. *Big stink brews in Antarctica.* – //http://www.theage.com.au. – Проверено 24 апреля 2013 г.
16. *Casey Timothy 2009* Volcanic Carbon Dioxide. – //http://carbon-budget.geologist-1011.net/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
17. *Day, J.C.* Marine Park Management and Monitoring: Lessons for adaptive management from the Great Barrier Reef // *En S. Bondrup-Nielsen, N.W.P. Munro, G. Nelson, J.H. Martin Willison, T.B. Herman y P. Eagles (eds.) / Managing Protected Areas in a Changing World. – SAMPVA IV, Wolfville, Canada. – 2002.*
18. *Dunn I, S.M.* Hanchet. Assessment modelos for Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross sea for the years 1997/98 to 2008/09. – Australia, Hobart. – 2009. – WG-FSA-09/40.
19. *Emergency Oceans Rescue Plan.* – //http://www.greenpeace.org. – Проверено 24 апреля 2013 г.
20. *Environment Journalism in UK.* – //http://journalism.hkbu.edu.hk. – Проверено 25 апреля 2013 г.
21. *FishStatPlus.* – //www.fao.org. – Проверено 21 апреля 2013 г.
22. *Gerlach, T.M.* Present-day CO2 emissions from volcanoes: Eos, Transactions, American Geophysical Union, June 4, 1991. – 1992. – Vol. 72, № 23. – Pp. 249 and 254-255.
23. *Gjerde, K.M.* Framing the debate on marine biodiversity conservation beyond national jurisdiction: processes underway and main deadlines // *Rochette, J. (Ed.) / Towards a New Governance of High Seas Biodiversity: International scientific seminar organized by the Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI), March, 20-21, 2008, Principality of Monaco.* – 2009.
24. *Grassle, Frederick J.* On the Abundance and diversity of oceanic life: The 2010 census of marine life, Ocean Yearbook 24 // *Martinus Nijhoff, Leiden (Netherlands).* – 2010. – № 24. – Pp. 1-8.
25. *Hanchet S.M.* Updated species profile for Antarctic (*Dissostichus mawsoni*). – Australia, Hobart. – 2010. – WG-FSA-10/24. – 34 p.
26. *Hanchet S.M., G.J. Rickard, J.M. Fenaughty, A. Dunn and M.J.H. Williams.* A hypothetical life cycle for Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross Sea region // *CCAMLR Science.* – 2008. – Vol. 15. – Pp. 35-53.
27. *Healthy Ocean, Healthy People.* – //http://unesdoc.unesco.org/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
28. *Japanese Whalers in the Ross Sea 2012* Sea Shepherd Australia Thwarts Japanese Whalers. – //http://ens-newswire.com/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
29. *Japanese Whalers Playing Dangerous Games in the Ross Sea.* – //http://www.seashepherd.org/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
30. *Juniper, S.K.* Is the lack of scientific data on deep-sea ecosystems a limiting factor for decision-making // *Rochette, J. (Ed.) / Towards a New Governance of High Seas Biodiversity: International scientific seminar organized by the Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI), March, 20-21, 2008. – Principality of Monaco. – 2009.*
31. *Kelleher, G.* Guidelines for Marine Protected Areas. – UICN, Gland, Suiza y Cambridge. – 1999.
32. *Kelleher, G. y Kenchington, R.* Guidelines for Establishing Marine Protected Areas // *A Marine Conservation and Development Report. – UICN, Gland, Suiza. – 1992.*
33. *Kelleher, G., Bleakley, C. y Wells, S. (eds.)* A Global Representative System of Marine Protected Areas. The Great Barrier Reef Marine Park Authority // *Banco Mundial, UICN, Washington, DC. – 1995.*
34. *Lambshead, P.J.D., Scalk P.H.* Invertebrates marine overview // *Encyclopedia of biodiversity. – New York Academic Press, 2001. – Vol. 3. – Pp. 543-559.*
35. *Lambshead, P.J.D; Boucher, G.* Marine nematode deep-sea biodiversity – hyperdiverse or hype // *Journal of Biogeography* [J. Biogeogr.]. – 2003. – Vol. 30, № 4. – Pp. 475-485.
36. *Lindzen R.S.* Can increasing carbon dioxide cause climate change? // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94. – 1997.
37. *Llm, R.V., Clark, J.R., Siirila, E.* Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Managers (3a Edicion). – UICN, Washington, DC. – 2000.
38. *Managing human waste in the Antarctic.* – //http://www.antarctica.gov.au/. – Проверено 22 апреля 2013 г.
39. *Mangubhai, S. y Wells, S.* Assessing Management Effectiveness of Marine Protected Areas: A workbook for the Western Indian Ocean. – UICN, Programa Regional de Africa Oriental. – 2004.
40. *Morehead, Sally; Montagna, Paul; Kennicutt, Mahlon C.* Comparing fixed-point and probabilistic sampling designs for monitoring the marine ecosystem near McMurdo Station, Ross Sea, Antarctica // *Antarctic Science* [Antarct. Sci.]. – 2008. – Vol. 20, № 5. – Pp. 471-484.

41. *Naganobu, Mikio; Murase, Hiroto; Nishiwaki, Shigetoshi; Yasuma, Hiroki; Matsukura, Ryuichi; Taka, Yoshimi; Taki, Kenji; Hayashi, Tomonari; Watanabe, Yuko; Yabuki, Takashi; Yoda, Yasuo; Noiri, Yoshifumi; Kuga, Mariko; Yoshikawa, Kohei; Kokubun, Nobuo; Iwami, Tetsuo; Itoh, Kiyoshi; Goto, Mutsuo; Isoda, Tatsuya; Matsuoka, Koji; Tamura, Tsutomu; Fujise, Yoshihiro.* Structure of the marine ecosystem of the Ross Sea, Antarctica – Overview and synthesis of the results of a Japanese multidisciplinary study by Kaiyo-Maru and JARPA // Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography [Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.]. – 2010. – Vol. 74, № 1. – Pp. 1-12.
42. *National marine protected areas Center.* – //http://www.mpa.gov/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
43. *National Research Council.* Marine protected areas, Tools for sustaining ocean ecosystems // National Academy Press. – 2001. – P. 288.
44. *New Zealand's proposal.* – //http://www.mfat.govt.nz/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
45. *No Marine Protected Areas for Ross Sea – experts respond.* – //http://www.sciencemediacentre.co.nz. – Проверено 25 апреля 2013 г.
46. *Proposed Marine Protected Area in Antarctica's Ross Sea.* – //http://www.state.gov. – Проверено 25 апреля 2013 г.
47. *Rio+20 Earth Summit: campaigners decry final document.* – //http://www.guardian.co.uk. – Проверено 22 апреля 2013 г.
48. *Roberts, C. y Hawkings J.* A Manual for Fully-Protected Areas // Fondo Mundial para la Naturaleza, Gland, Suiza. – 2000.
49. *Ross Sea Scientists Statement October 2011.* – //http://www.asoc.org/storage/documents/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
50. *Saving the Ross Sea.* – //http://www.asoc.org/. – Проверено 24 апреля 2013 г.
51. *Scovazzi Tullio.* The entry into force of the 2001 UNESCO Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage // Journal: Aegean Review of The Law of The Sea and Maritime Law. – 2010. – Vol. 1, № 1. – Pp. 19-36.
52. *Scovazzi, T.* International navigation and sensitive ecosystems found in areas beyond national jurisdiction // Rochette, J. (Ed.) // Towards a New Governance of High Seas Biodiversity : International scientific seminar organized by the Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI), March, 20-21, 2008, Principality of Monaco. – 2009.
53. *Scovazzi, T.* Marine Protected Areas on the High Seas: Some Legal and Policy Considerations // Paper Presented at the World Parks Congress, Governance Session : Protecting Marine Biodiversity beyond National Jurisdiction. – //http://www.iucn.org/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
54. *Sea Shepherd Chases the Japanese Whalers into Yesterday.* – //http://www.democraticunderground.com/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
55. *Smith, Walker O; Ainley, David G; Cattaneo-Vietti, Riccardo.* Trophic interactions within the Ross Sea continental shelf ecosystem // Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences [Philos. Trans. R. Soc. Lond., Ser. B: Biol. Sci.]. – 2007. – Vol. 362, № 1477. – Pp. 95-111.
56. *Smith, W.K.; Solow, A.R.; Maciolek, N.J.* Species number with confidence // Deep Sea Research (Part II, Topical Studies in Oceanography) [Deep Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.)]. – 2009. – Vol. 56, № 19-20. – Pp. 1812-1815.
57. *Snelgrove P.V.R.* Marine sediments // Encyclopedia of biodiversity. – New York Academic Press, 2001. – Vol. 4. – Pp. 71-84.
58. *Status and potential of locally-managed tatus and potential of locally-managed.* – //http://www.spc.int/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
59. *Stevenson M.L, Hanchet S.M., Mormede S., Dunn A.* A characterisation of the toothfish fishery in Subareas 88.1 and 88.2 from 1997-98 to 2010-11. – 2011. – WG-FSA-11/45. – 31 p.
60. *Sumaila, U.R.* Marine protected area performance in a model of the fishery // Natural Resource Modeling. – 2002. – 15(4). – Pp. 439-451.
61. *Tamura, T; Konishi, K.* Feeding Habits and Prey Consumption of Antarctic Minke Whale (*Balaenoptera bonaerensis*) in the Southern Ocean // Journal of Northwest Atlantic fishery science [J. Northwest Atl. Fish. Sci.]. – 2010. – Vol. 42. – 13p.
62. *The Global Ocean Commission.* – //http://www.globaloceancommission.org/. – Проверено 22 апреля 2013 г.
63. *The Last Ocean calls for protection of the entire Ross Sea, the most pristine marine ecosystem on Earth.* – //http://www.lastocean.org/. – Проверено 20 апреля 2013 г.
64. *U.S. Pew Charitable Trusts.* – //http://www.pewtrusts.org/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
65. *U.S. philanthropic group Oceans 5.* – //http://www.oceans5.org/. – Проверено 25 апреля 2013 г.
66. *WCPA – Marine is the world's premier network of Marine Protected Area (MPA) expertise.* – //http://www.iucn.org/. – Проверено 19 апреля 2013 г.
67. *Whalers Doing Crazy Joes Across the Ross Sea In Defence of a Savage Industry.* – //http://www.seashepherd.fr. – Проверено 25 апреля 2013 г.
68. *Wu, Lushan; Deng, Xiguang; Liang, Jinqiang; Fu, Shaoying.* The characteristics and resource potential of gas hydrates in the Antarctic margins // Marine geology and Quaternary geology / Haiyang Dizhi Yu Disiji Dizhi [Mar. Geol. Quatern. Geol./Haiyang Dizhi Yu Disiji Dizhi]. – 2010. – Vol. 30, № 1. – Pp. 95-107.

К ВОПРОСУ О РАТИФИКАЦИИ УКРАИНОЙ ДОПОЛНЕННОЙ КОНВЕНЦИИ НАФО

Ю. В. Корзун, Н. Н. Кухарев, В. В. Парамонов

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

Дополненная Конвенция НАФО, подписанная всеми государствами-участниками в 2007 году, до сих пор не вступила в силу в связи с медленным процессом ее ратификации государствами-участниками. Она все еще не ратифицирована и правительством Украины. Конвенция содержит изменения процедуры голосования, требует экосистемного подхода при принятии управленческих решений и ведении промысла, предлагает механизм разрешения споров, предполагает упрощение структуры рабочих органов НАФО и усиление борьбы с ННН-промыслом. Процедура новой Конвенции будет способствовать достаточно быстрому решению спорных вопросов, в чем заинтересована Украина. Рано или поздно новую Конвенцию ратифицируют все государства-участники, так как, в целом, она не вносит никаких радикальных изменений в вопрос регулирования рыболовства в открытых водах СЗА.

Ключевые слова: СЗА, ИКНАФ, квота, экосистемный подход, промысел, общий допустимый улов, государства-участники

On ratification by Ukraine the amended NAFO Convention. Yu. V. Korzun, N. N. Kukharev, V. V. Paramonov.
Amended NAFO Convention signed by all member states in 2007 still has not come in force due to the slow process of its ratification by the participating states. It has also not been ratified by the Government of Ukraine. The Convention contains changes in the voting procedure, requires ecosystem approach for decision-making in management and fisheries, proposes the mechanism of resolving disputes, suggests simplification of the NAFO working bodies structure and intensification of struggle against IUU fishing. The new Convention procedure will facilitate fast dispute resolution, which is of interest for Ukraine. Sooner or later, the new Convention will be ratified by all member states, since it does not make any radical changes into the fisheries regulation in the high seas of the NWA.

Keywords: NWA, ICNAF, quota, ecosystem approach, fisheries, TAC, member states

Украина вступила в НАФО (Организация по рыболовству в Северо-Западной Атлантике) в 1999 году. НАФО является одной из первых созданных в мире международных организаций по регулированию многонационального рыбного промысла в открытых водах океана. НАФО – премница Международной Комиссии по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (ИКНАФ), которая была создана в 1950 году по инициативе Канады и США «с целью исследования, защиты и сохранения рыболовства на северо-западе Атлантического океана, чтобы сделать возможным поддержание максимальных устойчивых уловов» при международном промысле.

НАФО, как и другие международные организации, периодически реформируется, и основные изменения отражаются в Конвенции о НАФО (Конвенция о будущем многостороннем сотрудничестве в области рыболовства в северо-западной части Атлантического океана). Предложения по обновлению Конвенции о НАФО и основной текст были приняты большинством договаривающихся сторон на Сессии НАФО в 2005 г. Некоторые статьи обсуждались на последней, финальной встрече Генерального Совета в сентябре 2007 г. Таким образом, текст новой Конвенции в настоящее время принят и подлежит ратификации государствами-участниками. По состоянию на март 2013 года дополненную Конвенцию полностью ратифицировали 3 государства – Норвегия, Канада и Куба, а также ЕС. Россия на последней сессии сообщила, что ратифицировала новую Конвенцию, но без уведомления государства-депозитария. Пока не ратифицировали Конвенцию Украина, Дания (представляющая Фарерские острова и Гренландию), Исландия, Республика Корея, США, Франция (представляющая острова Сен-Пьер и Микелон) и Япония. Медленная ратификация измененной Конвенции, очевидно, обусловлена внутренними процессами прохождения подобных документов у государств-участников. Генеральный совет НАФО настоятельно рекомендовал этим договаривающимся сторонам ускорить процесс ратификации [3].

Перед обсуждением вопроса о ратификации Украиной измененной Конвенции НАФО целесообразно кратко рассмотреть историю НАФО и сложившуюся ситуацию с доступностью биоресурсов СЗА для украинского экспедиционного промысла и международного промысла в целом. Как известно, международный экспедиционный промысел в прибрежных водах Северо-Западной Атлантики начался в 1490-х годах, вскоре после открытия Нового Света и открытия рыбных ресурсов СЗА. Историки свидетельствуют, что Джон Кабот, итальянский мореплаватель и купец, состоявший на английской службе, первым заявил об изобилии рыбы у берегов в районе Ньюфаундленда «И они утверждают, что море покрыто рыбами, которые ловят не только сетями, но и корзинами с камнем...» [2]. После заявления Джона Кабота рыбаки наиболее развитых в тот период государств – Португалии, Франции, Испании, Англии – обратили внимание на изобилие трески в этом районе и приступили к промыслу. Основными объектами рыболовства являлись северная треска и пикша. Открытые огромные запасы трески в Северо-Западной Атлантике, которая поставлялась в Европу в соленом и сушеном виде, оказались важнейшим источником продовольствия и богатства для европейцев. Треска была названа «говядиной моря» [8, 11, 12, 16, 17].

С развитием в XVIII-XIX веках прибрежного рыболовства США и Канады возросла значимость рыбных запасов в прилегающих водах для экономики этих государств. За всю историю промысла в СЗА было сделано несколько попыток со стороны Канады и США зарегулировать многонациональное рыболовство в этом районе. В начале XX века появились первые признаки уменьшения рыбных запасов. Причиной этого было внедрение более совершенных технологий промысла, в первую очередь, тралового лова, а также технологий переработки уловов (филетирование, быстрая заморозка), развитие транспорта для доставки уловов потребителю. Все это привело к значительному росту вылова в регионе. Как считалось в 1930-1940-е годы, рост промыслового усилия в СЗА в 1920 г. был причиной резкого падения уловов на усилие пикши в 1930 г. В связи с этим, обострились конфликты между иностранными и местными рыбаками. Таким образом, возникла очевидная необходимость создания международной организации для регулирования промысла в СЗА [4].

Первым нормативным документом, в котором была сделана попытка международного регулирования промысла в Северной Атлантике за пределами территориальных вод прибрежных государств, был разработанный в 1943 г. США проект Конвенции о политике в области рыбного хозяйства и мерах по защите неполовозрелых рыб. Эта конвенция не вступила в силу, так как у Канады и США появились сомнения в отношении того, насколько хорошо в новой Северо-Атлантической организации будут соблюдены северо-американские интересы ввиду доминирования в ней европейских государств. Конвенция не заработала из-за продолжавшейся Второй мировой войны [4].

После окончания Второй мировой войны значительный рост вылова в регионе вновь вызвал озабоченность прибрежных государств по поводу возможного снижения уровня запасов в Северо-Западной Атлантике. По инициативе США, в Вашингтоне в январе 1949 года прошла конференция десяти стран, которая привела к созданию Международной Конвенции по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (ИКНАФ). Заявленной целью Конвенции было «изучение, охрана и сохранение рыболовства» [9, 10].

США первыми ратифицировали Конвенцию о рыболовстве в СЗА (ИКНАФ) 1 сентября 1949 г. Конвенция вступила в силу 3 июля 1950 г., когда ее подписали Канада, Исландия, Великобритания и США. Таким образом, концепция устойчивого использования рыбных ресурсов была введена в действие. Первое заседание ИКНАФ было проведено в апреле 1951 года в Вашингтоне. В нем приняли участие пять правительственных делегаций, подписавших Конвенцию (Канада, Дания, Исландия, Великобритания и США), еще пять стран представили ратификационные грамоты (Франция, Италия, Норвегия, Португалия и Испания). На заседании присутствовали наблюдатели от ФАО и Международного совета по исследованию моря (ИКЕС). Число участников Конвенции увеличилось от пяти в 1951 году до 18 в 1975 году, в том числе, были Болгария, Канада, Куба, Дания, Франция, ГДР, ФРГ, Исландия, Италия, Япония, Норвегия, Польша, Португалия, Румыния, Испания, СССР, Великобритания и США.

После введения в 1977 году прибрежными государствами СЗА 200-мильных экономических зон ИКНАФ потеряла свое значение в сохранении рыбных запасов и регулировании промысла, так как большая часть запасов перешла под управление Канады, США и Гренландии – облада-

телей соответствующих экономзон. Вследствие этого 31 декабря 1979 года ИКНАФ прекратила свое существование [5, 9].

Но международный экспедиционный промысел, вытесненный за пределы экономзон, был вынужден облавливать ту часть запасов промысловых объектов, которая оказалась в акваториях, примыкавших к экономзонам. Позднее, в Конвенции ООН по морскому праву, подписанной в 1982 г, такие запасы, которые распределяются как в экономзоне, так и в участках открытых вод, примыкающих к экономзоне, получают название «трансграничные рыбные запасы» и «запасы далеко мигрирующих видов рыб».

Прибрежные государства США и Канада, предполагая, что нерегулируемый вылов тех частей трансграничных рыбных запасов, которые распределяются в открытых водах, может оказать негативное влияние на производительность рыболовства в их экономзонах, выступили с инициативой создания новой региональной организации по регулированию рыболовства в СЗА. Для этого была разработана Конвенция о будущем многостороннем сотрудничестве в северо-западной части Атлантического океана (Конвенция о НАФО). Она была сформирована в результате работы нескольких конференций, проводимых в Оттаве в 1977 и 1978 гг., и вступила в силу 1 января 1979 года. Эта конвенция предусматривала создание Организации по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (НАФО). Поэтому в течение 1979 года существовало две организации – ИКНАФ и НАФО. В настоящее время НАФО фактически является продолжателем деятельности ИКНАФ.

Торжественное заседание, посвященное созданию НАФО, состоялось в марте 1979 года в Монреале, а первое ежегодное заседание проходило в июне 1979 года в Галифаксе [13]. В начале 1980 года, после роспуска ИКНАФ, в НАФО участвовали 13 договаривающихся сторон: Болгария, Канада, Куба, Дания (за Фарерские острова), Европейское экономическое сообщество (ЕЭС), ГДР, Исландия, Япония, Норвегия, Польша, Португалия, Румыния и СССР. В последующие годы различные государства присоединялись и выходили из НАФО. Испания присоединилась в 1983 году, но, присоединившись к ЕЭС в 1987 году вместе с Португалией, прекратила членство в НАФО. ГДР вышла в 1990 году после объединения с ФРГ и впоследствии была представлена в Европейском Экономическом Сообществе (ЕЭС). Литва, Латвия и Эстония стали членами НАФО в 1992 году, Республика Корея присоединилась в 1993 году. В 1994 году ЕЭС официально изменила свое название на Европейский Союз (ЕС). США стали членом НАФО в конце 1995 года, Франция (за Сен-Пьер и Микелон) – в 1996 году, а Украина, как отмечалось выше, в 1999 году. Румыния вышла из НАФО в 2002 году, Болгария – в 2006 году.

Целью НАФО, как указано в ее Конвенции, является «содействие путем консультаций и сотрудничества оптимальному и рациональному использованию и сохранению рыбных ресурсов в зоне действия Конвенции». В настоящее время членами НАФО являются 12 договаривающихся сторон: Украина, Канада, Куба, Дания (за Гренландию и Фарерские острова), ЕС, Франция (за острова Сен-Пьер и Микелон), Исландия, Япония, Республика Корея, Норвегия, Российская Федерация и США. НАФО оценивает запасы и общий допустимый улов таких наиболее важных видов гидробионтов, как атлантическая треска, морской окунь, черный палтус, камбала-ерш, длинная камбала, желтохвостая камбала, мойва, белый налим, звездчатый скат, короткоперый кальмар и северная креветка. Всего устанавливаются ОДУ для одиннадцати видов, представленных девятнадцатью условными запасами. ОДУ каждого объекта распределяется по государствам-членам в виде национальных квот.

Деятельность НАФО служит хорошим примером ответственного подхода государств к сохранению и использованию морских биоресурсов, который вытекает из положений Конвенции ООН по морскому праву и получил развитие во второй половине XX века. В XXI веке заинтересованные государства в соответствии с положениями Конвенции ООН по морскому праву продолжили создание региональных организаций по управлению рыбными ресурсами и регулированию рыболовства. Например, 24 августа 2012 года вступила в силу Конвенция об охране и управлению рыболовством и ресурсами открытого моря в южной части Тихого океана (Convention on the Conservation and Management of High Seas Fishery Resources in the South Pacific Ocean), на базе которой была создана Организация по регулированию рыболовства в Южной части Тихого океана (SPRFMO). Фактически, в настоящее время основные биоресурсы открытых вод Миро-

вого океана (тунцы и мечеобразные, минтай, треска, атлантическая сельдь, атлантическая скумбрия, северная креветка, окунь-клювач, антарктический криль, перуанская ставрида) уже разделены между такими зонами. При этом, в привилегированном положении оказались государства-участники международных организаций, управляющих ресурсами.

Почему же Конвенция НАФО реформируется, а из государств-участниц именно Канада настаивает на скорейшей ратификации договаривающимися сторонами измененной Конвенции НАФО? Одной из очевидных причин реформирования и совершенствования деятельности НАФО являются рекомендации ФАО ко всем субрегиональным и региональным рыбохозяйственным организациям по обеспечению устойчивого рыболовства в открытых водах, в первую очередь, посредством применения положений Соглашения 1995 года о трансграничных рыбных запасах и запасах далеко мигрирующих рыб.

Это Соглашение впервые увязывает взаимодействие прибрежных государств и государств экспедиционного промысла, эксплуатирующих одни и те же запасы, разделенные экономзоной. Соглашение применяется к сохранению трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управлению ими за пределами районов под национальной юрисдикцией, а Статьи 6 (Применение осторожного подхода) и 7 (Сопоставимость мер по сохранению и управлению, вводимых для открытого моря и принимаемых в районах под национальной юрисдикцией) применяются также к сохранению таких запасов и управлению ими в районах под национальной юрисдикцией при условии соблюдения различных правовых режимов в этих районах и открытых водах.

Это Соглашение является довольно жестким законодательным инструментом, оно является обязательным для исполнения всеми его Сторонами [14].

Соглашение фактически включает в себя ряд принципов, которые должны соблюдать прибрежные государства и государства, ведущие рыбный промысел в открытом море, в порядке реализации своей обязанности сотрудничать в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву для сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими. Основные принципы Соглашения:

- обеспечение долгосрочной устойчивости трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб, содействие цели их оптимального использования на основе наиболее достоверных имеющихся научных данных;
- сопоставимость мер по сохранению и управлению, вводимых для открытого моря и применяемых в экономзоне;
- поддержание или восстановление запасов на уровнях или до уровней, при которых может быть обеспечен максимальный устойчивый вылов;
- применение осторожного подхода;
- оценка воздействия рыболовства и других антропогенных факторов на объекты специализированного промысла, а также на ассоциированные и зависимые виды;
- предельное сокращение загрязнения, отходов, выбросов;
- предотвращение или устранение чрезмерной эксплуатации и избыточного рыбопромыслового потенциала;
- своевременный сбор и взаимный обмен полными и точными данными о рыболовной деятельности и др.

Нет сомнений, что, приложив усилия к обновлению Конвенции НАФО на основе положений Соглашения о трансграничных рыбных запасах, Канада как прибрежное государство усилит свое влияние на рыболовство и сохранение в зоне ответственности НАФО. О фактических направлениях заинтересованности Канады по улучшению управления биоресурсами и реформированию Конвенции НАФО можно судить по документу десятилетней давности «Ответ правительства на 10-й доклад Постоянного комитета по вопросам рыболовства и океанов, связанный с иностранным чрезмерным выловом рыбы: его последствия и решения – сохранение «носа и хвоста» Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап» (2002 г.) [7].

Документ «10-й доклад Постоянного комитета по вопросам рыболовства и океанов» (2002 г.) настоятельно призывает правительство выйти из НАФО и установить опекуновое управление на «нос и хвост» Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап за пределами 200-миль-

ной зоны Канады. Кроме того, правительство Канады призывают изменить «Закон о защите прибрежного промысла» (1985 г.) для расширения возможностей реализовать опекуновское управление рыбными ресурсами на «нос и хвост» Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флеммиш-Кап. Этот призыв правительством был отклонен. Следует отметить, что еще в 1973 г. на ранних этапах переговоров по созданию Конвенции ООН по морскому праву, Канада выступала за распространение юрисдикции прибрежного государства на весь диапазон распределения рыбных запасов от прибрежных вод до открытых вод океана. Для Канады это означало бы рыболовную юрисдикцию над всей Большой Ньюфаундлендской банкой, а также банкой Флеммиш-Кап. Это предложение было отклонено большинством государств.

В настоящее время Канадское правительство предполагает следующие пути усиления влияния страны на промысел в прилегающих водах, который регулируется НАФО [7]:

- обсуждение с Комиссией по рыболовству НАФО возможности создания процедуры, при которой отчеты наблюдателей были бы более прозрачными и представлялись своевременно. Это позволило бы предпринять соответствующие последующие действия со стороны государства-флага, то есть при выявлении нарушений наблюдателем власти государства-флага могут провести полное расследование в порту;
- правительство Канады полностью поддерживает необходимость повышения информированности о нарушениях мер по сохранению НАФО судами под флагом государств-членов и агитацию в пользу государственной поддержки;
- Канада, демонстрируя серьезность намерения решить проблемы несоблюдения в районе регулирования НАФО государствами, чьи суда серьезно нарушают меры по сохранению и принуждению НАФО, применяет такие средства, как закрытие своих портов для этих судов, усиление инспекционного контроля за ведением промысла в зоне регулирования, предусмотренного Конвенцией НАФО. Одной из задач этого контроля является борьба с незаконным, несообщаемым и нерегулируемым промыслом (ННН-промысел). С этой целью Канада использует также свое членство в НАФО для привлечения других договаривающихся сторон для предупреждения, сдерживания и ликвидации ННН-промысла;
- Канада поддерживает принятие управленческих решений в рыболовстве на основе предосторожного и экосистемного подхода, в том числе и в зоне ответственности НАФО, что нашло отражение в дополненной Конвенции НАФО;
- Канада выступает за разрешение споров по вопросам рыболовства мирными средствами на основе принципов ООН, в частности Соглашения о трансграничных рыбных запасах, что предусмотрено в дополнительной статье Конвенции «Урегулирование споров».

Примечательно, что такая высокая заинтересованность и активность Канады в начале XXI века в отношении сохранения и управления в зоне регулирования НАФО за пределами ИЭЗ Канады трудно объяснима с точки зрения распределения рыбных ресурсов. Рассмотрим распределение долей вылова в СЗА между прибрежными государствами и экспедиционными флотами в период с 1950 г. по настоящее время. В период с 1950 по 1975 годы, по данным ФАО [6], основу уловов в СЗА составляли треска, пикша, менхеден, атлантическая сельдь, морской окунь. В 1950 г. общий вылов в СЗА составил 2,261 млн. т, а в 1968 г. он достиг своего исторического максимума – 4,612 млн. т, затем к 1975 г. снизился до 3,806 млн. т. Рост вылова произошел за счет возрастания уловов указанных выше объектов, а также за счет вовлечения в промысел мойвы, увеличения вылова атлантической скумбрии и окуня. В 1950 году более половины общего вылова в СЗА приходилось на долю США. Среди других государств доминировали Канада, Португалия, Франция, Испания. Доля прибрежного вылова составила 70 %, экспедиционного – 30 % от общего вылова в СЗА. А в 1975 г. на долю экспедиционного, в основном советского промысла приходилось уже около 51 % вылова в СЗА, остальную часть добывали флоты США, Канады и Гренландии. Но уже в 1991 г., спустя около десяти лет после введения прибрежными государствами экономзон, вылов прибрежных государств в СЗА составил 2,88 млн. т или 87 % от общего вылова в СЗА (3,309 млн. т), а экспедиционных флотов – 23 % (0,4 млн. т). В 2011 г., спустя более тридцати лет после введения прибрежными государствами экономзон, вылов экспедиционных флотов в СЗА, в зоне регулирования НАФО, составил 70 тыс. т, или всего лишь 3 % от общего вылова в СЗА, который составляют, в основном, уловы США и Канады (2011 г. – 2,09 млн. т) [6].

Приведенные статистические данные показывают, что роль рыбных ресурсов НАФО для прибрежных государств региона и для некоторых государств, ведущих дистанционный промысел, фактически весьма невелика. Об этом свидетельствует тот факт, что ряд государств-членов не полностью использует выделенные им квоты. Так, например, в 2011 г. величина невыловленной квоты по рыбе в зоне регулирования НАФО равнялась 45,7 тыс. т, по кальмару – 33,9 тыс. т и по креветке – 7,2 тыс. т [1, 15].

На примере недоиспользования национальных квот некоторыми государствами-членами и выделения квот Украине как новому члену НАФО можно судить о наличии определенных проблем и противоречий, существующих в НАФО в рамках действующей Конвенции, в том числе в отношении распределения и недоиспользования национальных квот.

Украинские рыбаки начали промысел в Северо-Западной Атлантике в начале 1970-х годов прошлого века в составе промыслового флота бывшего СССР [1]. Здесь они добывали мойву, скумбрию, хека, креветку, кальмара, камбалу, окуня, палтуса и другие виды ценных пищевых гидробионтов. На промысле находилось до 25 судов, в основном крупнотоннажного флота, зарегистрированных в портах, которые в настоящее время находятся на территории Украины – Керчь, Одесса, Севастополь и Ильичевск. Их максимальный улов достигал 132,4 тыс. т в год. После введения в конце 1970-х-начале 1980-х годов Канадой, США и Гренландией 200-мильных исключительных экономических зон доступ к основным промысловым ресурсам для украинских рыбаков стал невозможным, и они прекратили работу в СЗА. Но в 1990 году украинский промысел был возобновлен в СЗА за пределами исключительных экономических зон в зоне регулирования НАФО. Добычу креветки осуществляли среднетоннажные суда на банке Флемиш-Кап и на Большой Ньюфаундлендской банке сначала под флагом СССР, а после получения Украиной независимости в 1991 г. – под флагами Российской Федерации, Латвии и Литвы, так как Украина не была членом НАФО и поэтому не имела национальной квоты в зоне регулирования. После вступления Украины в НАФО ей была выделена небольшая национальная квота на северную креветку и окуня-клювача без учета ее национального исторического опыта промысла в СЗА. Квота, выделенная Украине, позволяла выловить около 600 т креветки, что обеспечивало ведение экономически выгодного промысла лишь двум среднетоннажным или одному крупнотоннажному судам [1].

С 2007 г. украинские рыбаки прекратили промысел в зоне НАФО вследствие значительного роста промысловых затрат, вызванного резким подъемом цен на топливо, что при тех же малых величинах квот уже не позволяло вести рентабельный промысел. В настоящее время, в связи с уменьшением ОДУ на креветку, величина украинской квоты в зоне регулирования настолько уменьшилась (2013 г. – 96 т), что работа даже одного рыболовного судна не имеет смысла [1]. По нашей оценке, в условиях существующих цен на топливо для рентабельного промысла в районе НАФО среднетоннажному судну необходимо вылавливать не менее 1500 т промысловых беспозвоночных в год.

В связи с наличием в СЗА запасов ценных объектов промысла, сравнительно близким расположением районов лова от территории Украины, а также постоянным значительным недоиспользованием ОДУ в зоне НАФО, сырьевые ресурсы этого региона должны оставаться в области экономических и геополитических интересов Украины. Участие Украины в НАФО дает возможность в перспективе получения значительно более широкого доступа к биологическим ресурсам СЗА, в том числе путем заявления необходимой величины национальной квоты по интересующим промысел объектам за счет недоиспользуемых квот других государств. Будучи членом НАФО, Украина имеет возможность отстаивать свои национальные интересы, в том числе получение Украиной части квоты бывшего СССР, ныне разделенной между Российской Федерацией и странами Балтии без учета исторического опыта промысла Украины, разрешать спорные вопросы и добиваться более благоприятных условий для работы украинских рыбаков, заключать с государствами-участниками соглашения по использованию их ресурсов в прибрежных водах.

Как пример выгодного участия страны в НАФО можно отметить предоставление Канадой Украине разрешения на вылов 5 тыс. т желтохвостой камбалы на 2013 и 2014 годы в водах Канады и стремления Канады поддерживать инициативу нашей страны по расширению возможностей промысла в СЗА.

Дополненная Конвенция НАФО имеет следующие основные преимущества перед старой Конвенцией, в том числе:

Современный менеджмент

В Конвенции 1979 года НАФО управляет рыбными запасами как «отдельными видами», управленческие решения не всегда придерживаются научных рекомендаций. Со временем этот тип управления оказался слишком рискованным в отношении сохранения среды обитания промысловых видов. Новая Конвенция отчасти согласуется с предыдущей в отношении применения «предосторожного подхода» в использовании биоресурсов. Этот подход не всегда надежен при установке уровней вылова в целях обеспечения долгосрочного устойчивого улова. Поэтому новая Конвенция предусматривает также использование экосистемного подхода при принятии решений. Это означает, что решения будут учитывать взаимосвязь морских видов и мест обитания, в том числе то, как уловы одних рыбных запасов могут повлиять на другие виды рыб. Они также рассмотрят последствия воздействия орудия лова на морскую среду обитания. Дополнение предосторожного подхода экосистемным следует расценивать как шаг вперед по повышению уровня ответственности в использовании биоресурсов;

Улучшенное управление

Конвенция НАФО 1979 года включает в себя «открытое» право для членов НАФО возражать против принятия управленческих решений. Нет никаких ограничений на использование этой «процедуры возражений», даже если это приводит к чрезмерной эксплуатации. Кроме того, в старой Конвенции не была прописана процедура по урегулированию споров между сторонами. В некоторых случаях это приводило к тому, что давние разногласия между Сторонами остаются нерешенными в рамках этой Конвенции до настоящего времени. В измененной Конвенции возражения Сторон должны пройти процедуру урегулирования споров для разрешения конфликта с участием беспристрастной стороны. Эти изменения Конвенции согласуются с положениями Соглашения о трансграничных рыбных запасах и Конвенцией ООН по морскому праву в целом. Они обеспечивают более современный процесс принятия решений, который будет заниматься спорами по мере их возникновения;

Изменение процедуры голосования

В Конвенции 1979 года решения НАФО принимаются простым большинством голосов. Это привело к восприятию, что есть только «победители» и «проигравшие». Теперь решения будут приниматься при голосовании 2/3 + 1 голос. То есть решения будут приниматься труднее. Для Канады, ЕС, России это скорее плюс, они более или менее удовлетворены ситуацией. Для Украины скорее минус, так как придется привлекать на свою сторону большее количество Сторон для решения интересующих ее вопросов;

Более эффективное функционирование

Слияние Генерального Совета и Комиссии по рыболовству уменьшит бюрократию в НАФО.

По нашему мнению, процедура решения спорных вопросов в новой Конвенции будет способствовать достаточно быстрому их разрешению, в чем заинтересована Украина.

Учитывая, что Канада как из одна из обладателей основной части сырьевых ресурсов в СЗА в целом заинтересована в скорейшей ратификации Сторонами и просит Украину ускорить этот процесс, Украина в случае ратификации новой Конвенции сможет рассчитывать на содействие Канады при разрешении спорных вопросов, а также в вопросе допуска украинских промысловых судов в воды Канады и выделении им ресурсов для освоения.

Рано или поздно новую Конвенцию ратифицируют все государства-участники, так как в целом новая Конвенция не вносит никаких радикальных изменений в вопрос регулирования рыболовства в открытых водах СЗА.

Таким образом, многонациональное рыболовство в СЗА было и остается важным элементом международного экономического сотрудничества прибрежных государств региона и государств, чьи суда ведут дистанционный промысел. Ресурсы, оставшиеся за пределами экономзон, все еще важны для государств, чьи флоты традиционно работали в этом районе.

Литература

1. Корзун Ю.В., Парамонов В.В., Кухарев Н.Н. О практике регулирования промысла в зоне НАФО // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII Международной конференции. Керчь, 26-27 июня 2013 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 92-94.

2. *Cabot, Cod and the Colonists*. By Heather Pringle // Canadian Geographic July/August '97. – //http://www.canadiangeographic.ca/.
3. *Convention on Future Multilateral Cooperation in the Northwest Atlantic Fisheries*, 2005. – Режим доступа: <http://www.nafo.int/about/frames/about.html>.
4. *Early History of Northwest Atlantic Fisheries*. – //http://www.nafo.int.
5. *Fenwick J.* International Profiles on Marine Scientific Research // International Marine Science Cooperation Program. – Woods Hole, MA 02543 USA, 1992. – 202 p.
6. *FishStat Plus*. – //http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/ru.
7. *Government Response* – 10th Report of the Standing Committee on Fisheries and Oceans, on Foreign Overfishing: its impacts and solutions – Conservation on the Nose and Tail of the Grand Banks and the Flemish Cap. – 2002. – //http://www.dfo-mpo.gc.ca.
8. *Hilborn Ray and Emilie Litzinger* 2009. Causes of Decline and Potential for Recovery of Atlantic Cod Populations // The Open Fish Science Journal. – 2009. – 2. – Pp. 32-38. – //http://www.benthamscience.com.
9. *ICNAF History* – Northwest Atlantic Fisheries Organization. – //http://www.nafo.int.
10. *Kulka David W.* History and Description of the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. – //www.nafo.int.
11. *Mayo Ralph, Loretta O'Brien*. Status of Fishery Resources off the Northeastern US. – 2006. – //http://www.nefsc.noaa.gov.
12. *Mayo, R.K. and M. Terceiro*, editors. Assessment of 19 Northeast groundfish stocks through 2004 // 2005 Groundfish Assessment Review Meeting (2005 GARM). – NEFSC Ref. – 2005. – Doc. 05-13. – 499 p.
13. *Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO) Since 1979*. – Режим доступа: <http://www.nafo.int/about/frames/about.html>.
14. *Pulvenis Jean-Francois* de Seligny 2006. The international legal framework for management of fishing capacity. – //http://www.iattc.org.
15. *Report of the General Council NAFO*. 34th Annual Meeting, 17-21 September 2012, St. Petersburg, Russian Federation. – //http://www.nafo.int/meetings/frames/meetings.html
16. *Sinclair Alan*, 1996 Recent Declines in Cod Species Stocks in the Northwest Atlantic. In: Sci. Council Studies. – 1996. – № 24. – //http://archive.nafo.int.
17. *Sosebee, Katherine A, Steven X. Cadrin* 2006 A Historical Perspective on the Abundance and Biomass of Northeast Demersal Complex Stocks from NMFS and Massachusetts Inshore Bottom Trawl Surveys 1963-2002. – //http://www.nefsc.noaa.gov.

ДИНАМИКА РОСТА И ВЫЖИВАЕМОСТИ МОЛОДИ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА (*PSETTA MAEOTICA MAEOTICA* PALLAS) ПРИ ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ БАССЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ ЮГНИРО «ЗАВЕТНОЕ»

В. Н. Туркулова, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, О. В. Евченко,
А. А. Опекунова, А. С. Бобова, Е. А. Сапронова

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

Исследована динамика роста и выживаемости молоди черноморского калкана в процессе годового цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства НИБ ЮгНИРО «Заветное». В работе описаны морфометрические и физиологические показатели молоди калкана на основных этапах развития от личинки до годовалого возраста. Показано, что на интенсивность роста калкана на разных этапах раннего онтогенеза существенное влияние оказывает температура среды. В летний период рост молоди резко снижается при температуре выше 25 °С, а при температуре ниже 4 °С во время зимовки сеголетки прекращают питаться. При температуре выше 10 °С в весенний период отмечается снижение темпа роста годовиков по сравнению с предыдущим периодом, что, вероятно, связано с весенней активацией обменных процессов и предполагает замену используемого стартового корма фирмы Aller Aqua на производственный комбикорм фирмы BioMar, дающий большие приросты по массе и длине тела. Установлено, что выживаемость мальков, прошедших метаморфоз, от выклюнувшихся личинок составила 5,82 %. При содержании в зимний период сеголеток черноморского калкана в рециркуляционных установках с подогревом воды выживаемость годовиков составила 100 %.

Ключевые слова: черноморский калкан, личинка, молодь, малек, сеголетка, годовик, длина, масса, темп роста, выживаемость, температура, рециркуляционная установка

Growth and survivability dynamics of the Black Sea turbot juveniles (*Psetta maeotica maeotica* Pallas) in the culture yearly cycle under conditions of the pool fish farm at the YugNIRO scientific research base «Zavetnoe». V.N. Turkulova, L.I. Bulli, N.V. Novoselova, O.V. Evchenko, A.A. Opekunova, A.S. Bobova, E.A. Sapronova. *Growth and survivability dynamics is studied for the Black Sea turbot juveniles in the process of the culture yearly cycle under conditions of the pool fish farm at the YugNIRO SRB «Zavetnoe». Morphometric and physiological parameters of the turbot juveniles at principal developmental stages from larva to one-year age are described. It is shown that the environment temperature influences greatly the turbot growth intensity at different stages of early ontogenesis. In summer the juveniles growth decreases drastically at the temperature above 25 °C, and during wintering at the temperature below 4 °C the underyearlings stop feeding. In spring at the temperature above 10 °C, the decrease in the yearlings growth rate is marked in comparison with the previous period; it can be related to the spring arousal of metabolic processes and assumes the use of the higher quality feed. It is indicated that the survivability rate of fries, which had survived metamorphosis, from the hatched larvae was 5.82 %. Under conditions of keeping the Black Sea turbot underyearlings in the recirculation plants with heated water in winter, the survivability rate of yearlings made up 100 %.*

Keywords: Black Sea turbot, larva, juveniles, fry, underyearling, yearling, length, mass, growth rate, survivability, temperature, recirculation plant

Введение

Черноморская камбала-калкан (*Psetta maeotica maeotica* Pallas) является одной из наиболее ценных промысловых видов рыб Черного моря. Вместе с тем, естественная популяция калкана длительный период находится в депрессивном состоянии. С 2000 года запас калкана в территориальных водах Украины стабилизировался на уровне 12-13 тыс. т, что меньше отмечаемого в 1980-х годах в 1,5-2 раза [5].

Наряду с четким регулированием и контролем за промыслом черноморского калкана, одной из наиболее действенных мер является его искусственное воспроизводство и выпуск жизнестойкой молоди в места скопления локальных стад.

ЮгНИРО имеет многолетний опыт искусственного воспроизводства камбаловых видов рыб [3, 4, 6-8, 11-15]. Исследования по черноморскому калкану сотрудники ЮгНИРО проводили на двух популяциях – северо-западной и северо-восточной. Соответственно, работы были проведены в Одесской области на питомнике морских рыб ХТМО и в Северо-Восточном Крыму на научно-исследовательской базе ЮгНИРО.

В конце 80-х-начале 90-х годов XX века на обеих базах были введены в эксплуатацию рециркуляционные установки с комплексной системой очистки воды в бассейнах и контролируемые в них условиями среды по основным абиотическим и биотическим факторам. Эти мероприятия позволили начать работы по выращиванию молоди калкана в промышленных масштабах и выполнению Государственной программы «Селекция в рыбном хозяйстве и воспроизводство водных биоресурсов во внутренних водоемах и Азово-Черноморском бассейне».

В последние два десятилетия в Европе, а также в Китае интенсифицировались исследования по искусственному культивированию в рециркуляционных установках близкородственного черноморскому калкану вида – атлантического тюрбо, или большого ромба с видовым названием *Psetta maxima maxima* (L.). Объемы получения товарной продукции тюрбо в странах ЕС приближаются к 16,5 тыс. т, а в Китае – 50,0 тыс. т [15].

В начальный период разработки биотехники получения тюрбо работы проводились так же, как и в Украине на рыбах из естественных популяций. Эффективность работ была низкой до тех пор, пока не были проведены мероприятия по созданию собственных маточных стад. В настоящий период во всех странах используются только производители, полученные методом от «икры» до «половозрелой особи». Благодаря этому удалось существенно увеличить выживаемость ранней молоди в период метаморфоза в среднем до 20 % (от 10 до 40 %) вместо наблюдаемых ранее 1-3 % при работе с дикими особями [15].

Опираясь на собственные научно-практические данные и учитывая зарубежный опыт культивирования тюрбо, в 2012 году нами были начаты исследования по формированию ремонтно-маточного стада черноморского калкана в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ЮгНИРО, расположенной на побережье Керченского пролива в 5 км от выхода в Черное море.

В настоящей работе представлены результаты исследования динамики роста и выживаемости молоди калкана от стадии личинки до годовалого возраста. Эти данные уникальны по своей значимости, потому что для подавляющего числа отечественных и зарубежных исследователей подобного рода изыскания ограничивались этапом окончания метаморфоза молоди калкана – 60-75 суток.

Материал и методика

Работа проведена на производителях черноморского калкана, отловленного в 1,5 км от прибрежной акватории северо-восточной части Черного моря от м. Такиль до м. Опук. Калкана отбирали из жаберных сетей в период с 20 апреля по 10 мая. Рыб доставляли на береговую базу с помощью плавсредств в полиэтиленовых ванночках со сменяемой и аэрируемой морской водой. Для краткосрочной акклимации самок и самцов размещали при плотности посадки 2-3 экз./м² в бетонные бассейны объемом 3 м³ с проточной и аэрируемой водой. У самок с «текучими» половыми продуктами сразу после доставки отбирали икру и осеменяли «полусухим» методом. Самок, имеющих гонады на завершающих этапах оогенеза – IV, IV-V стадиях зрелости, резервировали в оптимальных условиях содержания и получали в последующем от 1 до 4 порций икры. Плотность посадки в бассейны созревающих производителей калкана составляла – для самок 1 экз./м², самцов – 2 экз./м². Помимо интенсивного протока морской воды – 1-1,5 дм³/с, осуществляли принудительную аэрацию воды сжатым воздухом через диффузоры. Температура воды варьировала в пределах 10-15 °С, содержание растворенного в воде кислорода – 7,8-9,1 мг/л, соленость – 16-18 ‰.

Оплодотворенную икру инкубировали в выростной рециркуляционной установке объемом 16,0 м³ и в проточных бассейнах объемом 6 м³ при начальной плотности закладки икры 50-60 шт./л. Глубина бассейнов – 1,2 м.

В процессе инкубации икры в УЗВ температура воды варьировала от 10 до 13 °С, в проточных бассейнах – от 9 до 15 °С, содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 7,2-9,0 мг/л. Соленость воды в УЗВ – 18 ‰, в проточных бассейнах – 17-18 ‰.

Выращивание личинок черноморского калкана от вылупления до 44-45 суточного возраста при начальной плотности посадки 30 экз./л проводили в тех же рециркуляционных установках и проточных бассейнах, что и инкубацию икры.

При выращивании молоди в рециркуляционных установках отмечали постепенное повышение температуры воды – от 12 до 20 °С. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 7,5-8,6 мг/л, соленость – 16-18 ‰. В проточных бассейнах температура воды варьировала от 14 до 26 °С. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в пределах 7,5-8, 6 мг/л, соленость – 12-19 ‰ (рис. 1).

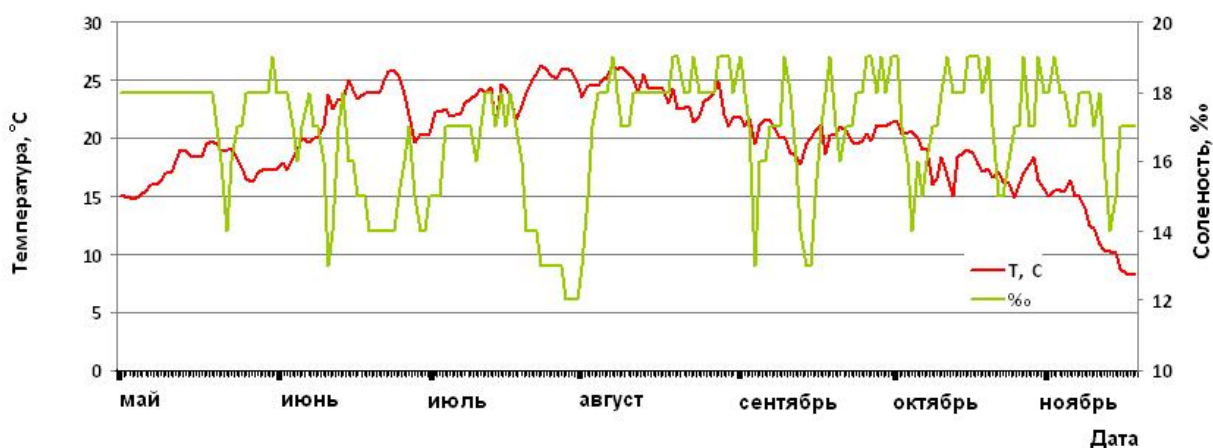


Рисунок 1. Температура и соленость воды в выростных бассейнах

В рамках выполнения Государственной программы было выпущено в прибрежную акваторию Черного моря у м. Такиль 162000 экземпляров 44-45 суточной молоди калкана. На выращивание ремонтной группы было оставлено 125 экземпляров. Мальков калкана поместили в один проточный бассейн объемом 6 м³ с площадью дна 5 м² при плотности посадки – 21 экз./м³, 25 экз./м². В этом бассейне молодь выращивали в течение 158 суток с 14 июня до 19 ноября. За этот период температура воды варьировала от 21 до 26,3 °С в летние месяцы и с 8 до 22 °С осенью, соленость – от 12 до 19 ‰.

Зимовка молоди черноморской камбалы проводилась на НИБ ЮгНИРО в утепленном цеху в бассейне объемом 16 м³, подключенном к замкнутой рециркуляционной системе с фильтром биологической очистки воды. Один-два раза в неделю в бассейне заменяли 1/3-2/3 объема воды на свежую. Воду постоянно аэрировали, с 28 декабря стали использовать тены для подогрева. Рыб кормили искусственным стартовым кормом фирмы Aller Aqua по поедаемости.

Температура воды до начала подогрева воды колебалась в пределах 3,9-13 °С, после – варьировала с 8,8 до 14 °С, соленость воды – 14-18 ‰, содержание растворенного в воде кислорода – 6,5-9,1 мг/л.

При выращивании сеголеток проводили один раз в месяц сортировку по следующим причинам:

- сортировка по размеру для предотвращения каннибализма (обкусывание плавников и т.п.);
- удаление молоди с неправильной пигментацией или деформацией тела, определение точного числа рыб;
- полная дезинфекция бассейна.

В процессе выращивания молоди в ходе плановых бонитировок определяли линейно-весовые показатели по стандартным методикам [10]. Для обработки материала использовали методы общепринятой вариационной статистики [9]. Среднесуточные приросты рассчитывали по Винбергу [2].

Результаты и обсуждение

Основные этапы выращивания и рост ранней молоди калкана. Вылупившиеся личинки черноморского калкана имели длину около 2,89-3,2 мм, массу 0,45-0,86 мг, крупный овальный желточный мешок длиной 0,96-1,25 мм, шириной 0,72-0,77 мм и небольшую жировую каплю 0,19-0,24 мм, расположенную в его задней части. Голова плотно прижата к желточному мешку, рот закрыт, плавниковая складка дифференцирована, жаберных дуг нет, глаза не пигментированы, кровь не окрашена. В течение первых суток предличинки были малоподвижны и находились у самой поверхности воды в перевернутом положении. Отношение времени движения и покоя составило 1:1,5. В первые сутки жизни наблюдали наибольшую скорость линейного роста предличинок, очевидно связанную с интенсивной резорбцией желтка в этот период.

У 2-суточных предличинок длина увеличилась до 3,14-3,5 мм. Желточный мешок и жировая капля уменьшились, голова приподнялась над желтком, усилилась пигментация тела. Появился меланин в глазах и отрицательная реакция на свет. К концу вторых суток предличинки плавали спиной кверху, периоды покоя уменьшались, но в целом они оставались в 1,5 раза длиннее, чем периоды движения.

У 3-суточных предличинок желточный мешок и жировая капля существенно редуцировались. Запасы их расходуются на дифференцировку тканей, линейный и весовой рост. По мере расходования желтка расчетная скорость линейного роста снижается. Сырая масса предличинок, составляющая после вылупления в среднем 0,75 мг, уменьшается за период эндогенного питания до 0,52 мг, а масса сухого вещества – на 18 % [1]. В этом возрасте голова у предличинок выпрямлена, оформляются челюсти и прорезывается рот, длина увеличивается до 3,3-3,7 мм. Глаза хорошо пигментированы, у предличинок наблюдается положительный фототаксис. Они скапливаются в освещенных участках бассейна.

К концу периода эндогенного питания (3-5 сутки) у предличинок уже имеются форменные элементы крови, развивается жаберное дыхание, отмечается перистальтика кишечника. Продолжительность покоя резко сокращается (до 1-3 сек), и в среднем предличинки находятся в движении в 5-7 раз дольше, чем в покое. Двигаясь, они совершают бросковые движения и могут заглатывать мелкие кормовые организмы.

У большей части предличинок, полученных в 2012 году, этап смешанного (эндогенно-экзогенного) питания начался на 4-5 сутки. Он длился 3-4 суток. Предличинка стала личинкой. В течение этого периода произошло заполнение плавательного пузыря воздухом и переход на другой, более совершенный тип движения. Желток полностью резорбировался, печень увеличилась в объеме, дифференцировались отделы пищеварительной системы. Из поверхностных слоев воды личинки стали опускаться в толщу.

После окончательной резорбции желтка, примерно на 8-е сутки, личинки полностью перешли на экзогенное питание. Длина их в начале этого этапа составила 4,1-4,5 мм, наибольшая высота тела – 20-29 % от длины. Вдоль спины была видна прозрачная плавниковая кайма, хорда прямая, хвостовой отдел симметричный.

К 15-19-суточному возрасту личинки достигли длины 6-7 мм и массы 30-34 мг. У них продолжал развиваться скелет непарных плавников. Хвостовой плавник стал гетероцеркальным, высота тела увеличилась до 35-40 % длины. После кратковременного плавания под углом 45° личинки стремились плавать в горизонтальном положении. Одновременно началась миграция правого глаза на левую сторону, что свидетельствует о начале метаморфоза.

Завершающий этап личиночного развития длился около 2-2,5 месяцев. В его начале личинки 30-суточного возраста имели длину 20-25 мм, массу – около 60-80 мг. В течение этапа продолжалось увеличение высоты тела, правый глаз переместился в центр головы, спинной плавник сместился вперед на уровень заднего края глаза, плавательный пузырь редуцировался.

К 45-суточному возрасту почти все личинки опустились на дно, а часть была прикреплена к стенкам бассейнов. Длина личинок в этом возрасте составила 35-40 мм, Масса тела достигла 80-150 мг. Выживаемость молоди на данном этапе от выклюнувшихся личинок составила – 5,82 %.

Полностью метаморфоз завершается к 60-суточному возрасту при достижении длины тела 40-45 мм, массы 100-200 мг. Личинка перешла в стадию малька.

К 75-80-суточному возрасту малек перешел в стадию «ранней сеголетки», достиг длины тела 53-55 мм, массы 800-1200 мг.

В таблице 1 описаны особенности морфологического развития личинок черноморского калкана в период прохождения метаморфоза и далее до 80 суток при температуре выращивания от 14 до 26 °С (рис. 1).

Темп роста молоди калкана в летний и осенний периоды. После завершения метаморфоза отмечается интенсификация линейного и весового роста молоди калкана. На рисунке 2 приведены данные по динамике линейного роста молоди калкана с момента выклева до 200 суточного возраста.

Динамика массы тела молоди калкана приводится на рисунке 3.

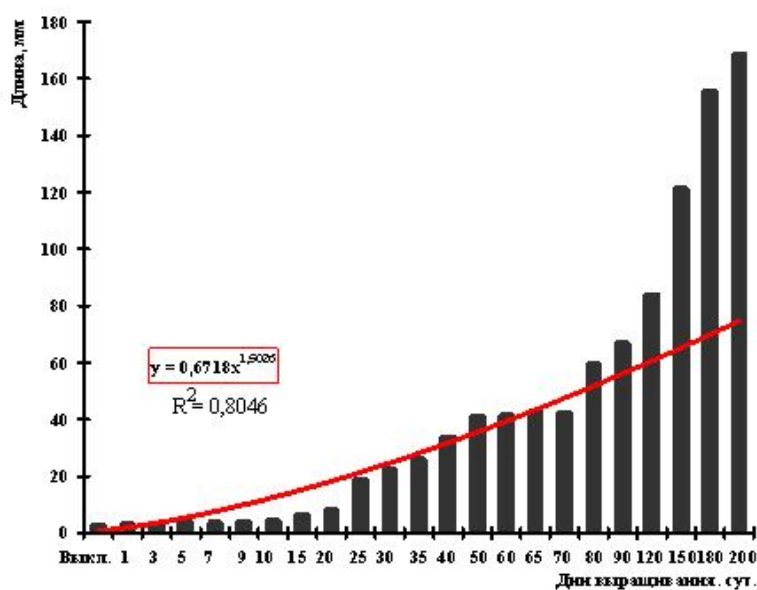


Рисунок 2. Динамика длины молоди калкана с возрастом

Представленные данные позволяют заключить, что наиболее интенсивный темп роста молоди сеголеток начинается при достижении 120-суточного возраста (рис. 2). С этого возраста молодь черноморского калкана также быстро набирает и вес (рис. 3). Именно в этот период рекомендуется очень тщательно следить за суточным рационом кормления и количеством вносимых порций корма.

В таблице 2 приведены данные по изменению линейно-весовых показателей черноморского калкана за 200 суток выращивания.

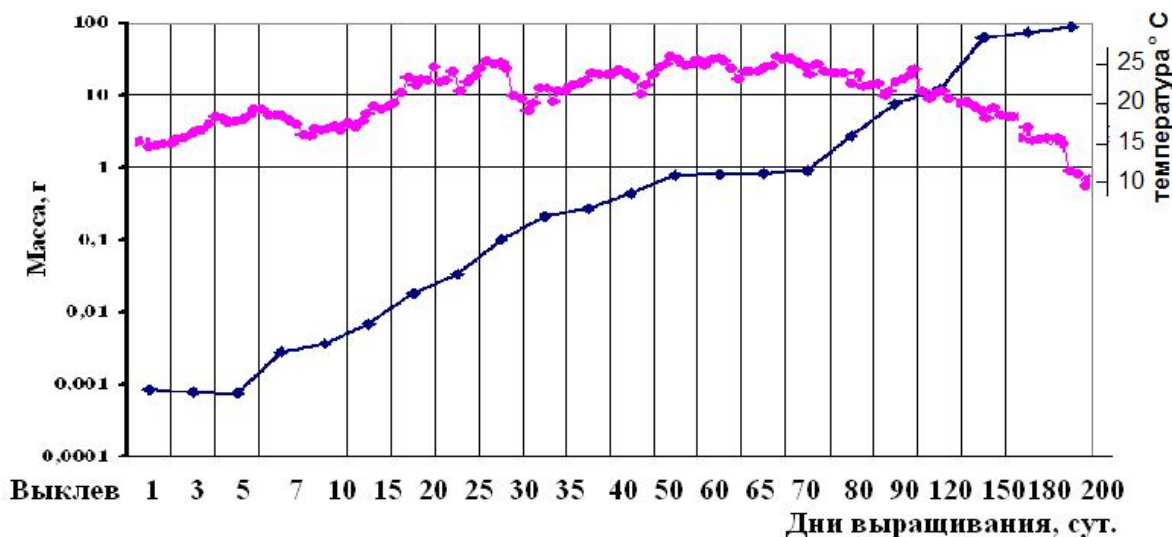


Рисунок 3. Динамика массы молоди черноморского калкана при выращивании на НИБ ЮгНИРО

Таблица 1. Морфологическое развитие личинок черноморского калкана до окончания периода метаморфоза (данные ЮгНИРО)





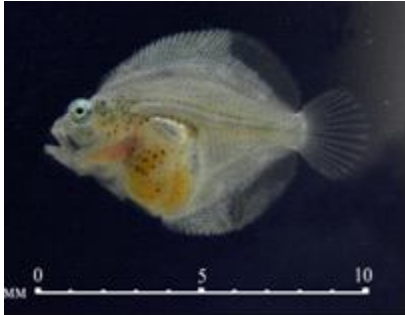
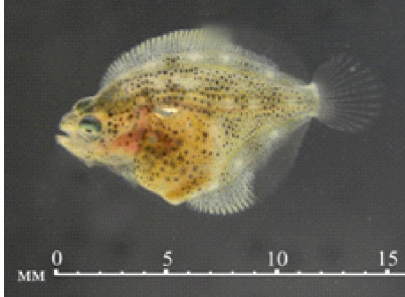


Возраст, сут.	Общая длина, мм	Характеристика	Иллюстрация
0	2,89-3,2	Недавно проклюнувшиеся личинки имеют непигментированные глаза, несформированный рот. Меланофоры распределены на центральном нотохорде	
5	3,7-4,5	Появляется грудной плавник	
10	4,5-5,5	Грудные плавники хорошо развиты. Меланофоры распределены как на спинных, так и на брюшных частях нотохорда	
15	6,0-6,8	Начинается дифференциация анальных плавников от общей плавниковой складки, а меланофоры на нотохорде хорошо развиты, за исключением заднего участка	
20	8,0-12,0	Спинной, анальный и хвостовые плавники дифференцированы; изгиб на нотохордальном конце выдвигается, появляется мембрана брюшных плавников. Многие меланофоры распределены на заднем участке нотохорда.	
25	15-19	Все лучи плавников функционально дифференцированы. Многие меланофоры распределены на нотохорде, кроме передней части головы. Начинается перемещение глаза с симметрического положения на одну сторону	
30	18-26	Перемещение правого глаза продвигается медленно по сравнению с относительным ростом других частей тела	
55-60	40-45	Личинка полностью преобразована в малька на 55-60 сутки. Масса варьирует от 80 мг до 200 мг	
75-80	53-55	Малек достигает массы от 800 до 1200 мг и переходит в стадию «ранней сеголетки». Пигментация тела и рост становятся интенсивнее.	Внешний вид аналогичный предыдущему этапу.

Таблица 2. Изменение линейно-весовых показателей черноморского калкана

Показатели	Начало выращивания	Окончание выращивания
	02.05.12 г.	19.11.12 г.
Длина общая, мм	3,04	160,88
Пределы колебаний	2,81-3,5	140,0-190,0
Масса общая, г	0,00086	87,63
Пределы колебаний	0,0006-0,0009	45-140
Абсолютный прирост по массе, г		87,6291
Абсолютный прирост по общей длине, мм		157,84
Среднесуточный прирост массы, г/сут.		0,438
Среднесуточный прирост длины, мм/сут.		0,789
Упитанность, %	0,003	2,11

Для характеристики интенсивности роста представляет большой интерес анализ соотношения длины и массы тела выращиваемых рыб. Из анализа данных видно, что на каждые 0,789 мм прироста длины в сутки приходится 0,438 г прироста массы тела (табл. 2). За 80 суток выращивания мальки достигли массы от 0,8 до 1,2 г, в среднем 1 г, и перешли в стадию «ранней сеголетки». В период с 26 по 27 июля в возрасте 90 суток по техническим причинам погибло 48 экземпляров мальков калкана. Из 125 экземпляров, оставленных на выращивание, выжило 77 экземпляров, что составило 61,6 %.

Темп роста сеголеток калкана в зимний период. Рисунок 4 иллюстрирует рост черноморской камбалы в период зимнего выращивания (с конца ноября до середины марта) в течение 115 суток. За период выращивания средняя масса рыбы увеличилась с $86,66 \pm 2,59$ г ($C_v = 25,94$) до $190,25 \pm 11,08$ г ($C_v = 26,05$), длина – с $16,88 \pm 0,15$ см ($C_v = 8,01$) до $23,16 \pm 0,41$ см ($C_v = 7,88$). Поскольку коэффициенты варибельности существенно не изменились в период зимовки, можно предположить, что разные размерные группы росли равномерно. В возрасте 315-ти суток масса рыб варьировала от 100 до 280 г, общая длина тела – от 19,6 до 26 см. Выживаемость составила 100 %.

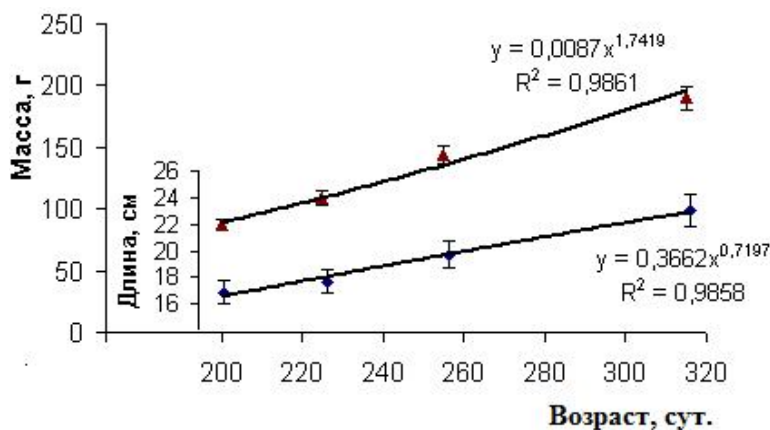


Рисунок 4. Рост молоди черноморской камбалы в период зимовки

Наблюдения показали, что при снижении температуры воды в выростном бассейне до 5-3,9 °С резко падала пищевая активность рыб. Они переставали брать корм, собирались все в темном месте, неподвижно лежали друг на друге. В январе (в период резкого похолодания), благодаря постоянному подогреву, удалось поддерживать температуру воды в бассейне в пределах 9-10,5 °С. В этих условиях рыба активно питалась. Среднесуточный прирост массы камбалы за период с 15-го декабря по 15-ое января составил около 1 % (рис. 5). В последующий период температура воды колебалась в пределах 10-14 °С. Снижение температуры воды отмечалось лишь в отдельные дни, когда осуществлялась ее подмена. Свежую воду подавали из отстойника или напрямую из моря. Интересно, что в эти дни у камбал отмечалась низкая пищевая активность. Резкое снижение температуры воды на 2-3 градуса приводило к уменьшению потребления корма в 4-5 раз.

Среднесуточный прирост массы рыб за два последних месяца зимовки составил всего 0,5 % (рис. 5). Вероятно, это связано не только со снижением потребления корма при резком изменении температуры воды в бассейне, но и с увеличением энергетических затрат при температуре выше 10 °С, а также с весенней активацией обменных процессов, что требует более полноценных кормов и, возможно, изменения режима кормления.

В январе (в период резкого похолодания), благодаря постоянному подогреву, удалось поддерживать температуру воды в бассейне в пределах 9-10,5 °С. В этих условиях рыба активно питалась. Среднесуточный прирост массы камбалы за период с 15-го декабря по 15-ое января составил около 1 % (рис. 5). В последующий период температура воды колебалась в пределах 10-14 °С. Снижение температуры воды отмечалось лишь в отдельные дни, когда осуществлялась ее подмена. Свежую воду подавали из отстойника или напрямую из моря. Интересно, что в эти дни у камбал отмечалась низкая пищевая активность. Резкое снижение температуры воды на 2-3 градуса приводило к уменьшению потребления корма в 4-5 раз.

Несмотря на снижение темпа роста в конце зимовки, обращает на себя внимание то, что за период выращивания с конца ноября до середины марта средняя длина калкана увеличилась на 6,28 см, а масса на 103,59 г.

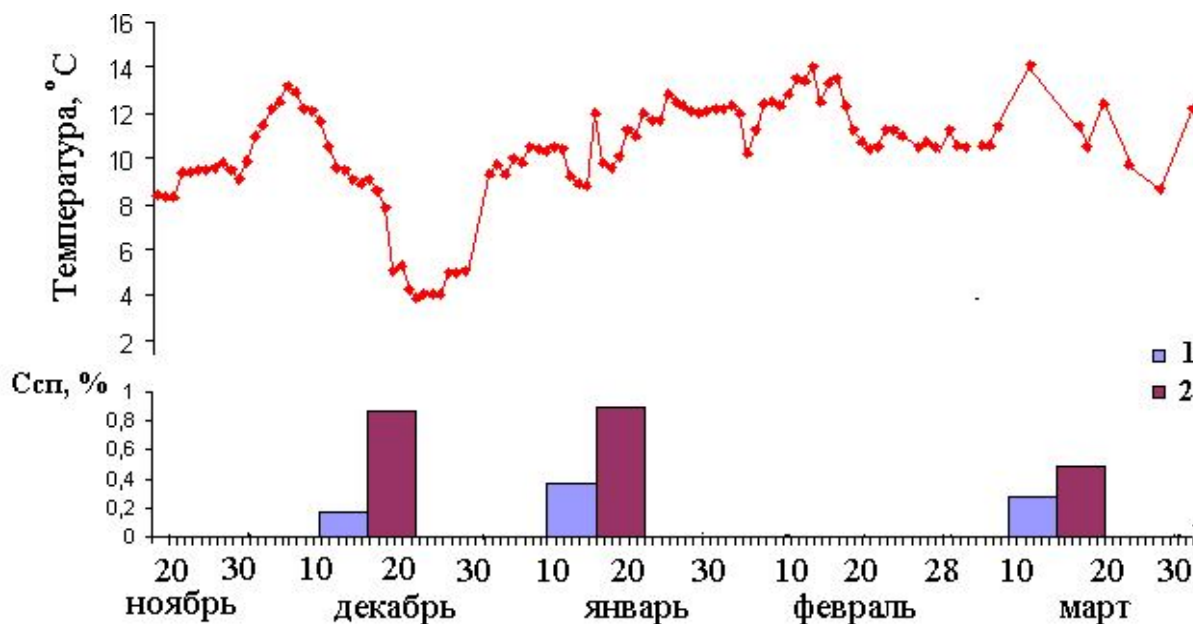


Рисунок 5. Среднесуточные приросты (по Винбергу, 1956) длины (1) и массы (2) камбалы в отдельные периоды выращивания

Заключение

В ЮгНИРО впервые проведено выращивание черноморского калкана до годовалого возраста, изучены особенности роста молоди на отдельных этапах онтогенеза, их толерантность к условиям среды и интенсивности питания. Показано, что на интенсивность роста сеголетков существенное влияние оказывает температура среды. В летний период рост молоди резко снижается при температуре выше 25 °С, а при температуре ниже 4 °С во время зимовки сеголетки прекращают питаться. При температуре выше 10 °С в весенний период отмечается снижение темпа роста рыб по сравнению с предыдущим периодом, что, вероятно, связано с весенней активацией обменных процессов и предполагает замену используемого стартового корма фирмы Aller Aqua на производственный комбикорм фирмы BioMar. Поскольку выживаемость сеголетков камбалы была 100 % и темпы роста высокими, считаем, что зимовка молоди камбалы-калкана в условиях НИБ «Заветное» прошла успешно. В ЮгНИРО есть все условия выращивания ремонтно-маточного стада для искусственного воспроизводства и товарного выращивания.

Литература

1. Борисенко В.С. Морфо-экологические особенности личинок камбалы-калкана (*Scophthalmus maeoticus* P.) и кефали-лобана (*Mugil cephalus* L.) в связи с искусственным воспроизводством : автореферат дис.к.б.н. – М., 1980. – 28 с. (13).
2. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: Белорус. ун-т. – 253 с.
3. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Результаты анализа созревания самок черноморской камбалы-калкана // Труды ВНИРО. – 1976. – Т. 115. – С. 51-56.
4. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Предварительная методика получения зрелой икры камбалы-калкана // Рыбное хозяйство. – 1978. – № 4. – С. 15-17.
5. Довбыш О.Э., Губанов Е.П., Шляхов В.А. Ресурсы рыболовства в Черном и Азовском морях: проблемы изучения и использования // Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – № 5. – С. 6-15.
6. Золотницкий А.П., Куликова Н.И., Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. Материалы по сравнительному анализу воспроизводства камбаловых по экстенсивной и интенсивной технологиям : отчет о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 1997. – 47 с.

7. Золотницкий А.П., Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. Результаты исследований по культивированию черноморской камбалы-калкан в рециркуляционных установках : отчет о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 1998. – 26 с.
8. Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Особенности питания и роста личинок черноморской камбалы-калкана *Psetta taeotica taeotica* (Pallas) при культивировании в промышленных рециркуляционных установках // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : научн.-практич. конф. – Ростов н/Д, 2001. – С. 83-84.
9. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: АН СССР, 1961. – 362 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук В.В. Покровского. - 4-е издание, перераб. и дополн. – М.: Пищевая промышленность, 1966.
11. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Куликова Н.И. Получение жизнестойкой молоди черноморской камбалы-калкана с использованием промышленных рециркуляционных установок // Другий з'їзд гідроекологічного товариства укр. тези доповід. – К., 1997. – Т. 2. – С. 58-59.
12. Туркулова В.Н. Выращивание молоди черноморского калкана. – Симферополь: Крымский КЦНТЭИ, 1999. – № 59-99. – 3 с.
13. Туркулова В.Н., Булли Л.И. Проект ДСТУ. Морські риби. Загальні вимоги щодо технології вирощування / ТК 33 Рибне господарство. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, 2005. – 21 с.
14. Туркулова В.Н., Булли Л.И. Проект ДСТУ: Плідники морських риб. Методи витримування у контрольованих умовах / ТК 33 Рибне господарство. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, 2008. – 21 с.
15. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Булли Л.И. и др. Проект інструкції з штучного відтворення чорноморського калкана : отчет о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – 111 с.

ОПЫТ МАССОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ИНФУЗОРИЙ В МОРСКОЙ ВОДЕ

Н. В. Новоселова

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

В работе приводятся данные по культивированию инфузорий в морской воде. Кормом для инфузорий служили питательные среды на основе органического удобрения с добавлением полисахаридов, аминокислот, витаминов и азотных солей. Материал представлен в виде графических рисунков.

Ключевые слова: инфузории, культивирование, питательная среда, плотность

Experience of the ciliate mass culture in the sea water. N.V. Novoselova. The data on the ciliate culture in the sea water are given. The ciliate was fed on nutrient media on the basis of the organic fertilizer with addition of polysaccharides, amino acids, vitamins, nitric salts. The material is presented in the form of graphic figures.

Keywords: ciliate, culture, nutrient medium, density

Введение

Инфузории – это простейшие организмы (тип *Protozoa*), тело которых морфологически соответствует одной клетке, будучи вместе с тем самостоятельным организмом со всеми присущими организму функциями. Свободноживущие инфузории играют заметную роль в пищевых цепях водоемов, активно питаются бактериями и микроводорослями, и сами являются пищей для многих беспозвоночных организмов. В самый начальный период перехода на активное питание личинки пресноводных рыб нуждаются в мелких, так называемых стартовых кормах, размером от 40 до 200 мкм. Инфузории из-за своих небольших размеров (20-300 мкм), малой подвижности, способности образовывать громадные плотности численности (более 100 тыс. экз./л), удобной для заглатывания рыбами формой тела, служат прекрасным стартовым кормом [11].

В настоящее время существуют методы промышленного разведения пресноводных инфузорий. Простейших выращивают следующими методами: периодическое культивирование или полунепрерывное, и накопительное. Основным видом инфузорий, выращиваемых в пресноводной аквакультуре, являются инфузории рода *Paramecium*. Кроме того, инфузории как животные организмы обладают высокими кормовыми достоинствами. Это высокобелковый, легко усвояемый корм. В сухом веществе парамеций содержится: протеина – 58,1; жира – 11,8-19,9; углеводов – 4; золы – 3,4 %. Полноценен и аминокислотный состав белков: присутствует полный набор незаменимых кислот, например, содержится: лизина – 4,7 %, метионина – 1,2 % [7-9, 11, 16, 23]. Применение этих способов выращивания инфузорий обеспечивает непрерывный рост и довольно высокую продуктивность культуры (до 500 мг/м³ сырой биомассы ежедневно).

Личинкам морских рыб, в отличие от пресноводных, требуются совсем мелкие стартовые корма от 20 до 40 мкм. [4, 12, 13, 20]. Попытки промышленного способа выращивания морских простейших начались за рубежом с 70-х гг. XX века. Культивируемыми видами являлись ресничные инфузории: р. *Euplotes*, р. *Favella*, р. *Tintinnopsis*, р. *Fabres* [20].

В 1980-е гг. появляются работы о применении инфузорий как стартового корма для личинок морских рыб, обусловленные их высокой воспроизводительной способностью [8, 12-14, 17]. В рыбководстве давно известно, что концентрация живого корма ясно определяет степень его доступности. Исследователи к середине 1980-х гг. выяснили, что морские инфузории могут давать при культивировании очень большие плотности, поэтому вследствие своих малых размеров и малой подвижности они являются самым доступным кормом для самых мелких личинок морских рыб [15]. В 1990-е гг. проводятся исследования по оценке питательных качеств морских

инфузорий как корма для личинок рыб. Вследствие своей способности к поглощению различных химических и биологических веществ не только ртом, но и всей поверхностью тела, питательную ценность инфузорий можно легко изменять, применяя при выращивании различные ингредиенты. Состав пищи, в свою очередь, влияет на время генерации инфузорий [4].

Способы и методы содержания и выращивания морских инфузорий опираются на микробиологические методические разработки по культивированию простейших [2, 14, 19-23]. При различных методах выращивания инфузорий (полунепрерывный, периодический, накопительный) выделяют три фазы культивирования простейших:

1. лаг-фаза (культура находится в состоянии накопления биоресурсов для размножения), время адаптации к условиям культивирования;
2. фаза ускоренного роста, или фаза экспоненциального роста;
3. фаза замедленного роста;
4. стационарная фаза или «плато», замедление и прекращение фазы роста культуры.

В практике разведения инфузорий используют для их кормления сеной настоей, кормовые и пекарские дрожжи, микроводоросли и различные питательные добавки в виде солей химических веществ, полисахариды, аминокислоты, витамины. При выращивании инфузорий необходимо учитывать такие параметры среды: содержание кислорода, оптимум – 4-8 мг/л; водородный показатель pH – 7,6-8,5; температура – 20-28 °С; продукты метаболизма следует удалять; регулировать количество и качество корма [1, 9, 11]. Несмотря на определенные успехи в области культивирования морских инфузорий, к настоящему времени еще не существует способов их промышленного воспроизводства. В своей работе мы попытались обобщить опыт культивирования инфузорий в морской воде.

Материал и методика

Мы провели массовое культивирование следующих видов инфузорий: *Euplotes affinis*, *E. charon*, *Mesodinium pulex*, *Metacylis mediterranea* var. *longa*. Выращивание проходило в различных пластиковых емкостях. Объем культуральной среды составлял 900-2000 л. В период проведения массового выращивания основные гидрохимические параметры среды оставались на одном уровне и варьировали соответственно: содержание кислорода – 4,8-7,5 мг/л; водородный показатель – 8,1-8,4; соленость – 12-20 ‰. Работы проходили на фоне природного колебания температуры от 16 до 25 °С.

В качестве корма для инфузорий применяли питательные среды и кормовые дрожжи *Torulopsis utilis*, «торулла». Питательные среды готовили следующим образом, на 1 м³ морской воды вносили: среда № 1 – коровий навоз, 1 кг; кормовой витамин В12 – 10-15 мг; азотнокислый натрий – 5-10 г; картофельный крахмал – 5-10 г; глюкоза – 10-20 мг; кормовые дрожжи – 20-30 мг; метионин – 10-20 мг. Настаивали 5-10 суток и вносили ежедневно по 1-2 л/м³. Питательная среда № 2 содержала такие же ингредиенты, кроме глюкозы. Применение питательных сред начинали за 10-20 суток до внесения маточной культуры. Также использовали различные ракушечные фракции на дно бассейнов в качестве подстилающего и фильтрующего слоя в количестве 4-10 кг/м².

Следует оговорить особенности массового культивирования вышеперечисленных видов инфузорий. Предварительное культивирование инфузорий в аквариумах объемом до 50 л показало, что оба вида инфузорий р. *Euplotes* встречаются в совместной культуре, но в период выращивания вид *E. affinis* подавляет вид *E. charon*, причем оба вида не образуют численность больше чем 20-40 экз./мл. Эти виды, как правило, появляются в культурах коловратки *Brachionus plicatilis*, то есть всегда присутствуют в месте обитания коловраток. Но при совместном культивировании с коловраткой в небольших емкостях обычно ее вытесняют. Инфузории *Mesodinium pulex* и *Metacylis mediterranea* редко встречаются с другими видами. Вид *M. mediterranea* совсем «не поддается» культивированию с другими видами инфузорий. Поэтому совместное выращивание всех перечисленных видов нежелательно. Учитывая эти особенности, мы проводили индивидуальное выращивание каждого вида. Полученные нами данные приводятся в виде графических рисунков.

На всех рисунках мы представляем усредненные результаты проводимых исследований, полученные на экспериментальной базе НИБ «Заветное» за период с 1985 по 2008 г. Длительность

культивирования составляла 30-45 суток. Каждые 2-3 суток проводили изъятие 1/3 части продукции в виде сырой биомассы. Мы приводим период культивирования, за который можно получить максимальную численность определенного вида (6-13 суток).

Результаты исследований и их обсуждение

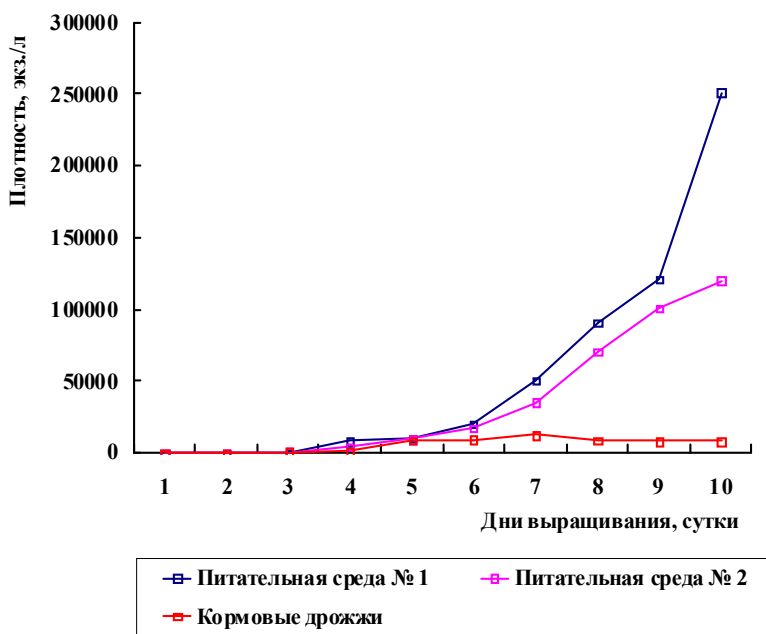


Рисунок 1. Изменение плотности инфузории *E. affinis* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 1000 л

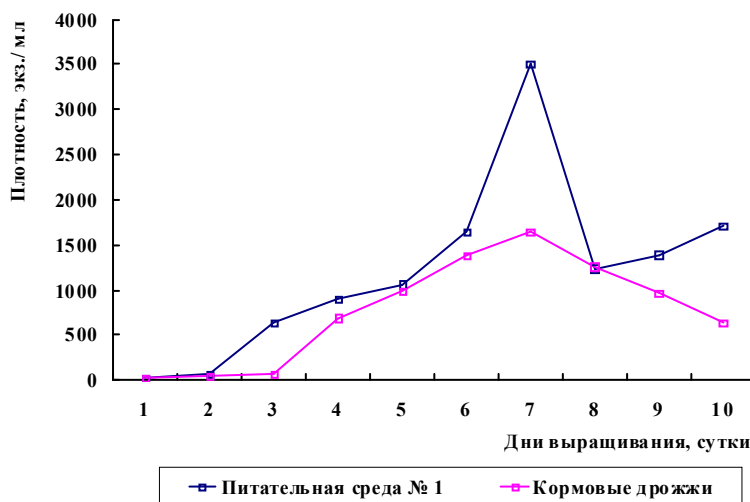


Рисунок 2. Изменение плотности инфузории *Euplotes charon* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 900 л

увеличение численности инфузорий (фаза замедленного роста, до 6 суток, плотность увеличивается до 1-2 тыс. экз./л), после изъятия продукции наступает сразу стационарная фаза (6-10 суток, численность остается почти на одном уровне). На 12-13 сутки инфузории перестают интенсивно размножаться, если не произвести замену 1/3 культуральной среды на свежую морскую воду. Все вышесказанное относится к культивированию трех видов инфузорий: *E. affinis*, *E. charon*, *Mesodinium pulex* (рис. 1-3). За период экспериментального культивирования р. *Euplotes* питательная среда № 1 зарекомендовала себя лучше, чем питательная среда № 2 (рис. 1). Вследствие этого, при выращивании других видов мы применяли питательную среду № 1, варьируя только концентрацией составляющих веществ.

На рисунке 1 мы представляем результаты культивирования инфузории вида *Euplotes affinis* (Dujardin, 1842).

В начале массового культивирования с применением питательных сред «лаг-фаза» отсутствовала, но имела место фаза замедленного роста (плотность увеличивалась от нескольких десятков экз./л до нескольких тысяч экз./л), продолжающаяся 4-6 суток. Далее наступала фаза ускоренного роста (4-9 суток, плотность резко возрастала до нескольких десятков тысяч или сот тысяч экз./л). И на 10-12 сутки наступала опять фаза замедленного роста, но увеличение численности культуры не прекращалось, только шло более низкими темпами, стационарная фаза отсутствовала. Следовательно, в наших вариантах культивирования имеют место только две фазы нарастания численности – замедленного и ускоренного роста. Резкое уменьшение плотности инфузорий во время кормления питательными средами мы наблюдали только после изъятия 1/2 части продукции (рис. 2). В емкостях, где использовались для кормления культуры инфузорий только кормовые дрожжи, можно было наблюдать другую картину роста популяции инфузорий. В начальный период выращивания происходит очень медленное

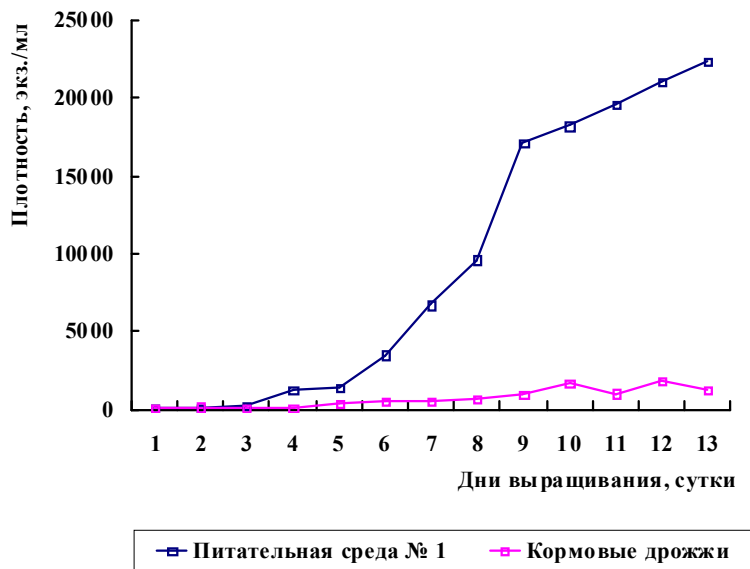


Рисунок 3. Динамика плотности *Mesodinium pulex* в зависимости от состава корма (объем – 900 л)

инфузории размножались агамным способом (бесполое размножение) и увеличивали плотность популяции в течение длительного периода от 10 до 45 суток. Многочисленные исследования разных авторов показали, что продолжительность такого периода зависит от создания оптимальных условий выращивания. Главную роль при этом выполняет пища соответствующего качества и количества [5, 9, 21-23].

Во всех наших работах инфузории размножались агамным способом (бесполое размножение) и увеличивали плотность популяции в течение длительного периода от 10 до 45 суток. Многочисленные исследования разных авторов показали, что продолжительность такого периода зависит от создания оптимальных условий выращивания. Главную роль при этом выполняет пища соответствующего качества и количества [5, 9, 21-23].

На рисунке 2 мы представляем динамику плотности инфузории *E. charon* (O.F. Muller, 1786) при выращивании с использованием кормовых дрожжей и питательной среды № 1. Инфузории этого вида почти в 2 раза больше по величине, чем предыдущий вид – *E. affinis*. Вторым фактором: в культуре инфузورий *E. charon* всегда присутствуют и инфузории вида *E. affinis*, которые могут вытеснить первый. Это происходит в том случае, если в питательной среде № 1 увеличить содержание глюкозы и метионина. Поэтому численность инфузورий, полученная при культивировании, более чем достаточна для того, чтобы использовать этот вид для массового выращивания.

На приведенном рисунке 2 можно проследить изменения, происходящие при удалении 1/2 продукции (сырой биомассы) на 7 сутки. Численность инфузورий, выращиваемых на питательной среде № 1, восстановилась на 10 сутки с 3500 до 1700 экз./мл, а в емкости, где для кормления применялись только кормовые дрожжи, популяция инфузорий больше не восстановила максимальную плотность.

На графическом рисунке 3 приводится динамика развития популяции инфузорий вида *M. pulex* (Claparede et Lachmann, 1858), а также можно проследить, что увеличение численности инфузорий при использовании в качестве корма питательной среды № 1 проходит без периодов «лаг-фазы» и «затухания роста». По сравнению с инфузориями вида *E. charon*, мы получили численность вида *M. pulex* на порядок выше. Можно предположить, что питательная среда № 1 в имеющихся экологических условиях лучше усваивается этим видом инфузорий. Поэтому *M. pulex* за период культивирования в 13 суток увеличивает плотность с 100-300 экз./мл до 22000 экз./мл.

На рисунке 4 мы приводим результаты выращивания инфузорий вида *Metacylis mediterranea* var. *longa* (Brandt, 1908).

По приведенному рисунку 4 видно, что инфузорий этого вида невозможно культивировать, применяя в качестве корма только кормовые дрожжи. На «чистых» кормовых дрожжах популяция данного вида не вступила даже в фазу замедленного роста. Применение питательной среды № 1 дало положительный результат. Численность популяции инфузорий медленно нарастала в период с 1 по 6 сутки от 7 экз./мл до 41 экз./мл. За период культивирования с 6 по 10 сутки плотность инфузорий возросла до 228 экз./мл.

Мы считаем, что полученные результаты по массовому культивированию инфузорий р. *Metacylis* являются положительными по нескольким причинам. Во-первых, для своей размерной группы и анатомических особенностей (живут в специализированных «домиках») численность инфузорий – более 200 экз./мл – довольно высокая, во-вторых, мы культивировали вид, используя не оптимальную соленость для данного вида, в-третьих, плотность инфузорий постоянно нарастала, даже при ежедневном удалении продукции. В-четвертых, этот вид имеет довольно крупные размеры – до 200 мкм.

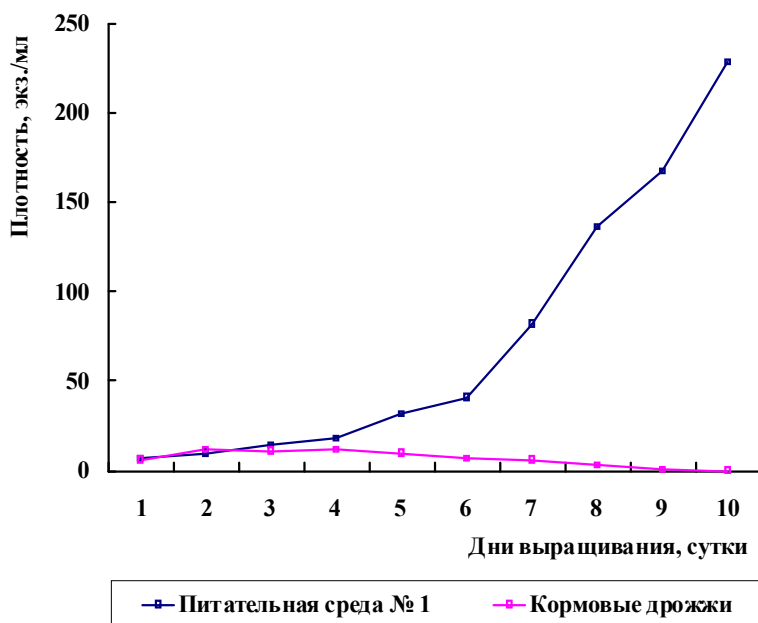


Рисунок 4. Изменение плотности инфузории *M. mediterranea* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды 900 л

природного колебания температуры. Во вторую очередь, размерами инфузорий: *E. affinis* (30-70 мкм); *E. charon* (60-90 мкм); *Mesodinium pulex* (20-40 мкм); *Metacylis mediterranea* (80-200 мкм). Максимальная плотность, полученная при культивировании на питательных средах, составляла у вида *Euplotes affinis* – 250 экз./мл, а у *Euplotes charon* – 3500; *Mesodinium pulex* – 22360; *Metacylis mediterranea* – 228 экз./мл, соответственно. За период выращивания культур с применением в качестве корма только кормовых дрожжей, мы получили следующие результаты по максимальной плотности инфузорий: *Euplotes affinis* – 12,4 экз./мл, а у *E. charon* – 1640; *Mesodinium pulex* – 1800; *Metacylis mediterranea* – 11,5 экз./мл, соответственно. Следует обратить внимание на то, что нарастание численности фитопланктона проходило на 6 сутки, а на 10 сутки плотность микроводорослей достигала 14-20 млн. кл./л, несмотря на неблагоприятный режим температуры – 16-20 °С. При использовании в качестве корма только хлебных дрожжей фитопланктон развивался очень медленно, в количественном отношении на 10 сутки – от 2-3 млн. кл./л до 4-5 млн. кл./л. В качественном плане, при применении питательных сред за 10-20 суток до внесения маточной культуры, культуральная среда всегда принимала четкий светло-зеленый оттенок, в отличие от первоначального – бурого – цвета. Диатомовый и сине-зеленый комплекс микроводорослей заменялся на зелено-диатомовый. В начале культивирования преобладали следующие диатомовые и сине-зеленые водоросли: *Nitzschia vermicularis*, *Navicula radiosa*, *Coscinodiscus radiatum*, *Chaetoceros sp.*, *Prorocentrum micans*, *Microcystis flos-aquae*, *Oscillatoria amphibia*. На 10 сутки выращивания, после 15-20 кратного внесения среды, уже преобладали зеленые, диатомовые и одиночные сине-зеленые микроводоросли: *Dunaliella viridis*, *Chlorella vulgaris*, *Platymonas sp.*, *Chlamidomonas sp.*, *Aphanothece sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Navicula sp.*

Следовательно, применение питательных сред в качестве корма и кораллово-ракушечных фракций на дно бассейнов в качестве подстилающего и фильтрующего слоя позволяет создать трофическую цепочку: бактериопланктон – фитопланктон – инфузории.

При массовом культивировании инфузорий мы редко наблюдали процессы конъюгации (половой процесс и ядерная реорганизация), которые обычно приводят к замедлению темпа размножения. Без обновления ядерного аппарата у инфузорий происходит гипертрофия макронуклеуса, рост и деление прекращаются. Процесс конъюгации замедляет темп увеличения численности, что нежелательно для массового культивирования. Но многочисленные исследования разных авторов еще в начале XX века показали, что продолжительность агамного (бесполого) периода размножения может быть значительно увеличена при культивировании созданием оптимальных условий существования и обновлением культуральной среды [18, 19, 22, 23]. Многие авторы от-

Таким образом, можно заключить, что различная численность культивируемых видов инфузорий, с нашей точки зрения, объясняется, в первую очередь, различными экологическими требованиями инфузорий к параметрам среды культивирования (р. *Euplotes* предпочитает соленость в диапазоне 14-22 ‰ по NaCl, *M. pulex* – 12-14 ‰, *Metacylis mediterranea* – 18-35 ‰, соответственно). При указанной выше солености инфузории встречаются в естественной среде обитания в акватории Керченского пролива. Оптимальная температура для культивирования инфузорий по В.Е. Заике составляет 20-28 °С [6]. Наши работы проводились в условиях

мечают, что бесполое размножение (деление надвое), которое обуславливает постоянное увеличение численности, происходит при наличии достаточной и легкоусвояемой пищи и благоприятной температуре. В этом случае инфузории способны давать большую продукцию, как и все простейшие [2, 5, 6].

Выводы и рекомендации

Способы и нормативы внесения и применение удобрений в рыбоводстве начали разрабатывать еще в начале XX века. Но до сих пор остается дискуссионным вопрос о режиме и формах внесения удобрений в воды повышенной минерализации по NaCl. В своих научно-исследовательских работах по массовому выращиванию беспозвоночных гидробионтов мы опирались на способ «совместных культур» – одновременного внесения органических и неорганических удобрений и микроэлементов [3, 10].

Наши исследования показали, что прямое внесение в морскую воду различных ингредиентов не приводит к эффективным результатам.

Поэтому мы рекомендуем вносить в морскую воду питательные среды, основой которых являются минеральные и органические удобрения с различными химическими и биологическими веществами, приготовленные на морской воде и настоянные в течение 5-15 суток; кроме того, можно предположить, что:

- питательные среды эффективно воздействуют на генеративный аппарат инфузорий, благодаря тому что составляющие ингредиенты находятся в растворенном состоянии, следовательно, быстрее усваиваются организмами, что и приводит к постоянному бесполому размножению культуры популяции;
- массовое культивирование инфузорий на питательных средах позволяет проводить их выращивание даже при неоптимальной температуре;
- для выращивания инфузорий р. *Euplotes* и р. *Mesodinium* следует применять витамины группы В, глюкозу, метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения;
- использование кораллово-ракушечного подстилающего слоя, а также сбалансированное внесение питательных сред благоприятно сказывается на стабилизации гидрохимических параметров водной среды и способствует созданию трофической цепи: бактериопланктон – фитопланктон – инфузории.

Литература

1. Бурковский И.Б. Биология свободноживущих инфузорий. – М.: МГУ, 1984. – 208 с.
2. Веркман К.Х., Вильсон П.В. Физиология бактерий. – М.: Ист. литерат., 1954. – 302 с.
3. Воробьев В.И. Биогеохимия и рыбоводство. – Саратов: Литература, 1993. – 224 с.
4. Гроздов А.О., Цвылев О.Р. Методические подходы к оценке качества кормовых продуктов с использованием инфузорий // Экол.-физиол. и токсик. методы рыбох. исслед. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 151-157, 186.
5. Догель В.А., Полянский Ю.И., Хейсин Е.М. Общая протозоология. – М.-Л.: АН СССР, 1962. – 502 с.
6. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1983. – 205 с.
7. Епланова Г.Е., Потехина Ж.С., Васнева Ж.П. Способ культивирования инфузорий *Paramecium caudatum* // А.с. 1711750; СССР, МКИ .А 01 К 61/00; АН СССР, № 4693168/13; заявл. 28.03.89; опубл. 15.02.92, Бюл. № 6.
8. Журавлева Н.Г. Опыт подращивания личинок весенне-нерестующей мойвы // Рыбное хозяйство. – М., 1982. – № 7. – С. 38-39.
9. Кокова В.Е. Непрерывное культивирование беспозвоночных. – Новосибирск: Наука, 1983. – 168 с.
10. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1972. – 471 с.
11. Моисеев Н.Н. Выращивание живых кормов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М., 2007. – № 12. – С. 43-51.
12. Новоселова Н.В. Влияние некоторых биологически активных веществ на рост популяций коловраток и инфузорий // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 81-94.
13. Сайфулина Е.Ю. Культивирование инфузорий рода *Euplotes* для выращивания личинок морских рыб // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 94-96.
14. Павловская Т.В. Питание и размножение массовых видов инфузорий Черного моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Севастополь, 1971. – 24 с.

15. *Тарасов Е., Герасимова Т., Карманова Е.* Инфузории – стартовый корм // Рыболовство и рыбоводство. – М., 1982. – № 5. – С. 7.
16. *Чорик Ф.П., Викола М.М.* Биологические основы культивирования водных организмов. – Кишинев, 1983. – С. 35-44.
17. *Хлебович Т.В.* Роль инфузорий в продуктивности водоемов // Зоологический журнал. – М., 1982. – Т. 67, вып. 9. – С. 356-364.
18. *Calkins G.* Uroleptus mobilis Engelm // Renewal of vitality through conjugation / Experimental Zoology. – 1919. – II, № 29. – Pp. 121-156.
19. *Calkins G.* Age and death of clones in relation to the results of conjugation // Experimental Zoology. – 1944. № 96. – Pp. 27-52.
20. *Girin, J. Person-le Ruyet J.* L'elevage larvaire des poissons marins dans les chaînes alimentaires et aliments composés // Bulletin Francis pisciculture. – 1977. – Vol. 49, № 26. – Pp. 88-101.
21. *Girin, J. Person-le Ruyet J.* L'elevage larvaire des poissons marins; en ecloserie: données de base et tendances actuelles // Oceanic. – 1987. – Vol. 13, № 1. – Pp. 5-23.
22. *Sonneborn T.* Breeding systems, reproductive methods and specimens problems in Protozoa // American Association Adv. Scientific / The Species Problems : Symp. – Washers, 1987. – Pp. 155-324.
23. *Szito A.* The effects of abiotic and biotic factors on the productivity of full-scale Paramecium cultures // Aquaculture Hung. – 1980. – Vol. 16, № 2. – Pp. 44-49.

РИФОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БИОМЕЛИОРАЦИИ КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЫ

В. Г. Крючков

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

Воды Керченской бухты испытывают возрастающий антропогенный пресс, что приводит к более значительным загрязнениям. Перспективны мероприятия по установке в море искусственных рифов (ИР), обеспечивающих реабилитацию аборигенных гидробионтов – фильтраторов, активно поддерживающих экологическое равновесие морских экосистем. Определен минимально необходимый объем мидий и водорослей для начального этапа работ по очистке воды в бухте. Проведен выбор оптимальной конструкции ИР, представлена схема размещения рифовых сооружений и их количество, а также затраты на изготовление и установку в море. Описаны основные работы по их обслуживанию и обследованию. Предложен способ организации работ и возможные исполнители.

Ключевые слова: бухта, загрязнения, биофильтры, мидии, риф, затраты, обслуживание, исследования, исполнители

Reef constructions for bioreclamation of the Kerch Bay. V.G. Kryuchkov. *The Kerch Bay waters are under the increasing anthropogenic load, which leads to more significant pollutions. The prospective measures for constructing artificial reefs (AR), ensuring rehabilitation of indigenous aquatic filtration organisms, which actively maintain ecologic balance of the marine ecosystems, are suggested. The minimal necessary amount of mussels and algae is defined for the first stage of the water purification activities in the bay. The choice of optimal AR design is made; the location scheme and number of reef constructions as well as the expences on their creation and installation are presented. The major works on their maintenance and inspection are described. The way of workflow arrangement and possible performers are suggested.*

Keywords: bay, pollution, biofilters, mussels, reef, expences, maintenance, research, performers

Введение

Керченская бухта имеет огромное значение для города, на ее берегах расположены два завода, связанные с судоремонтом и судостроением, а также напряженно работают торговый, рыбный порты и газовый терминал (Украина-Казахстан). Бухта открыта (с достаточным водообменом) водам Керченского пролива, имеющего интенсивное судоходство (прохождение – более 20 судов в сутки) и несколько перегрузочных рейдов (с открытыми, грейферными перегрузками). В бухту стекают неочищенные ливневые городские стоки с дорог и впадает (с такими же стоками) река Приморская (Мелек-Чесме). Негативный (внесение различных загрязнителей) антропогенный пресс на воды бухты в будущем, по прогнозам специалистов, будет только нарастать [3].

Одновременно бухта используется в рекреационных целях. На берегах размещены три пляжа для купания жителей, санаторий, морские (лодочные) гаражи, набережная (с рыбаками-любителями) и две водные станции для отдыха. Обеспечение чистоты вод красивой городской бухты – важная задача, стоящая перед экологическими организациями и руководством города (рис. 1).

Основной материал

Известны основные следующие способы очистки прибрежных акваторий:

- осуществление системы мер очистки всех стоков на берегу (очистные станции);
- локализация загрязнений и их удаление с поверхности воды (плавучие ограждения, плавсредства с улавливателями и перекачкой воды через фильтры);
- установка в море искусственных рифов (ИР) – с созданием многочисленного дополнительного (экологически чистого) субстрата для увеличения количества и поддержания биораз-



Рисунок 1. Вид на Керченскую бухту с г. Митридат

нообразия аборигенных гидробионтов, с оказанием тем самым помощи морю по сохранению его природного потенциала самовосстановления.

В настоящей статье рассматривается вариант осуществления работ по третьему способу. С увеличением площади (расположенной в толще воды, над поверхностью дна) нового субстрата в воде создаются условия (поверхности для биообрастателей и места для нереста рыб, укрытия от хищников, акустические ориентиры) для поддержания и более активного развития местных морских гидробионтов. Из

многочисленных подводных наблюдений давно замечено, что над банками мидий (основных обрастателей рифов) или вокруг их скоплений на твердых субстратах (скалах, камнях, бетонных сваях причалов, на остатках нефтегазовых платформ) или на специальных искусственных морских сооружениях (коллекторах для выращивания мидий в толще воды) всегда наблюдается слой более светлой воды [5]. Это результат жизнедеятельности мидий, активно фильтрующих морскую воду с целью питания. Мидии пропускают через себя морскую воду, содержащую фитопланктон, взвешенные органические частицы и бактериофлору. Одна крупная мидия (размером более 5 см) фильтрует в сутки от 40 до 50 л морской воды. Исходя из этого, только 1 т мидий (30-33 тыс. экз.) в сутки фильтрует 1500-1600 м³ и за год может профильтровать от 500 до 540 тыс. м³ морской воды. При этом часть из присутствующих в морской воде компонентов усваивается мидиями (избирательно, по виду и размеру) и участвует в физиологических процессах (перерабатывается и накапливается в отдельных частях тела), а часть в виде склеенных комочков (псевдофекалий) без переработки выбрасывается и уносится течениями или откладывается на дне.

Водоросли-макрофиты, присутствующие в обрастаниях ИР, также активно участвуют в очистке морской воды. Загрязнители (в виде осевших взвесей и ила), концентрирующиеся на поверхностях водорослей, подвергаются разложению экзоферментами (выделяемыми водорослями) и микробиологическим сообществом, развивающимся на растениях. Водоросли также выделяют в воду вещества (перекись водорода, активные радикалы кислорода), участвующие в окислительных процессах с загрязняющими воду веществами. Выделяемый водорослями кислород способствует предотвращению заморных явлений в водоеме. Подсчитано, что 1 м² поверхности дна, занятый водорослями за световой день, выделяет до 1 л кислорода, что обеспечивает окисление 0,43 мл нефтяных углеводородов, и также известно, что на полное окисление 1 л нефти необходимо 3,3 кг кислорода [2]. Исследователи отмечают, что свою лепту вносят и другие гидробионты-обрастатели, их вначале на субстрате ИР насчитывают 18-20 видов, но уже через 3-3,5 месяца после установки ИР в воду начинает доминировать мидия. При этом на субстрате еще присутствуют, суммарно не превышая 7-10 % (по биомассе), гидроиды, оболочники, черви и ракообразные, и в последующем их количество стабилизируется на 10-12 видах [6]. В естественном биоценозе Керченского пролива насчитывается около 41 вида гидробионтов, но обрастатели рифов (особенно коллекторов в толще воды), находясь в выгодном положении и благодаря хорошему физиологическому состоянию, являются наиболее активными биофильтрами. При этом морская вода очищается от многих загрязняющих воду элементов: нефтепродуктов, тяжелых металлов, хлорорганических соединений и др. Некоторые авторы утверждают, что мидии, с учетом их многочисленности, являются основными санитарами Черного моря [4, 7, 8].

Известно, что негативное антропогенное воздействие, в первую очередь, испытывают акватории портовых бухт приморских городов. По наблюдениям экологов, с увеличением интенсивности использования портовых бухт их загрязнение увеличивается, несмотря на все меры по их недопущению. Керченская бухта, вмещающая в себя 0,06 км³ морской воды, также имеет тенденцию к загрязнению нефтепродуктами, хлорорганическими соединениями и некоторыми тяжелыми металлами. Бухта имеет хороший водообмен (от 10 до 20 % объема в сутки). За год через бухту проходит 2,1-4,6 км³ морской воды (экспертная оценка), т.е. бухта хорошо промывается, но, к сожалению, течениями приносится не всегда чистая вода. Акватория прилегающих вод Керченского пролива также подвержена загрязнению. Увеличивающиеся объемы перевалки грузов на перегрузочных рейдах, судоходство, аварийные разливы нефти и различные стоки в пролив с одновременным уменьшением количества аборигенных биофильтраторов (в основном мидий) приводят к ухудшению экологической обстановки. Поэтому большое значение имеют любые работы, способствующие восстановлению поселений мидий в проливе, запасы которых за последние 20 лет резко сократились.

Предполагается (в результате несложных предварительных расчетов), что 100 т мидий в год могут профильтровать 0,055-0,06 км³ воды. А, по мнению некоторых авторов, 1 га мидийной плантации (100-120 т) за год может профильтровать до 5,3 км³ воды, что даже превышает объем (4,6 км куб.) водообмена воды в бухте за год [4]. Поэтому сто тонн – это тот первичный объем мидий, с которого можно начинать реабилитационные работы в бухте, с учетом основного условия – «не навреди» (природе). После установки ИР в бухту необходимо будет систематически наблюдать за изменением биоценоза (по количеству и видам), за гидрохимическими показателями и уровнем загрязнений морской воды, и только после анализа наблюдений можно будет оценить экологическую эффективность ИР и при необходимости наращивать их объемы. Это конечно предварительные, условные расчетные данные, но они позволяют на начальном этапе выдать практические рекомендации по объемам выращиваемых мидий и оценить ожидаемые финансовые затраты.

Известно большое количество конструкций ИР донных, придонных и пелагических [1, 8]. Донные выполняют из сетных полотен на дне с субстратными возвышениями, но на илистом грунте бухты они будут быстро заиливаться. Можно использовать различные придонные ИР, характеризующиеся наличием жестких каркасов (опор), на которых навешивают съемный субстрат, расположенный в толще воды. Например, сооружение «штырьковое» состоит из опоры – штыря с тремя ножками, расположенными на дне под 120°. Каждые две ножки на дне соединяют в донные системы штормоустойчиво вертикально установленных опор с различными съемными субстратами (рис. 2).

Можно использовать каркасную конструкцию со съемным дельевым субстратом (рис. 3).

Дель, образующая «карманы», навешивается петлями на кронштейны с вертикальными шпильками. В «карманах» надежно располагаются друзы мидий. При подъеме на палубу дель с мидиями снимают, очищают, затем вешают на каркас, который снова опускают на дно. Для изготовления таких рифов требуется дель и металл, и штормоустойчивость обеспечивается бетонными грузами с нишами – углублениями для донных рыб и крабов. Такой риф имеет сравнительно высокую стоимость изготовления.

При наличии пенопластовых дисков (их используют как плавучесть и субстрат) можно использовать ИР, смонтированный из штыря и веревок (рис. 4). Такие ИР устанавливают на отдельных грузах и очищают от мидий при подъеме на палубу с грузом или при отсоединении (от груза) под водой. Такие конструкции можно использовать при наличии донных волноломов, например, четырехрогих грузов (тетраподов), используемых для создания многофункциональных рифов [9].

Применение тех или иных конструкций зависит от условий акватории (глубин, типа донного грунта, течений и штормовых нагрузок) и возможностей по приобретению материалов (и их стоимости).

До сих пор разработка новых конструкций рифов актуальна и может быть предложена как учебное задание для студентов и молодых изобретателей. И, конечно, главными критериями (с учетом экологичности, технологичности изготовления, монтажа и обслуживания) являются стоимость материалов и изготовления, затраты на установку (демонтаж) и обслуживание.

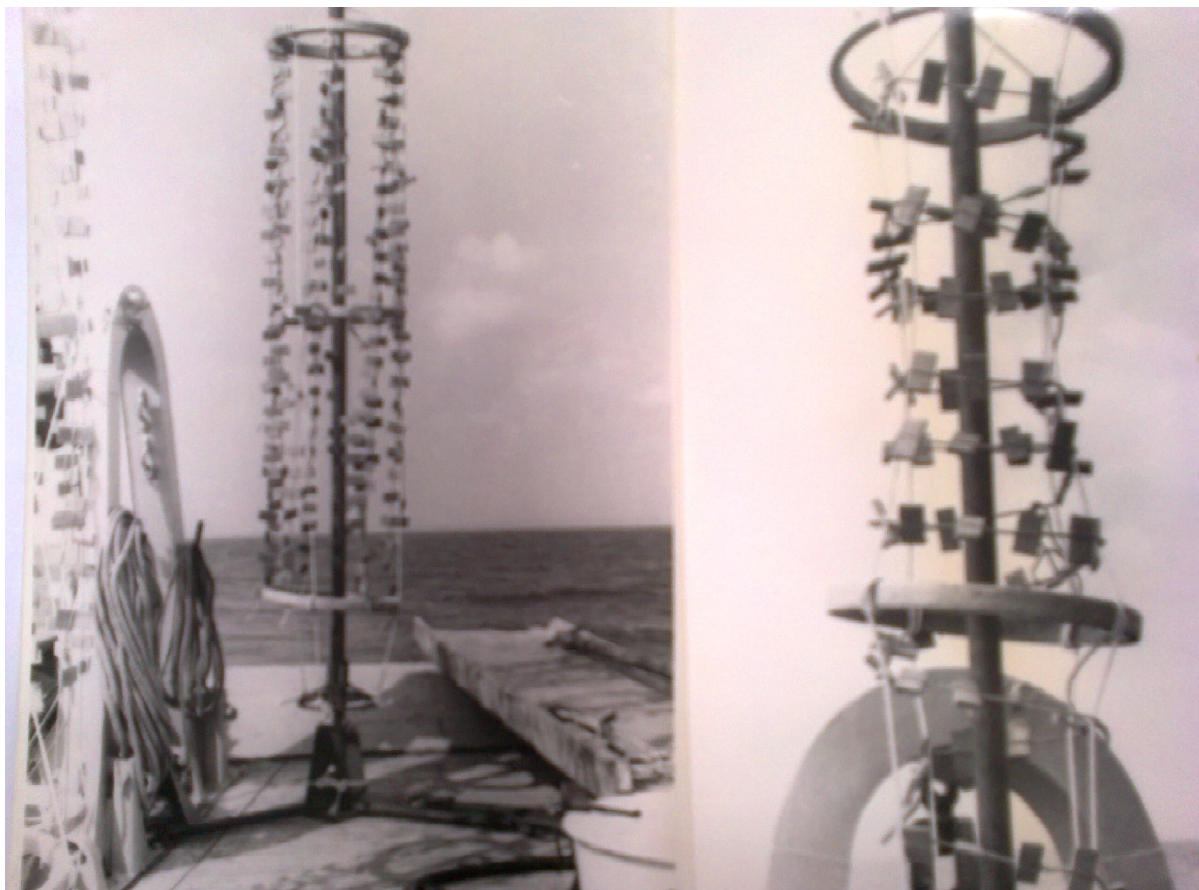


Рисунок 2. Сооружение «штырьковое» с лапами на дне, соединяемыми в различные системы («розочки», «дорожки» и др.): слева (на палубе) съемная кассета с вертикальными коллекторами, справа – с коллекторами, навитыми «по винтовой»



Рисунок 3. Конструкция опорного придонного ИР из каркаса-стойки и делового съемного полотна

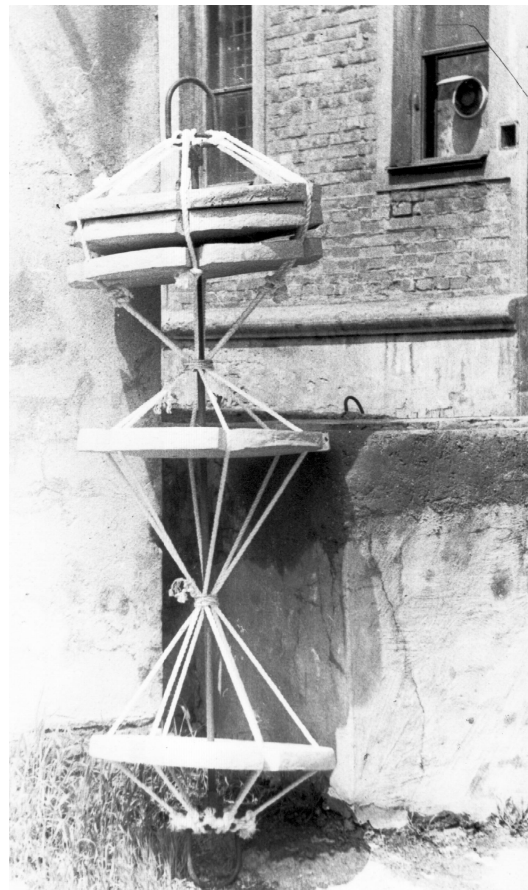


Рисунок 4. Придонный ИР из стержня и пенопластовых дисков (груз не показан)

Для водорослей в качестве субстрата могут быть использованы различные канаты (ворсистые или косички), навитые на каркасы или закрепленные к грузам с индивидуальными поплавками, причем рассадку водорослей можно предварительно размещать между каболками (пряжками каната) или ожидать естественного обрастания.

На рисунке 5 изображена канатная косичка, на которую охотно оседают моллюски и водоросли, главное, обеспечить возможность периодического подъема субстрата с целью его очистки и обновления. Конструкции субстратов ИР для водорослей также разнообразны. Это могут быть старые (специально разломаченные металлической щеткой) канаты, расположенные параллельно дну, с привязанными через два метра бутылками (б/у пластиковые, 2 л) и концами, привязанными к грузам (самостоятельными или к хребтинам мидийных коллекторов). Могут быть отдельные «свечки» с грузами из бутылок (заполненных песком), поплавками из бутылок (пустых) и между ними веревки (длиной до 1,0 м) с вплетенными (вставленными между каболками) побегами водорослей (цистозира, ульва, энтероморфа или др.).



Рисунок 5. Канат, сплетенный строповым узлом на раме, как субстрат для водорослей и оседания моллюсков мидий

Для условий Керченской бухты (зимой бывает лед, дно илистое, глубины от 2 до 3,2 м) рекомендована надежная, самая дешевая, «мягкая» рифовая система из вертикально расположенных коллекторов с поплавками [1]. Из возможностей приобретения доступных материалов предложен один из вариантов самого дешевого сооружения. Оно состоит из линий грузовых хребтин 1 (на дне), грузов 2, коллекторов 3 с поплавками 4 (рис. 6). С учетом того, что к плоским грузам-плитам можно подсоединять четыре коллектора и между грузами (к хребтине) еще по три коллектора, на длине грузовой линии в 7 м можно разместить 7 коллекторов по 1,5 м длиной, на которых могут суммарно находиться (в конце цикла выращивания) 84-90 кг крупных (размером более 45 мм) мидий. Семь коллекторов (суммарно) имеют плавучесть 56 кгс, и для них необходима масса груза в воде не менее 84 кг (для бетонного груза на воздухе – 168 кг).

Коллекторы мидийные (по одному из вариантов изготовления) собирают из «чулка» б/у капроновой сетки с ячейей от 15 до 50 мм (полоса дели 2,0x0,25 м, площадью 0,5 м²). Внутри заклады-

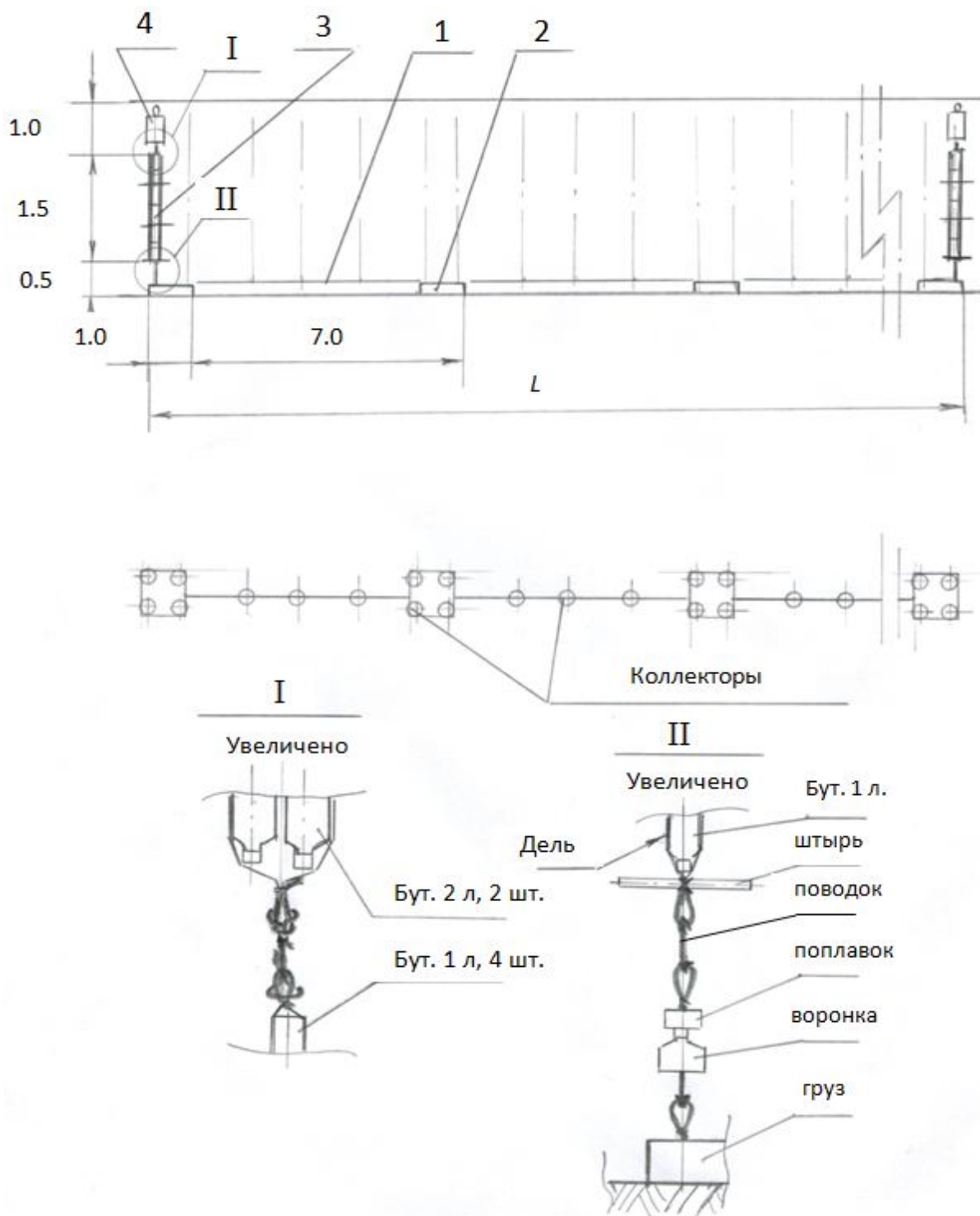


Рисунок 6. Морское сооружение (ИР) для содержания гидробионтов-обрастателей в мелководных районах с льдом зимой

вают четыре б/у пластиковые бутылки (емкостью по 1,0 л) и края дель сшивают. Между бутылками вставляют (с фиксацией отрезком веревки) два штыря (из дерева или пластиковой трубки) или полосы (80x30 см, дерево, пластик) с прорезью (1x4 см посередине) для фиксации с их помощью мидийных друз от сползания (опадания) с коллектора. В верхней и нижней части из веревок (диаметром 6-8 мм, длиной – по 0,5 м) выполняют петли для крепления поплавка и грузового поводка. Стоимость такого коллектора от 1 до 4 грн.

Возможны и другие варианты конструкций коллектора. Коллектор может быть выполнен из отрезка б/у каната (любой материал: капрон, полипропилен, полистил) любого диаметра (от 6 до 26 мм). В толстый канат через 200 мм ввязывают веревочные «усы» и так же вставляют два штыря. Из тонкого каната плетут «косичку» строповым (распускающимся) или иным узлом и

вставляют штыри (с веревочной фиксацией). Могут быть использованы коллекторы, изготовленные из каната (диаметром 8-9,5 мм) с цилиндрическими пенопластовыми шашками (конструкция коллектора разработки ЮгНИРО) или любые другие гибкие веревочные конструкции (в зависимости от наличия и доступности материала) с различными субстратными вставками [1].

В толще воды коллектор вертикально удерживается дополнительным поплавком (плавучестью не менее 4,0 кгс), изготовленным из делевого (сетного) мешка и б/у пластиковых бутылок (2 шт. по 2 л или 3 шт. по 1,5 л). Стоимость такого поплавка 2-3 грн. и зависит от стоимости чехла (сетка овощная или рыбацкая). При наличии других поплавков (рыбацкие пластиковые кухтыли, пенопропиленовые наплава или даже надувные) их тоже можно использовать с учетом, что 1 кгс плавучести удерживает в толще 4 кг мидий с обрастателями, а на 1 м погонном коллектора обычно удерживается не более 10 кг обрастателей (биомасса на воздухе). Под поплавками большой плавучести с помощью распорок размещают по 2-4 коллектора (объемные «свечи»), но при этом возрастают массы удерживающих грузов. Но проще работать с одиночными коллекторами, для объемных свеч уже нужно использовать грузоподъемные судовые механизмы соответствующей грузоподъемности.

Для 1 т мидий необходимо 84 одиночных коллектора (длиной по 1,5 м) с поплавками стоимостью 640-650 грн. Из них образуют линии (для 1 т, длиной по дну – 84 м), удерживаемые грузами (13 шт.), суммарной массой 2184 кг (на воздухе) и предположительной стоимостью 500-650 грн. Коллекторы к грузовой хребтине с шагом 1,5 метра крепят с помощью поводков. Поводок (длиной 0,5-0,6 м, из каната (капр. окр. 30), привязанный к хребтине выбленочным узлом, в верхней части имеет поводок для привязки коллектора (известен легкораспускаемый узел) или штырь (для клевантного соединения с петлей коллектора) и поплавочек пенопластовый (диаметром 120 и толщиной 40 мм) или любой другой для облегчения его поиска под водой. На всех поводках ниже поплавок крепят горлышко отрезанной пластиковой б/у бутылки (воронку) для препятствия заполнения рапаны (рис. 6, узел II). Другой вариант поводка может быть выполнен с б/у пластиковой бутылкой (вместо пенопластового поплавка) в сетном мешке с отрезками веревок сверху и снизу, со штырем наверху и воронкой (выполненной из горлышка б/у пластиковой бутылки 5-6 л), закрепленной под штырем. Стоимость одного поводка – 3-5 грн (на 1 т мидий – 252-420 грн.).

Грузовую хребтину выполняют из отрезков (различных длин) соединяемых канатов, диаметром не менее 12 мм. Хребтину поводками крепят к грузам. Грузы могут быть изготовлены из бетонных изделий, б/у плит, б/у ж/д шпал, б/у тротуарных плит, камней в делевых мешках, из массивного металлолома или отлитые специально из бетона. Грузы с хребтинами образуют на дне несущие грузовые линии. Стоимость грузовой хребтины (каната) для 1 т мидий может составить 80-100 грн. Натянутые между грузами хребтины устанавливают на дне согласно представленной схеме (рис. 7). На поверхности воды (по краям и в центре линий) могут быть предусмотрены указательные буйки. Стоимость ИР для 1 т мидий определена в пределах от 1482 до 1830 грн.

Работу по подсоединению коллекторов (с поплавками) под водой к установленной на дне хребтине можно проводить с помощью технологических грузов – заглубителей (металлические, массой около 15 кг) – для компенсации плавучести поплавка. Подсоединение выполняют с помощью аквалангистов (спасательных станций при пляжах, МЧС или др.). Летом эту работу можно выполнять со студентами на производственной практике, без аквалангов, с маломерных плавсредств, используя маску, ласты (глубины не более 3-х м, при хорошей погоде) и соблюдая необходимые меры предосторожности (справка медосмотра, ныряльщик привязан веревкой и др.).

Суммарная длина грузовых линий (по схеме) составляет 6,3 км, а для 100 т мидий необходимо 8,4 км, поэтому на некоторых участках (на входе в бухту) на длине 2,1 км линии выполняют двойные (параллельно на расстоянии 2,0-2,5 м) (рис. 7).

Каждый коллектор (длиной 1,5 м) может удерживать, в среднем, 12 кг крупных мидий, и на линии длиной 8,4 км размещают 8400 коллекторов, на которых будет удерживаться необходимый нам проектный объем, порядка 100,8 т мидий. Общая стоимость такого рифа может составить 148,2-183,0 тыс. грн. С учетом транспортных и иных неучтенных затрат, суммарная стоимость ИР на 100 т мидий составит около 200,0 тыс. грн., что в четыре раза ниже значений, предварительно принимаемых в расчетах экономических обоснований выращивания мидий в штормоопасных районах (например, у берегов ЮБК).

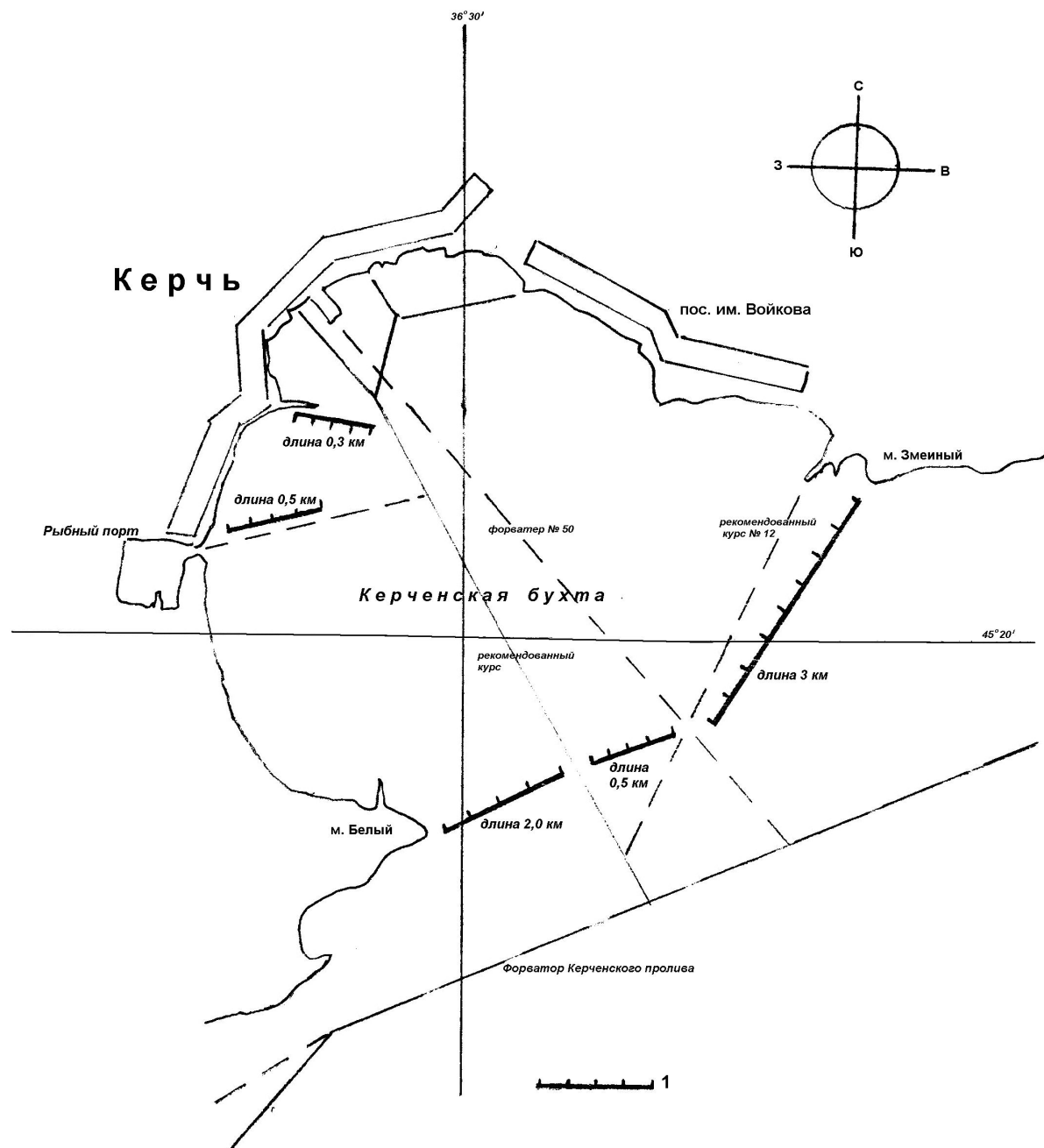


Рисунок 7. Схема размещения линий ИР в акватории Керченской бухты

Изготовление ИР можно осуществить в школах и других учебных заведениях на практических занятиях. Причем часть материалов может быть централизованно закуплена, завезена в места изготовления, а часть собрана самими учащимися (бутылки пластиковые б/у, деревянные штыри, поиск б/у бетонных изделий).

Необходимо продолжить разработку новых конструкций коллекторов, поплавков, грузов и нерестилиц для рыб, и это по силам молодым учащимся и их преподавателям. Например, по одному из вариантов, груз (массой в воде не менее 40 кг) может быть изготовлен из б/у пластиковых бутылок, установленных горлышками вверх (без крышек), заполненных песком (или бетоном), установленных квадратом (5x5 шт.) на нижнюю рамку из металлической арматуры (размер каждой из сторон рамки меньше размера квадрата бутылок на половину диаметра бутылки с каждой стороны) с закрепленной к арматуре б/у капроновой делью или полипропиленовой мешочной тканью. На верх бутылок накладывают еще рамку из арматуры, с размером каждой стороны больше на 2 см, чем у нижней рамки. Рамки по четырем краям стягивают веревками друг к другу. Из веревок выполняют три петли, одну в центре и две по краям. По периметру, выше дна на 5 см, к бутылкам наружных рядов прикрепляют нерестилища для бычков (4-8 шт.). Нерестилища изго-

тавливают из б/у пластиковых бутылок (не менее 1,5 л). В бутылке отрезают дно и выполняют (раскаленным пробойником) отверстия диаметром в диапазоне 12-20 мм. В верхней части бутылки (на расстоянии 12-15 см от горлышка) отверстия не делают (предусматривается зона для кладки икры бычками). Такую бутылку без дна вставляют в бутылку (вертикально стоящую в крайнем ряду перед засыпкой песка) груза, в боковой части которой выполняют отверстие (диаметром равным диаметру горлышка), и фиксируют пробкой на резьбе. В таких отростках грузов будут охотно нереститься бычки, и главное, охрана икры самцом у отрезанного доньшка будет 100 %. При использовании других типов грузов нерестилища выполняют в виде самостоятельных звездочек. К центральной, вертикально стоящей бутылке более 2-х л (с песком или бетоном) крестообразно крепят (аналогично, как к грузам из бутылок) четыре бутылки с отверстиями. Такие нерестилища расставляют вдоль линий ИР (мелкие, опадающие с коллекторов мидии – корм для бычков) по дну, с фиксацией веревкой друг к другу и к грузу, хребтине или арматуре, вбитой в грунт.

При разработке элементов ИР уделяют внимание (помимо экологичности, простоты и дешевизны) возможности их подъема из воды, очистке от гидробионтов, повторной постановке на дно и возможности многократного использования. В предложенном ИР обеспечена возможность смены субстрата, а, значит, после каждого цикла выросшие мидии удаляются, а на их место оседают молодые, и, таким образом, поддерживается постоянное омоложение гидробионтов с их высокой активностью. С учетом этого, при разработке конструкции коллектора надо предполагать возможность механизированного съема обрастателей с субстрата без его повреждения.

Установку в море ИР можно производить с любых типов плавсредств (катеров, буксиров и др.). В первую очередь, необходимо на дне выставить грузовые хребтины с грузами и поводками, а затем к поводкам подсоединить коллекторы. После установки ИР в море их обслуживание, а главное, обследование осуществляют систематически по плану. Необходимо периодически осматривать все линии под водой, особенно после штормов. Результаты осмотров фиксируют в журналах. Если для лабораторного анализа берут коллектор, то на его место (используя очищенный его поплавок) устанавливают другой коллектор. Наблюдая за ИР, обеспечивают надежное крепление к грузовой хребтине и постоянное нахождение коллекторов вертикально в толще воды. Если необходимо, заменяют (усиливают) поводки и очищают от обрастателей поплавок, восстанавливая их плавучесть, или даже освобождают коллекторы от излишней биомассы мидий. При достижении мидий на коллекторах размеров более 60 мм, эти коллекторы очищают от всех обрастателей на плавсредстве или на берегу и возвращают их на прежнее место (под воду). Возраст мидий на коллекторах должен быть не старше 2,5 лет, тогда они будут наиболее активно выполнять функцию биофильтров. В зависимости от лабораторного анализа мидии с очищенных коллекторов могут быть использованы в различных целях. Их можно направить (известно много способов и технологий) на производство кормовой (для птиц и животных), пищевой и лечебно-профилактической продукции. Предполагается основные работы по обслуживанию и исследованиям проводить силами студентов с помощью морского рыбного порта и других заинтересованных предприятий, предоставляющих плавсредства.

Преподавателей можно вооружить необходимой информацией на семинарах в ЮгНИРО. В финансировании, поиске и закупке материалов должны принять участие все предприятия, расположенные на берегах бухты, а также другие предприятия и жители города, желающие видеть Керченскую бухту чистой. Городским экологическим организациям надо будет подготовить план всех мероприятий, возглавить и провести эту работу при поддержке специалистами ЮгНИРО. Хорошо бы получить поддержку крымских предприятий (Крымская академия наук, Карадагский заповедник и др.) с целью подготовки и практического проведения работ с распространением положительного опыта на другие акватории.

Описанные выше коллекторы с грузиками (две б/у пластиковые бутылки, заполненные бетоном), привязанными к нижней части, можно вывешивать по периметру бетонных настилов двух водных станций. Это примерно еще 150 коллекторов (1,8 т мидий), работающих по очистке воды в проемах для купания. Такие коллекторы изготавливают и обслуживают (сверху) работники станций.

Линии ИР можно установить с наружной стороны волнолома, защищающего акваторию пассажирского причала и морской пограничной части, а также в других частях бухты, где заинтересованные пользователи захотят получить локальный положительный эффект по очистке прибрежных вод.

Заключение

В условиях антропогенного пресса на акваторию Керченской бухты и деградации аборигенных гидробионтов (сокращение популяции мидий) необходимо начать проведение работ по реабилитации качества и восстановлению биоценоза прибрежных вод.

Образование рифовых сооружений (ИР) – одно из перспективных направлений проведения практических работ по очистке акватории Керченской бухты.

Под руководством городских экологических организаций ученые, преподаватели, студенты, учащиеся и общественность могут обсудить настоящий доклад, представить свои дополнения и замечания и разработать план проведения практических работ (с определением типов рифов и их количества), который можно представить на рассмотрение в городской исполнительный комитет.

При установке рифов на 100 т мидий потребуются (по первичным прикидкам) суммарные затраты около 200 тыс. грн, которые город и прибрежные организации должны будут изыскать (с учетом компенсационных экологических взносов).

После установки рифов необходимо будет организовать и осуществить планомерный мониторинг вод Керченской бухты с последующей разработкой рекомендаций для распространения опыта в других акваториях.

Предложена предварительная схема установки ИР в Керченской бухте, представлены расчеты финансовых затрат для изготовления и установки этих рифов (на объем 100 т мидий). Описаны этапы обслуживания ИР с учетом, что обслуживание и комплекс гидробиологических исследований могут проводить научные сотрудники ЮгНИРО, студенты КГМУ с помощью прибрежных предприятий и других заинтересованных частных предпринимателей.

Литература

1. *Альбом схем унифицированных частей и систем МГБТС для выращивания мидий* / В. Г. Крючков. – Керчь: ЮгНИРО, 1995. – 14 с.
2. *Афанасьев Д.Ф., Карпакова И.Г., Барабашин Т.О., Елецкий Б.Д.* Характеристика перифитона искусственных рифовых систем Темрюкского залива Азовского моря // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе* : научно-технический журнал. – М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2009. – № 11. – С. 18-31.
3. *Губанов Е.П.* Экологические аспекты состояния биоресурсов Черного моря // *Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна* : II Международная конференция, 26-27 июня 2006 г., Керчь. – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – С. 10-16.
4. *Данилов В.М.* Перспективы развития санитарной марикультуры в Черном море // *Рыбное хозяйство*. – 2010. – № 3. – С. 58-61.
5. *Оценить фильтрационную способность биоценоза обрастания на МСП «Голицино – 2», «Голицино – 4», «Голицино – 18» и «Каркинитская – 19»* : отчет о НИР; рук. Н. М. Литвиненко. – Керчь: ЮгНИРО, 1992. – 26 с. – № ГР И.А.О. 1001181. – Инв. № 5855.
6. *Разработать научные основы управления биопродуктивностью и исследовать закономерности формирования урожая моллюсков (мидий, устриц) в условиях марикультуры* : отчет о НИР; рук. А. П. Золотницкий; исполн. В. Г. Крючков [и др.]. – Керчь: ЮгНИРО, 2003. – 41 с. – УДК 639.27/29. – № ГР 0103U004752.
7. *Карпакова И.Г., Конев Ю.В., Коваленко Ю.И.* и др. Использование рифовых систем для доочистки морской среды в Темрюкском заливе Азовского моря // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе* : научно-технический журнал. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2009. – № 11. – С. 5-17.
8. *Крючков В.Г., Елецкий Б.Д.* Рифы и биомелиорация морской шельфовой зоны // *Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона* : материалы VI Международной конференции. Керчь, 6 октября 2010 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – С. 49-54.
9. *Пат. № 71338 UA*, МПК А01К 75/00, А01К 80/00 (2012.01) Сооружение для выращивания гидробионтов / В. Г. Крючков (UA) ; заявка от 2011 15571, 29.12.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13.

ДИАГНОЗ ТРОФНОСТИ ВОД В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, КРЫМ, ГОЛУБОЙ ЗАЛИВ)

В. И. Губанов, Н. Ю. Родионова

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

По результатам 2-х-летнего комплексного экологического мониторинга акватории Голубого залива поставлен диагноз трофности вод в районе расположения мидийно-устричной фермы. Для оценки качества среды использовалась модифицированная формула Р. А. Волленвейдера. Установлено, что уровень трофности вод исследуемой акватории полностью удовлетворяет требованиям успешного функционирования мидийно-устричного хозяйства.

Ключевые слова: Черное море, Крым, Голубой залив, мидийно-устричная ферма, уровень эвтрофикации

Trophic water diagnosis in the area of the mussel-oyster farm location (the Black Sea, Crimea, the Goluboy Bay). V.I. Gubanov, N.Yu. Rodionova. *Based on the results of the 2-year complex environmental monitoring of the Goluboy Bay waters, the trophic water diagnosis in the area of the mussel-oyster farm location is made. In order to assess the environment quality, the modified formula of R. A. Vollenweider was used. It is found out that the trophic level of the studied water area completely meets the requirements of the mussel-oyster farm efficient functioning.*

Keywords: the Black Sea, Crimea, the Goluboy Bay, mussel-oyster farm, eutrophication level

Одним из основных сегментов для оценки количества и качества продукции мидийно-устричных хозяйств и, как следствие, их рентабельности является проведение мониторинга за абиотическими и биотическими показателями морской среды. Результаты комплексного мониторинга позволяют поставить диагноз и сделать прогноз продуктивности акватории, на которой расположена ферма.

В настоящее время разработаны многочисленные методы оценки качества вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. Однако литературные данные по оценке уровня трофности вод Голубого залива отсутствуют. Целью настоящей работы является установление диагноза эвтрофикации вод данной акватории.

Материалы и методы

В задачу экологического мониторинга мидийно-устричной фермы в Голубом заливе входило изучение изменений абиотических (температура, соленость, растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода, окисляемость, величина рН, минеральные и органические формы азота и фосфора, кремний) и биотических (общее содержание хлорофилла «а» и феофитина «а») параметров с целью оценки трофности водной среды как основы формирования кормовой базы моллюсков. Пробы морской воды на гидрохимические и гидробиологические показатели отбирались в период с марта 2010 г. по март 2012 г. обычно ежемесячно на 10-12 станциях в поверхностном и придонном слоях (рис. 1). При этом особое внимание было уделено наблюдениям на двух станциях, одна из которых располагалась в центре мидийно-устричной фермы (ст. 7), а вторая – рассматривалась как контрольная (ст. 14).

За период исследований было выполнено 22 съемки, проанализировано 484 пробы на термохимические, гидрохимические и гидробиологические характеристики. Пробы на гидрохимические и гидробиологические показатели отбирались параллельно из одного и того же батометра.

Химические анализы выполнялись в аккредитованной лаборатории ИнБИОМ НАН Украины согласно общепринятым методам их определения: растворенный кислород, величина рН [7], биогенные вещества [6], биохимическое потребление кислорода (БПК5) и окисляемость [4].

Существует большое количество методов и рекомендаций для оценки качества вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. В качестве приоритетного нами был выбран

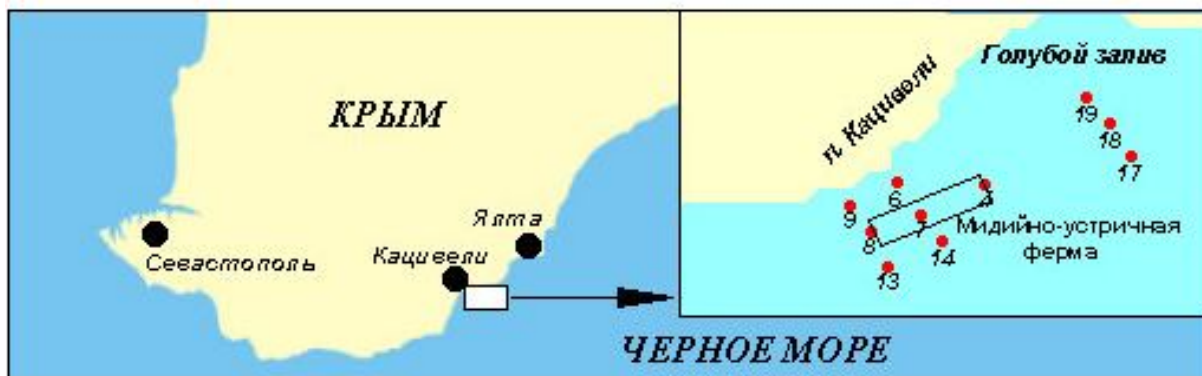


Рисунок 1. Схема расположения станций в районе Голубого залива

комплексный метод оценки продуктивности вод по индексу эвтрофикации (E-TRIX), предложенный Р. А. Волленвейдером [11].

Преимущество E-TRIX перед многими другими критериями, с помощью которых также можно оценить качество вод, заключается в том, что для расчетов применяются одни и те же характеристики гидрохимического и гидробиологического режима. Это позволяет проводить корректный анализ сравнения отдельных районов Мирового океана по уровню трофности.

Индекс E-TRIX является функцией концентрации растворенного кислорода, общего фосфора, суммы минеральных форм азота и хлорофилла «а». Последний показатель включает в себя общее содержание хлорофилла «а» и феофитина «а» и позволяет судить о биомассе фитопланктона, выраженной через углерод. Ранее данный подход нами был апробирован для Севастопольской и Балаклавской бухт, а также акватории, прилегающей к Карадагскому природному заповеднику [1-3].

Итальянские специалисты аквакультуры [10] включают в расчет индекса E-TRIX также содержание органического азота. Мы считаем, что для наиболее точной оценки качества вод в расчетную формулу необходимо добавить еще и концентрацию кремния, являющегося одним из важнейшим биогенных элементов.

Таким образом, модифицированная формула Р. А. Волленвейдера, по которой проводилась оценка трофности вод Голубого залива, имеет следующий вид:

$$E-TRIX = \log ([Chl] \times [D\%O2] \times [PT] \times [NT] \times [SiT] \times 1,5) / 1,2,$$

где Chl – суммарное содержание хлорофилла «а» и феофитина «а» в мкг/л; D%O2 – модуль отклонения в относительных значениях растворенного кислорода от 100 % насыщения; PT – общий фосфор в мкг/л; NT – общий азот в мкг/л; SiT – кремний.

Характеристика трофических категорий вод в зависимости от величины E-TRIX представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика морских прибрежных вод в зависимости от величины индекса эвтрофикации

Величина E-TRIX	Трофические категории	Качество вод	Характеристика
<4	Низкий трофический уровень	Очень хорошее	Высокая прозрачность вод, отсутствие цветения и заморных явлений, низкое содержание биогенных веществ.
4-5	Средний трофический уровень	Хорошее	В редких случаях высокие мутность и цветность, явления гипоксии.
5-6	Высокий трофический уровень	Удовлетворительное	Низкая прозрачность, аномальная цветность, гипоксия, в редких случаях аноксия в придонном слое.
>6	Очень высокий трофический уровень	Плохое	Высокие мутность и цветность вод, повышенное содержание биогенных веществ, устойчивые явления гипоксии/аноксии, нарушения бентосной экосистемы, экономический ущерб рекреации, рыболовству, аквакультуре.

Результаты и обсуждение

Данные экспедиционных исследований и последующие расчеты показали, что существенной разницы между значениями индекса эвтрофикации на станциях, расположенных в центре мидийно-устричной фермы и в фоновом районе, не наблюдается. Так, диапазон величины E-TRIX на ст. 7 составлял 3,01-5,48 при среднем значении 4,46, на ст. 14 – 3,25-5,28 и 4,37, соответственно. Такой результат можно было заранее прогнозировать, поскольку пределы колебаний как гидролого-гидрохимических, так и гидробиологических показателей были незначительными. Вероятно, это связано с недостаточной репрезентативностью контрольной станции, так как она находится в непосредственной близости от фермы.

В таблице 2 помещены средние и экстремальные значения E-TRIX в некоторых прибрежных районах западной части Черного моря и Венецианском заливе Адриатического моря. Как следует из представленных данных, уровень трофности вод в районе Голубой бухты выше, чем в других прибрежных районах Крымского полуострова. По сравнению с северо-западным и западным районами Черного моря, а также Венецианским заливом, величина E-TRIX в водах исследуемой акватории значительно ниже. Высокие значения индекса эвтрофикации в последних районах, несомненно, обусловлено влиянием речного стока, и, как следствие, повышенным содержанием биогенных веществ и относительно меньшей прозрачностью вод.

Таблица 2. Величина E-TRIX в прибрежных районах Черного моря

Район исследований	Значения E-TRIX	
	среднее	пределы колебаний
¹ Район Качивели:		
Мидийно-устричная ферма	4,46	3,01-5,48
Фоновая станция	4,37	3,25-5,28
² Район Карадага	2,44	2,25-2,76
² Балаклавская бухта	3,04	0,99-5,36
² Район г. Севастополя:		
Взморье	2,73	2,05-3,94
Севастопольская бухта	3,24	2,05-4,85
Карантинная бухта	2,99	2,20-3,66
Бухта Круглая	2,27	1,19-3,73
Мидийная ферма	2,73	1,68-4,33
² Устьевая область р. Бельбек, выпуск сточных вод:		
Оголовок	3,95	3,07-4,51
100 м от оголовка	3,27	2,55-4,02
2000 м от оголовка	2,69	0,96-3,86
² Полуостров Тарханкут, западная часть [8]	3,50	
² Район от п. Южный до п. Ильичевск [8]	5,18	4,80-6,20
² Одесский залив [5]	5,50	4,80-6,10
² Дунайское взморье [5]	7,30	
² Район о. Змеиный [8]	4,70	
² Болгарское взморье [9]		4,96-5,18
³ Адриатическое море: [10]		
Венецианский залив	5,50	

¹ Расчет по модернизированной формуле Р.А. Волленвейдера;

² Расчет по классической формуле;

³ С учетом органического азота

Временная динамика индекса эвтрофикации не обнаруживает строгих закономерностей. В первый год наблюдений его максимальные величины наблюдались в марте-июне, затем значения E-TRIX стремительно уменьшались, достигая своего абсолютного минимума в конце октября; далее, вплоть до июня 2011 г., отчетливо прослеживался положительный тренд индекса. В июле 2011 г.-марте 2012 г. величина E-TRIX изменялась немонокотонно (рис. 2). Отмеченная тенденция характерна как для станции, расположенной в центре мидийно-устричного хозяйства, так и для фонового района. Кривые временной динамики индекса эвтрофикации на обеих станциях параллельны и практически идентичны.

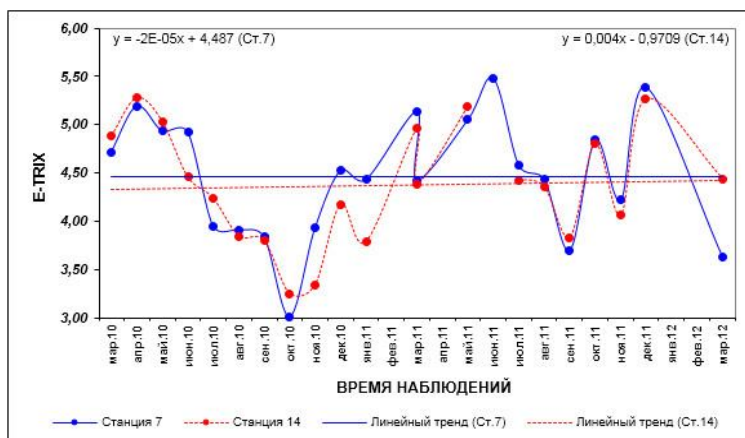


Рисунок 2. Временная динамика индекса эвтрофикации

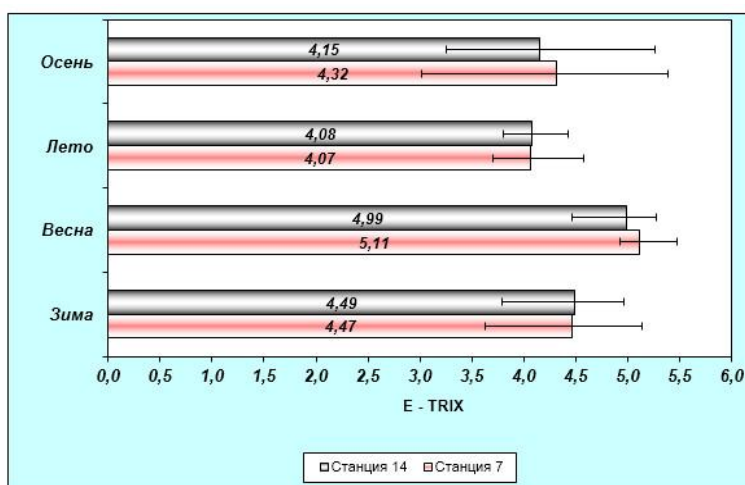


Рисунок 3. Динамика индекса эвтрофикации по сезонам

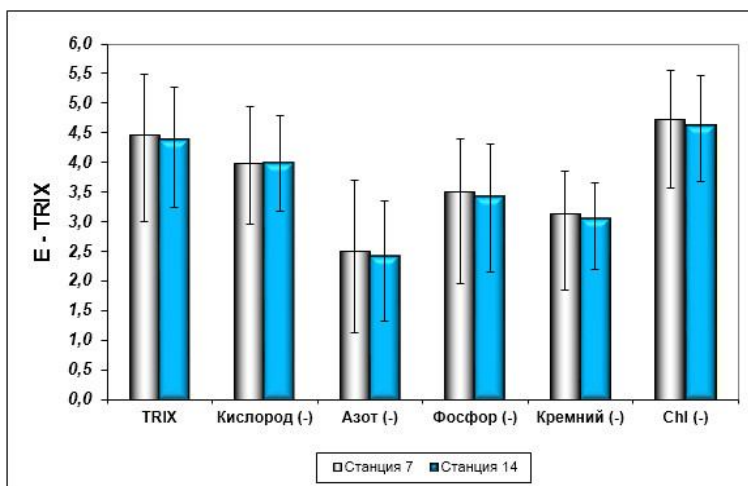


Рисунок 4. Величина E-TRIX без учета отдельных показателей

следует отметить также следующий момент. За два года ежемесячных наблюдений тренд в динамике E-TRIX отсутствовал или находился в пределах ошибки его расчета (рис. 2). Это свидетельствует о стабильном состоянии гидролого-гидрохимического и гидробиологического режима акватории.

На рисунке 3 показана сезонная динамика E-TRIX по средним данным. Осреднение проводилось по гидрологическим для Черного моря сезонам года. Зима: январь-март, весна: апрель-июнь, лето: июль-сентябрь, осень: октябрь-декабрь.

Как следует из данных, представленных на рисунке 3, внутригодовое распределение E-TRIX характеризуется значительной однородностью. Относительно высокие значения индекса наблюдаются весной, низкие – летом. Такой годовой ход, безусловно, связан с циклами растворенного кислорода, биогенных веществ и первичной продукции органического вещества.

Далее была проведена оценка вклада отдельных гидрохимических характеристик и хлорофилла в величину индекса эвтрофикации. С этой целью значения E-TRIX рассчитывались при последовательном исключении того или иного параметра, входящего в расчетное модифицированное уравнение (рис. 4).

Расчеты показали, что уровень трофности вод района исследований в основном зависит от содержания азота, кремния и фосфора. Концентрация растворенного кислорода изменялась от 95,4 до 116,0 % насыщения, т.е. поверхностный водный слой акватории в течение всего периода наблюдений был всегда хорошо аэрирован. По этой причине содержание кислорода не оказывало существенного влияния при расчете уровня трофности. Это в полной мере также относится и к аналогу, заменяющему показатель автотрофной биомассы фитопланктона, – хлорофиллу. На фоне концентраций биогенных веществ содержание хлорофилла на 3-4 порядка ниже. По этой причине его вклад в общий уровень эвтрофикации вод минимальный (рис. 5).

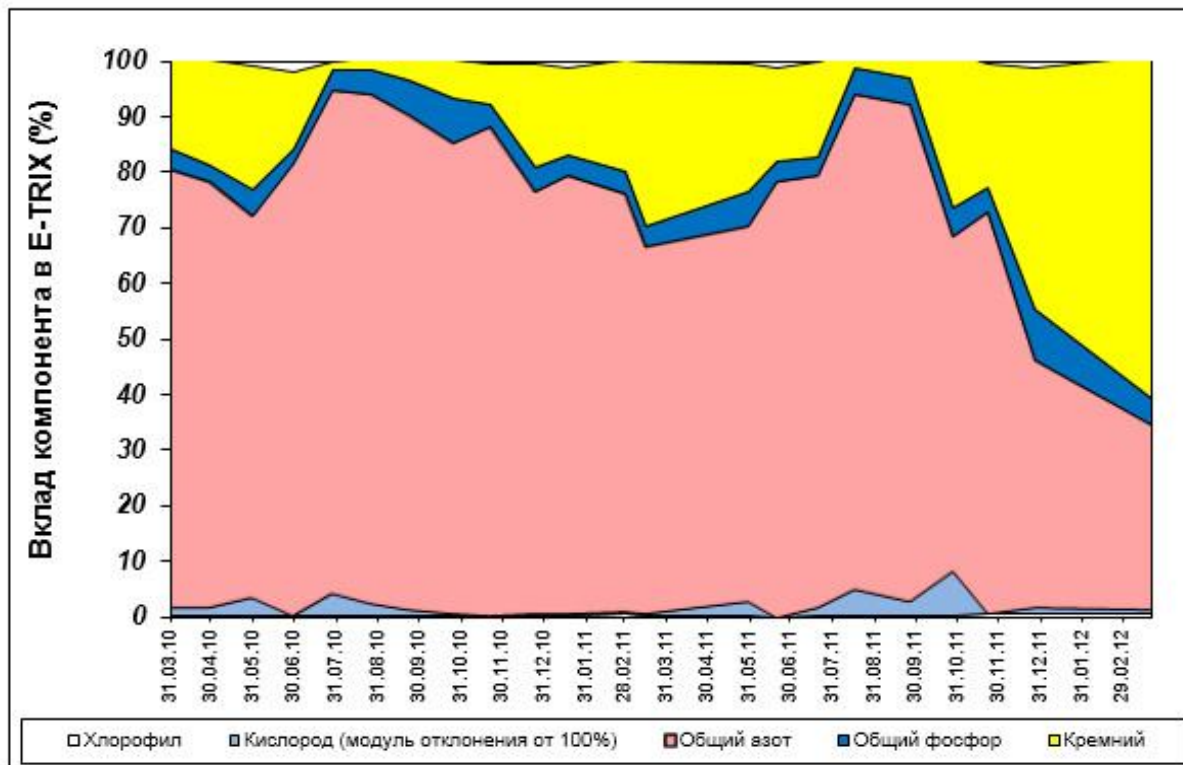


Рисунок 5. Вклад отдельных составляющих в величину индекса трофности на мидийно-устричной ферме

Выводы

Согласно расчетам по модернизированной формуле Р. А. Волленвейдера, воды, прилегающие к пос. Кацивели, можно классифицировать как переходные от низкого к среднему трофическому уровню. Для них характерны высокая прозрачность, отсутствие цветения и заморных явлений, низкое содержание биогенных веществ.

За два года ежемесячных наблюдений тренд в динамике E-TRIX отсутствовал или находился в пределах ошибки его расчета. Это свидетельствует о стабильности гидролого-гидрохимического и гидробиологического режима акватории.

Уровень трофности вод исследуемой акватории полностью удовлетворяет требованиям успешного функционирования мидийно-устричного хозяйства.

Литература

1. Губанов В.И., Ковригина Н.П., Родионова Н.Ю., Царина Т. Оценка уровня трофности морских вод в районе Карадагского природного заповедника (Черное море) // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 1. – С. 192-195.
2. Губанов В.И., Стельмах Л.В., Клименко Н.П. Комплексные оценки качества вод Севастопольского взморья // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 76-80.
3. Ковригина Н.П., Попов М. А., Лисицкая Е.В., Куфтаркова Е.А., Губанов В.И. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты (Черное море) в период 2001-2007 гг. // Морской экологический журнал. – 2010. – Т. IX. – № 4. – С. 62-75.
4. Методические указания № 30. Методы химического анализа загрязнений морской воды. – М.: Московское отделение Гидрометеоздата, 1966. – 140 с.
5. Орлова И.Г., Павленко Н.Е., Украинский В.В., Попов Ю.И. Состояние эвтрофированности вод северо-западной части Черного моря по результатам многолетнего комплексного мониторинга // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – С. 32-43.
6. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового Океана. – М.: ВНИРО, 2003. – 202 с.
7. Руководство по химическому анализу морских вод (РД52.10.243-293). – С-Пб. – Гидрометеиздат, 1993. – 264 с.

8. *Український В.В., Гончаренко Н.Н.* Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря // *Український гідрометеорологічний журнал.* – 2010. – № 7. – С. 211-219.
9. *Moncheva S., Doncheva V.* Eutrophication index (TRIX) – an operational tool for the Black Sea coastal water ecological quality assessment and monitoring // *The Black Sea ecological problems : Internat. symposium.* – Odessa, SCSEIO, 2000. – Pp. 178-185.
10. *Saroglia M., Cecchini S., Saroglia-Terova G.* Review of regulations and monitoring of Italian marine aquaculture // *Journal of Applied Ichthyology.* – Berlin. – 2000. – 16. – Pp. 182-186.
11. *Vollenveider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A.* Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea // *Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index.* – *Environmetrics.* – 1998. – № 9. – Pp. 329-357.

ДВУХЛЕТНИЙ ЦИКЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ТЕРМОХАЛИННЫМ РЕЖИМОМ НА МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЕ В РАЙОНЕ КАЦИВЕЛИ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

О. А. Трощенко, А. А. Субботин, С. В. Щуров, И. Ю. Еремин

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБИОМ НАНУ)

В работе рассматривается распределение температуры и солёности в течение двухлетнего цикла наблюдений (март 2010-март 2012 гг.) на мидийно-устричной ферме в районе п. Кацивели. Отмечается, что два года наблюдений значительно отличаются друг от друга и от среднесреднегодных показателей по температуре. Если 2010 г. был аномально теплым по сравнению со среднесреднегодными данными, то 2011 г. был несколько холоднее среднесреднегодных показателей. Эта аномалия проявилась во всей толще воды на ферме, хотя между поверхностными и придонными горизонтами есть определенные отличия. Значения солёности также отличались от среднесреднегодных показателей. В оба года наблюдений они были несколько ниже.

Ключевые слова: Черное море, мидийно-устричная ферма, температурный режим, верхний квазиоднородный слой, сезонный термоклин, солёность, моллюски

Two-year cycle of the thermohaline regime observations on the mussel-oyster farm in the Katsiveli area (the Black Sea). O.A. Troshchenko, A.A. Subbotin, S.V. Shchurov, I.Yu. Eremin. *Salinity and temperature distribution on the mussel-oyster farm in the area of Katsiveli (the Black Sea) during the two-year observations (March 2010-March 2012) is considered. It is noted that two years of observations significantly differ from each other and from the average long-term temperature values. 2010 was abnormally warm in comparison with the average long-term data; and 2011 was slightly colder than the average long-term values. This abnormality appeared in the whole water column on the farm, though there were certain differences between surface and bottom horizons. The salinity values also differed from the average long-term values. They were slightly lower during the years of observations.*

Keywords: the Black Sea, mussel-oyster farm, temperature regime, upper quasihomogeneous layer, seasonal thermocline, salinity, molluscs

Ранее [6] нами было рассмотрено годовое распределение температуры на мидийно-устричной ферме. Было показано, что температурный режим на морских фермах по выращиванию двусторчатых моллюсков в Черном море, в первую очередь, мидий и устриц, во многом определяет жизненные циклы выращиваемых гидробионтов [1, 3]. Это время и длительность этапов размножения; скорость и плотность оседания личинок на коллекторах; этапы быстрого и замедленного роста моллюсков; в некоторых случаях темпы и объемы элиминации [5]. Немаловажное значение играет и солёность. Поэтому изучение изменчивости термохалинных показателей в районах расположения морских ферм важно как с научной, так и с практической точек зрения.

Мидийно-устричная ферма, принадлежащая ООО «Яхонт ЛТД», расположена в районе Южного берега Крыма (ЮБК) на акватории 5 га на траверзе мыса Кикинейз (акватория Голубого залива). Глубины в данном районе колеблются от 10 до 25 м (средняя – 15 м). С марта 2010 г. на акватории фермы начались комплексные ежемесячные наблюдения сотрудниками ИнБИОМ НАНУ. Они включали в себя гидролого-гидрохимические показатели, структуру и динамику мезо- и фитопланктона, спектр питания моллюсков и их размерно-весовые характеристики. В данной работе рассматривается термохалинный режим фермы за два года наблюдений.

Обсуждение результатов

Гидрофизические параметры от поверхности до дна определялись с помощью СТД-зонда «Катран-04». Съёмка проводилась на трех разрезах по нормали к берегу. Для анализа взята станция, находящаяся в центре мидийно-устричной фермы. Ее координаты: 44,391765° с.ш. и 33,976593° в.д. Полученные данные представлены в таблице.

Термохалинные показатели в районе мидийно-устричной фермы

Месяц	Н, м	Т _{фр.} , °С	Т _{измерен.} , °С		S _{ср.} , ‰	S _{измерен.} , ‰	
			2010 г.	2011 г.		2010 г.	2011 г.
Январь	0	8,5		11,0	18,11		17,70
Февраль	0	7,8		6,8	18,13		18,06
Март	0	7,9	9,78	8,8	18,06	17,79	17,78
	5	7,9	9,78			17,79	
	10	7,9	9,78			17,79	
	15	7,9	9,76			17,79	
Апрель	0	9,4	12,59		17,89	17,60	
	5	9,3	12,25			17,59	
	10	9,2	9,78			17,60	
	15	9,1	9,76			17,58	
Май	0	13,5	16,47	17,44	17,82	17,73	17,50
	5	13,1	15,91	17,43		17,71	17,50
	10	12,5	10,27	17,41		17,93	17,51
	15	11,8	9,67	17,40		18,03	17,50
Июнь	0	17,6	23,43	10,29	17,85	17,22	17,72
	5	16,7	22,34	9,33		17,23	17,78
	10	14,7	14,52	9,20		17,53	17,79
	15	12,8	11,85	9,18		17,73	17,80
Июль	0	22,3	26,51	25,69	17,88	17,19	17,58
	5	21,4	26,13	25,28		17,20	17,62
	10	20,1	26,11	23,60		17,21	17,65
	15	17,7	26,00	21,08		17,23	17,65
Август	0	24,3	26,67	21,74	17,92	17,65	17,59
	5	24,0	26,57	20,34		17,67	17,65
	10	23,6	26,36	19,46		17,73	17,65
	15	22,4	26,30	13,68		17,73	17,82
Сентябрь	0	20,8	22,55	21,58	17,99	17,37	17,77
	5	20,6	22,54	21,53		17,37	17,77
	10	20,1	22,53	21,52		17,39	17,78
	15	19,3	22,53	21,49		17,40	17,77
Октябрь	0	17,7	17,29	15,19	18,08	17,58	17,77
	5	17,6	17,29	15,18			17,76
	10	17,4	17,29	15,17			17,75
	15	17,2	17,58	15,10			17,76
Ноябрь	0	13,7	15,54	12,69	18,12	17,60	17,82
Декабрь	0	10,6	12,10	10,22	18,10	17,70	
Февраль 2012	0	7,8		8,05	18,13		17,96
Март 2012	0	7,9		7,63	18,06		17,91

Для сравнения в таблице приведены среднемесячные значения температуры, полученные за 30 лет наблюдений с гидрологической платформы, которая находится в 200 метрах от фермы [2], а также среднемесячные значения солёности для района большой Ялты, взятые из [4].

Из таблицы видно, что термические режимы в первый и второй год наблюдений существенно отличаются друг от друга, хотя и имеют общие черты, характерные для среднемноголетних данных. Так, явно прослеживается годовой ход температуры с максимумом в июле (2-й год наблюдений) и в августе (среднемноголетний и 1-й год наблюдений) и минимумом в феврале (среднемноголетний и 1-й год наблюдений) и в марте (2-й год наблюдений). Т.е. общие тенденции повышения и понижения температуры воды, характерные для ЮБК, сохранились на протяжении обоих лет наблюдений. В то же время, отмечается месячный сдвиг пиков температур от первого до второго года наблюдений.

Зимой сдвиг минимума температуры с февраля на март объясняется очень низкой температурой воздуха в феврале и соответствующим сдвигом во времени охлаждения воды в марте. Летом максимум температуры воды наблюдался в июле, так как съёмка в августе проходила после апвеллинга и температура воды не успела полностью восстановить свои характерные для августа значения (рис. 1).

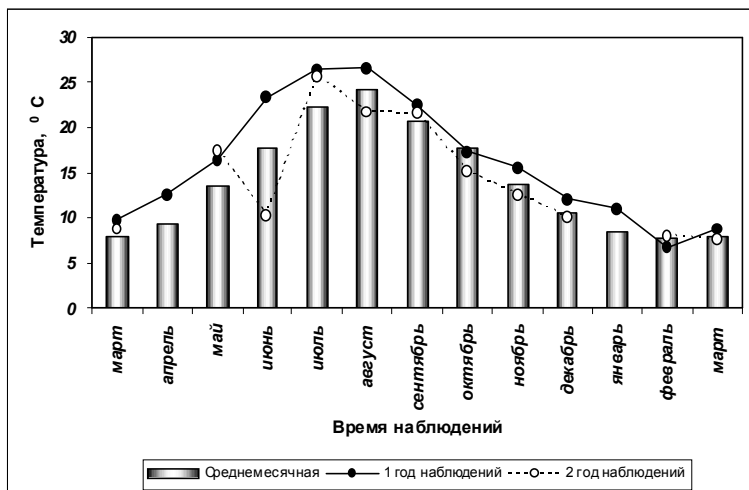


Рисунок 1. Динамика температуры воды на мидийно-устричной ферме с марта 2010 по март 2012 г.

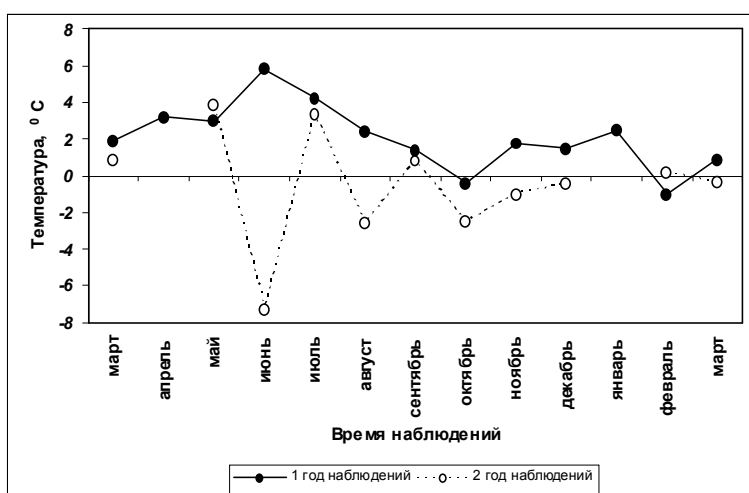


Рисунок 2. Аномалии температуры по отношению к среднемноголетним данным

Значительная положительная аномалия поверхностной температуры воды сохранилась и в июле (+4,2 °C). В остальные месяцы она была ниже. В целом, среднемесячная положительная аномалия температуры с марта 2010 по март 2011 г. составила 2,2 °C.

Второй год наблюдений был ближе к среднемноголетним показателям температуры воды (рис. 2). В отдельные месяцы наблюдались значительные отклонения от средних значений. Так, в мае и июле превышение измеренной температуры воды относительно среднемноголетних показателей составляло более 3 °C. В июне, наоборот, температура воды была ниже среднемноголетней более чем на 7 °C (съемка проходила на завершающейся стадии развития апвеллинга). В остальные месяцы отклонения были не столь велики. Преобладали отрицательные аномалии температуры. В целом, среднемесячная отрицательная аномалия с марта 2011 по март 2012 г. составила -0,4 °C.

С точки зрения работы фермерского хозяйства по выращиванию двустворчатых моллюсков, важное значение имеет вертикальное распределение температуры. Так как температура воды, как отмечалось выше, определяет многие функциональные процессы в жизни моллюсков, то соответствующие отличия температур на разных горизонтах могут существенно изменять структуру вертикального распределения мидий на коллекторах или функциональное состояние устриц в садках поверхностного и придонного слоев.

Среднемноголетнее положение термических слоев в прибрежной зоне района исследований было описано в [3]. Двухлетний опыт наблюдений подтвердил, что развитие сезонного термоклина (СТ) начинается в апреле. При этом, зимний («конвективный») верхний квазиоднородный слой

В климатическом плане первый и второй год наблюдений имели заметные отличия. Первый год наблюдений был аномально теплым. В течение 10 месяцев температура поверхностных вод была выше среднемноголетних значений (рис. 2). В октябре температура была практически равна среднемноголетним данным (аномалия - 0,4 °C), а в феврале была заметно ниже (аномалия - 1,0 °C).

Максимальная положительная аномалия (+5,8 °C) отмечалась в июне. По нашему мнению, это связано с отсутствием в 2010 г. ярко выраженных, длительных апвеллингов. Сгонные процессы в этот период наблюдались, однако они были либо очень кратковременными, либо имели «скрытый» характер, когда более холодные глубоководные воды поднимались в подповерхностный слой, не выходя на поверхность (на возможность таких явлений мы указывали ранее) [5]. Об этом говорят и данные таблицы. Если в поверхностном слое 0-5 м отмечается положительная аномалия температуры, то глубже - на 10-15 м - отрицательная.

(ВКС) разрушается, и начинает формироваться летний (за счет поверхностного прогрева) ВКС. В апреле ВКС составляет всего 2-3 м, а вертикальные градиенты температуры в СТ небольшие, как правило, менее $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$.

В мае происходит дальнейшее развитие СТ. Вертикальные градиенты могут превышать $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$. ВКС увеличивается до 5 м. При сильном ветро-волновом перемешивании во время шторма и соответствующем выравнивании всех параметров ВКС может занимать всю толщу вод на ферме, что наблюдалось в мае второго года наблюдений.

В июне СТ на ферме достигает максимального развития. Вертикальные градиенты могут превышать $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$. При этом, ядро СТ (слой максимальных градиентов) как в апреле, так и в мае располагается между горизонтами 5-8 м. ВКС по-прежнему остается слаборазвитым, занимая верхний 3-5 метровый слой.

В июле-августе происходит развитие ВКС. Он занимает практически всю толщу вод фермы - 12-15 м. Соответственно, СТ заглубляется и в акватории фермы не наблюдается (здесь не рассматриваются случаи развития апвеллингов, так как при их проявлениях полностью меняется среднестатистическая структура).

В сентябре начинается выхолаживание поверхностных вод. Получают развитие процессы вертикальной конвекции, которые достигают своего максимума в ноябре, когда полностью разрушается СТ. В этот период ВКС с летнего типа переходит на зимний, и вся толща вод в районе фермы, вплоть до апреля, термически однородна.

Таким образом, стабильные вертикальные различия температур на акватории фермы наблюдаются только в апреле-июне. В остальные месяцы температурный режим в районе фермы (на глубинах до 15 м) однороден. В то же время, апрель-июнь – важный период для выращивания мидий. В это время происходит весенний спат, развитие личинок в водной толще на разных стадиях, оседание личинок на коллекторы, а в мае-июне, как правило, наблюдается максимальный рост моллюсков.

Соленость в районе ЮБК не является таким важным фактором для выращивания моллюсков, как температура. В районе Кацивели она изменяется в диапазоне 17,2-18,2 ‰. Эти показатели соответствуют оптимальным для развития моллюсков [3]. Соленость, как и температура, имеет свой годовой ход, однако менее выраженный (рис. 3). Тем не менее, минимальные значения наблюдаются весной, после паводков. Максимальные – зимой, когда приток азово-морских вод заметно ослабевает.

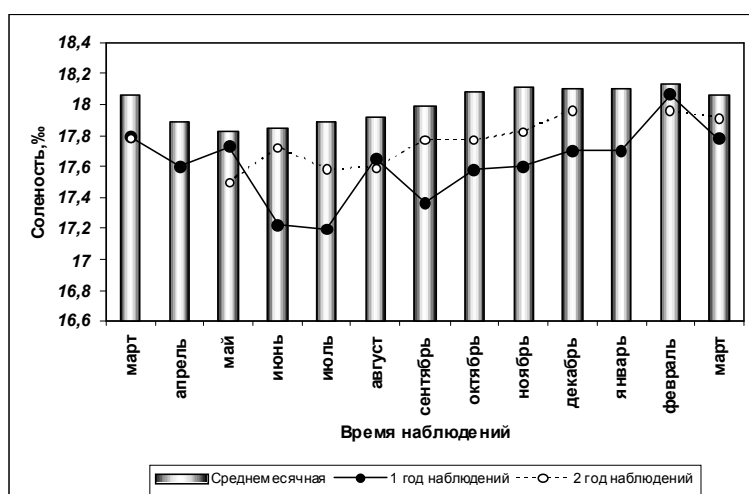


Рисунок 3. Динамика солености воды на мидийно-устричной ферме с марта 2010 по март 2012 г.

Следует отметить, что при ежемесячных наблюдениях были зафиксированы только отрицательные аномалии солености, т.е. соленость была ниже среднемесячных показателей. Максимальные отклонения зафиксированы весной, во время паводка. Минимальные отклонения наблюдаются зимой, когда межгодовые колебания солености невелики. Среднемесячная отрицательная аномалия в первый год составила $-0,40\text{ }‰$, а за второй год почти в 2 раза меньше ($-0,25\text{ }‰$). Вертикальное распределение солености однородно. В пределах фермы она повышается от поверхности до дна не более чем на $0,2\text{ }‰$.

Выводы

Термохалинная структура морской воды в акватории мидийно-устричной фермы (пос. Кацивели) является типичной для ЮБК. В апреле-мае происходит переход зимней термической стра-

тификации на летнюю с наличием сезонного термоклина. С июля вся толща вод в районе фермы имела однородную термическую структуру. Постепенное понижение температуры начинается в сентябре. В ноябре летний тип стратификации меняется на зимний.

Двухлетний цикл наблюдений показал значительные межгодовые отличия термического режима. Это и сдвиг максимума и минимума температур на один месяц, а также смена положительной температурной аномалии в первый год наблюдений на отрицательную – во второй.

Значения солености за два года наблюдений были ниже среднемесячных показателей на 0,07-0,69 ‰. Пространственное распределение термохалинных характеристик в границах фермы было однородным. На различных участках исследуемой акватории колебания температуры не превышали 0,2-0,3 °С, солености – 0,1 ‰.

Литература

1. *Иванов В.Н., Холодов В. И., Сеничева М.И.* и др. Биология культивируемых мидий. – К.: Наукова думка, 1989. – 100 с.
2. *Куклин А.К., Куклина Н.Я., Шабалина О.А.* Исследование гидрометеорологических характеристик ЮБК с океанологической платформы в Качивели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – Севастополь. – 2003. – Вып. 2(7). – С. 66-82.
3. *Марикультура мидий на Черном море* / под ред. Иванова В. Н. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. – 312 с.
4. *Проект «Моря СССР»* : Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР : Черное море: Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – IV, вып. 1. – 430 с.
5. *Троценко О.А., Еремин И.Ю., Субботин А.А., Щуров С.В.* Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и ее влияние на основные параметры продукции мидийной фермы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – Севастополь. – 2007. – Вып. 15. – С. 120-131.
6. *Троценко О.А.* Годовой цикл наблюдений за температурным режимом на мидийно-устричной ферме в районе Качивели (Черное море) // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 2. – С. 79-82.

ИССЛЕДОВАНИЕ АПВЕЛЛИНГОВ В РАЙОНЕ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ В БУХТЕ ЛАСПИ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

С. В. Щуров, А. А. Субботин, О. А. Трошенко, Т. А. Богданова

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

В работе рассматриваются процессы формирования и развития апвеллингов в районе расположения мидийной фермы в бухте Ласпи (2011-2012 гг.). Отмечается, что два года наблюдений значительно отличаются друг от друга. Если в 2011 г. было отмечено три ярко выраженных сгонных процесса, то в 2012 г. – только один. При развитии этих апвеллингов подъем вод в поверхностный слой происходил с 30-50 м. Таким образом, эти процессы затрагивали всю толщу воды на ферме, хотя между поверхностными и придонными горизонтами есть определенные отличия. Длительность каждого апвеллинга составляла несколько суток.

Ключевые слова: Черное море, мидийно-устричная ферма, апвеллинг, термохалинная структура, верхний квазиоднородный слой, сезонный термоклин, соленость

Study of upwellings in the area of the mussel farm in the Laspi Bay (the Black Sea). S.V. Shchurov, A.A. Subbotin, O.A. Troshchenko, T.A. Bogdanova. *Processes of the upwelling formation and progression in the area of the mussel farm in the Laspi Bay (2011-2012) are considered. It is noted that two years of observations significantly differ. Three clearly defined rundown processes were observed in 2011; and only one – in 2012. With the progression of these upwellings the water rise to the surface layer occurred from 30-50 m. Thus, these processes affected the whole water column on the farm, though there were certain differences between surface and bottom horizons. The duration of each upwelling made up several days.*

Keywords: the Black Sea, mussel farm, upwelling, thermohaline structure, upper quasihomogeneous layer, seasonal thermocline, salinity

Явление апвеллинга в районе южного берега Крыма (ЮБК) отмечается практически каждый год. Их периодичность, продолжительность и мощность сильно варьируют от года к году. Ранее апвеллинги в районе ЮБК изучались, в основном, как фактор, влияющий на продолжительность и «качество» курортного сезона. Поэтому интересно рассмотреть это явление, как с научной, так и с практической точки зрения проявляющееся на действующей мидийной ферме (бухта Ласпи).

Наиболее полная информация о причинах возникновения прибрежного апвеллинга, особенностях изменчивости термохалинной структуры и динамики вод в процессе его развития даны в работах [1-5, 7], основанных на теоретических расчетах и натурных наблюдениях.

До недавнего времени считалось [1], что для приглубого шельфа ЮБК характерны два вида апвеллингов: Экмановский, обусловленный длительным воздействием вдольберегового ветра (берег слева), и сгонный, причиной которого является сильный (до $15-20 \text{ мс}^{-1}$) ветер от берега, дующий не менее 6 часов. Экмановский апвеллинг – явление довольно масштабное для прибрежной зоны Черного моря. Известны случаи [2-5], когда им была охвачена зона шириной до 20-40 миль от берега, а сам процесс прибрежного понижения температуры воды наблюдался от Одессы до Сочи в течение месяца, хотя в большинстве случаев [7] он ограничен по площади отдельными регионами шельфа (б. Ласпи, район пос. Кацивели, Судакская бухта и др.). Самые благоприятные условия для образования Экмановского апвеллинга в районе ЮБК, согласно [7], приходится на июнь-июль, реже – на август. Начальные скорости изменения температуры воды в период Экмановского апвеллинга колеблются от $0,2 \text{ }^{\circ}\text{Сч}^{-1}$ до $0,8 \text{ }^{\circ}\text{Сч}^{-1}$, но иногда могут достигать $1,5 \text{ }^{\circ}\text{Сч}^{-1}$. Период начального развития изменяется от 2 часов до 1,5 суток. Продолжительность Экмановского апвеллинга колеблется от 1 до 10 суток (при средней – 2-4 суток). Наиболее интенсивные и продолжительные Экмановские апвеллинги образуются на участке ЮБК от м. Айя до пос. Кацивели. Во время наиболее мощных Экмановских апвеллингов в прибрежной зоне в поверхностный слой поднимаются воды с горизонтов от 15-20 до 50 м. При этом неоднократно отмечался выход на поверхность вод ХПС с температурой от $6,0$ до $8,0 \text{ }^{\circ}\text{С}$.

Система циркуляции прибрежных вод в процессе апвеллинга существенно отличается от устоявшейся. Это касается, прежде всего, активизации восходящих движений вод в глубинных и подповерхностных слоях и переноса теплых поверхностных вод от берега в открытое море. В большинстве случаев в поверхностном слое 0-15-20 м возникает вдольбереговое струйное течение антициклонической направленности, а ниже его наблюдается подповерхностное противотечение.

Сгонный прибрежный апвеллинг – явление локальное, возникающее значительно реже, чем Экмановский. Отмечено [1, 7], что для него характерна очень высокая начальная скорость изменения температуры воды, достигающая иногда $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч}^{-1}$. Период начального развития небольшой – 3-6 ч. Продолжительность колеблется от 6 до 12 ч. Интенсивность его в летний период меньше, чем у Экмановского, и может достигать $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее часто сгонный апвеллинг образуется в тех районах ЮБК, где существуют благоприятные условия для образования сильных местных ветров с берега типа фена или боры (б. Ласпи, район г. Алушты). Небольшая продолжительность этого типа апвеллинга связана с бризовой ветровой циркуляцией, когда вслед за дневным ветром с суши направление меняется на обратное в вечернее и ночное время. При этом сгон меняется на нагон теплой воды из открытого моря в прибрежную зону.

В последнее десятилетие, в связи с использованием комбинаций космических и натуральных методов исследования поверхности моря, удалось выявить еще два вида прибрежного апвеллинга. Так, в [6] показано, что крупномасштабные атмосферные процессы над Черным морем при средних невысоких скоростях вдольберегового ветра над ЮБК способны генерировать процесс апвеллинга, аналогичного Экмановскому, на достаточно протяженной акватории моря (до нескольких десятков миль) и длительностью до 10 суток.

Следующий вид апвеллинга удалось определить на основании полных на настоящее время комплексных съемок прибрежной зоны ЮБК в 1996 и 2000 гг., подкрепленных данными спутниковых наблюдений [9]. Авторы обнаружили, что при активном меандрировании вдольбереговой струи Основного черноморского течения (ОЧТ) между берегом и струей образуются антициклонические (так называемые «бегущие») вихри, которые на своей северной границе активизируют подъем холодных промежуточных вод с глубин 15-20 м к поверхности. При этом, температура поверхностных вод может понизиться с 21-23 до $8-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наибольшую интенсивность в этом случае апвеллинг приобретает, когда одновременно действуют вдольбереговое течение, реализующее Экмановский эффект, и сгонные ветры, вызывающие дрейфовые поверхностные течения.

Для интерпретации экспериментальных данных, характеризующих влияние апвеллинга на изменчивость термохалинной структуры вод отдельных регионов, обычно используются два подхода. Первый основан на сравнительном анализе результатов съемок, выполненных на различных стадиях развития апвеллинга по методике, описанной в [1]. Другой подход используется и оправдан при наличии эпизодической съемки, не «привязан» к какой-либо конкретной стадии апвеллинга. В этом случае возможным и оправданным является сравнение результатов конкретной съемки со среднегоголетними данными.

Обсуждение результатов

Изучение апвеллингов в б. Ласпи началось в 1985 г. в связи с организацией мидийной фермы. Различные этапы наблюдений охватывали периоды с 1985 по 1989 г. и с мая 1991 по июль 1993 г. При этом регистрировались среднесуточные колебания температуры воды на горизонте 10 м с помощью автоматического цифрового измерителя течений и температуры (АЦИТТ). Апвеллинг обнаруживали по резкому падению температуры (более $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за сутки). В ряде случаев данные АЦИТТ дополнялись наблюдениями с научных судов. Наиболее точные результаты исследований представлены в работах [8, 11, 12].

В данных работах показано, что наиболее часто в б. Ласпи в период с мая по октябрь наблюдаются апвеллинги Экмановского типа (от 2 до 4 случаев за сезон) с понижением температуры от $4-5$ до $10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже среднегоголетних значений и продолжительностью до 5-10 суток. Помимо этого, на общем фоне изменчивости температуры воды отмечаются неоднородности, связанные с бризовой ветровой циркуляцией, с суточной амплитудой до $4-8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Основными результатами воздействия апвеллинга на гидрохимические и гидробиологические показатели вод на акватории фермы явились следующие: увеличение абсолютной концентрации кислорода, уменьшение насыщенности вод кислородом, увеличение концентраций фосфатов, нитритов и нитратов, увеличение биомассы фитопланктона (в том числе и кормового). Кроме этого, периоды с большим числом апвеллингов сопровождались кратковременными «вспышками» нереста культивируемых мидий, задержкой их ростовых показателей, а также снижением интенсивности заселения мидийных коллекторов основными видами обрастателей – митилиястра и балянуса.

Наблюдения над проявлением апвеллинга в акватории б. Ласпи были продолжены в период с 2011 по 2012 г. в районе размещения мидийной фермы.

В течение 2011 г. был выполнен цикл наблюдений за изменчивостью гидрофизических параметров среды от поверхности до дна с помощью зонда «Катран-04». Периодичность наблюдений составляла 10 суток, а при формировании и развитии апвеллинга – ежедневно.

Как показали наблюдения, сезонная изменчивость гидрологических параметров была близка к среднемноголетней, за исключением теплого периода. Летний период отличался сильной атмосферной неустойчивостью, что приводило к образованию сгонно-нагонных процессов и усилению динамической активности вод бухты. Сменяемые по направленности течения имели вдольбереговой характер и достигали 60-100 см/с.

В конце мая-начале июня вертикальное распределение температуры формировалось в результате интенсивного прогрева и нагонных процессов. Температура поверхности воды поднялась к 10 июня до 22 °С (рис. 1), а соленость понизилась до 17,2 ‰, что ниже среднемноголетней (17,70 ‰) (рис. 2). Толщина однородного слоя составила 15 м. Понижение солености в июне, вероятно, связано с поступлением в район ЮБК распресненных азово-морских вод.

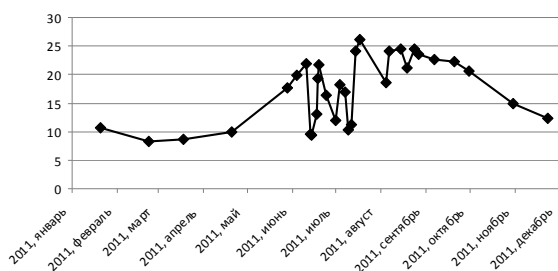


Рисунок 1. Годовая изменчивость температуры (фоновая станция, б. Ласпи)

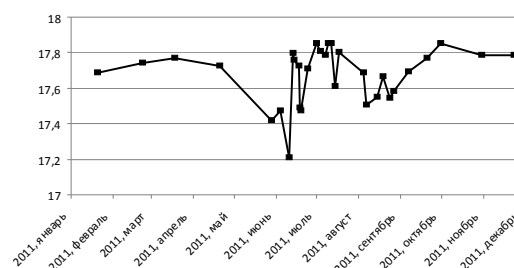


Рисунок 2. Годовая изменчивость солености (фоновая станция, б. Ласпи)

После воздействия ветров западной, северо-западной четвертей в период с 13 июня по 14 июля наблюдался апвеллинг. Температура воды понижалась с 22 до 9,5 °С, а значения солености повышались до 17,85 ‰ (рис. 3-5). И только с середины июля ход температуры и солености воды стал близок к средним многолетним значениям. В середине июля температура поверхностного слоя достигла максимального значения 25 °С, но влияние холодных вод сохранялось весь теплый период. Результатом этого явилось отсутствие выраженного верхнего однородного слоя и нехарактерно высокое положение нижней границы сезонного термоклина (15-25 м).

Отличительной особенностью поведения мидий на коллекторах в 2011 г. от прошлого года является пониженная смертность мидий и отсутствие сползания друз мидий, что связано с благоприятным гидрологическим режимом и хорошим перемешиванием и водообменом.

В 2012 г. продолжались наблюдения за температурой поверхности моря. Было выполнено 6 гидролого-гидрохимических съемок. Наблюдения за ветром показали, что в зимний период преобладали ветра западных, северо-западных направлений, а в теплый период сильные ветра восточных, юго-восточных направлений. Анализ годового хода температуры воздуха (рис. 6, 7) показывает, что зимний период текущего года был аномальным, т.е. холоднее прошлого на несколько градусов, благодаря чему температура воды на ферме понизилась до 6 °С (рис. 8). Весенне-летний период, наоборот, характеризовался высокими по сравнению со среднемноголетними значениями температурами воздуха и воды. В результате мощного прогрева быстро сформирова-

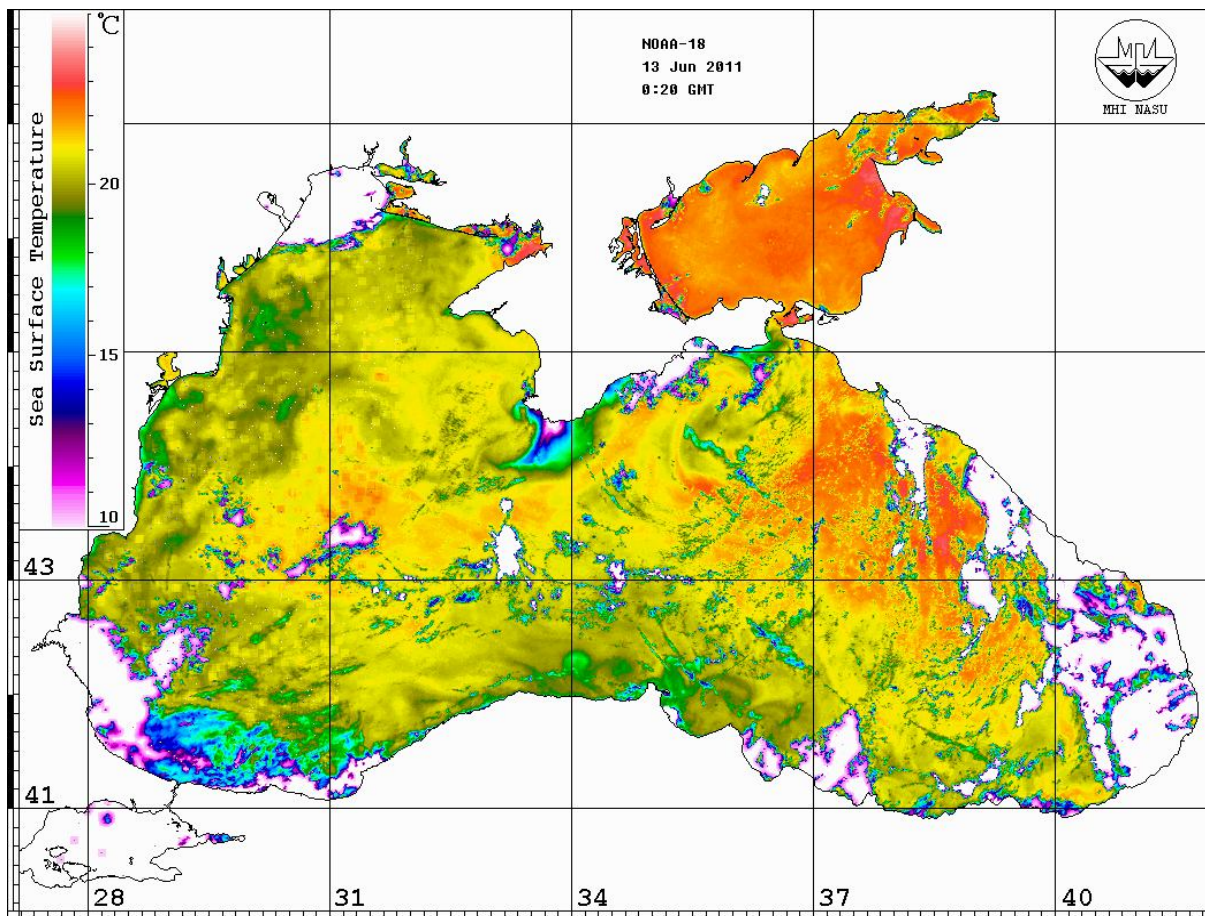


Рисунок 3. ИК изображение Черного моря (NOAA-18, 13.06.11) [10]

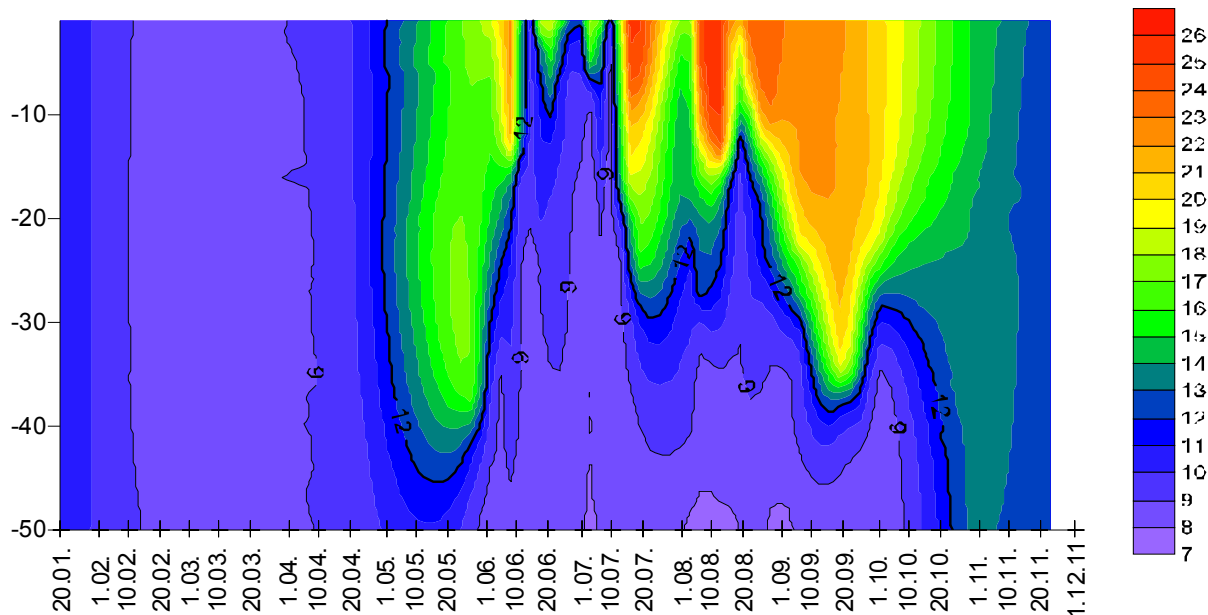


Рисунок 4. Годовой ход глубины залегания изотерм 8-12 град. (фоновая станция, б. Ласпи, 2011)

ровался термоклин, верхняя граница которого достигла 20 м (т.е. нижней границы фермы) уже к июню (рис. 10). Вплоть до начала октября температура верхнего однородного слоя плавно уменьшалась до 22 °С (рис. 8) и была близка к среднеголетнему максимуму, а толщина однородного слоя увеличилась до 30 м (рис. 10). Соленость вод б. Ласпи в текущем году соответствовала среднеголетним значениям (рис. 9). Редкие и непродолжительные по времени в этом году апвеллинги наблюдались в мае-июне и один раз в августе (рис. 8, 11). Температура поверхности воды в период сгонов понижалась до 8-10 °С.

Наблюдения за течениями в бухте проводились визуально. Сменяемые по направленности течения имели вдольбереговой характер и редко превышали 10-20 см/с.

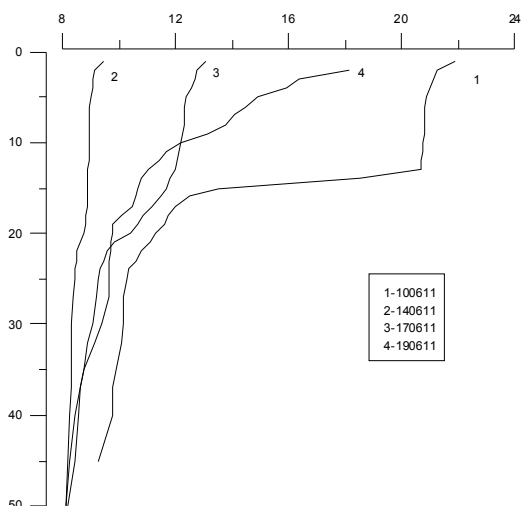


Рисунок 5. Временная эволюция вертикального профиля температуры (фоновая станция) в период наблюдения апвеллинга (10.06-14.07.11)

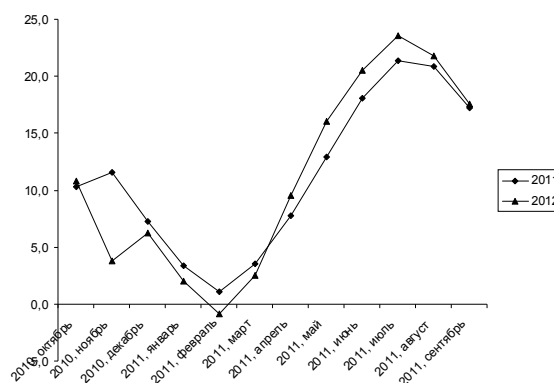


Рисунок 6. Годовой ход минимальных значений температуры воздуха (г. Ялта)

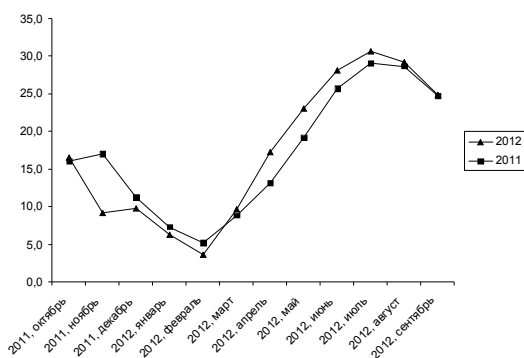


Рисунок 7. Годовой ход максимальных значений температуры воздуха (г. Ялта)

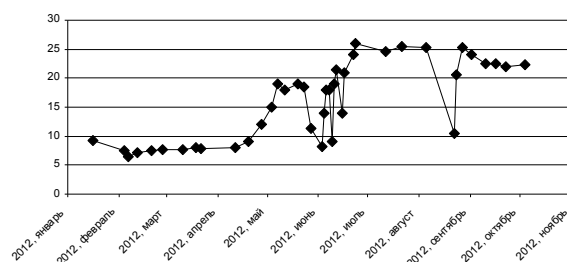


Рисунок 8. Годовая изменчивость поверхностной температуры воды (фоновая станция, б. Ласпи)

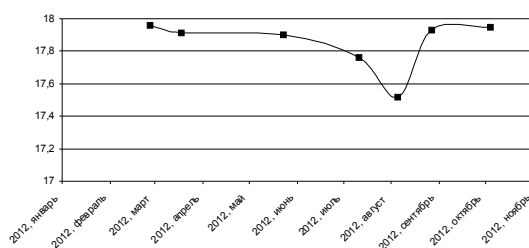


Рисунок 9. Годовая изменчивость солёности (фоновая станция, б. Ласпи)

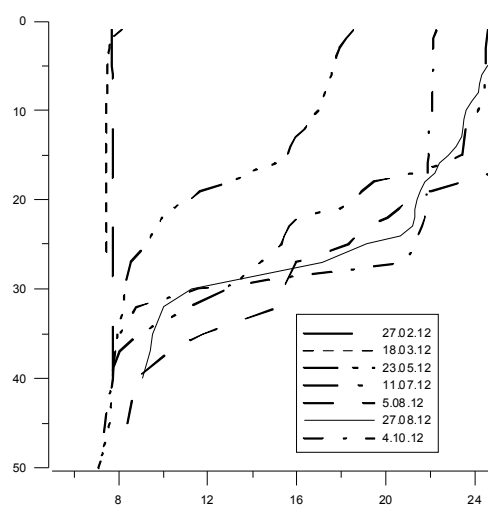


Рисунок 10. Годовая изменчивость вертикальных профилей температуры воды (фоновая станция, б. Ласпи)

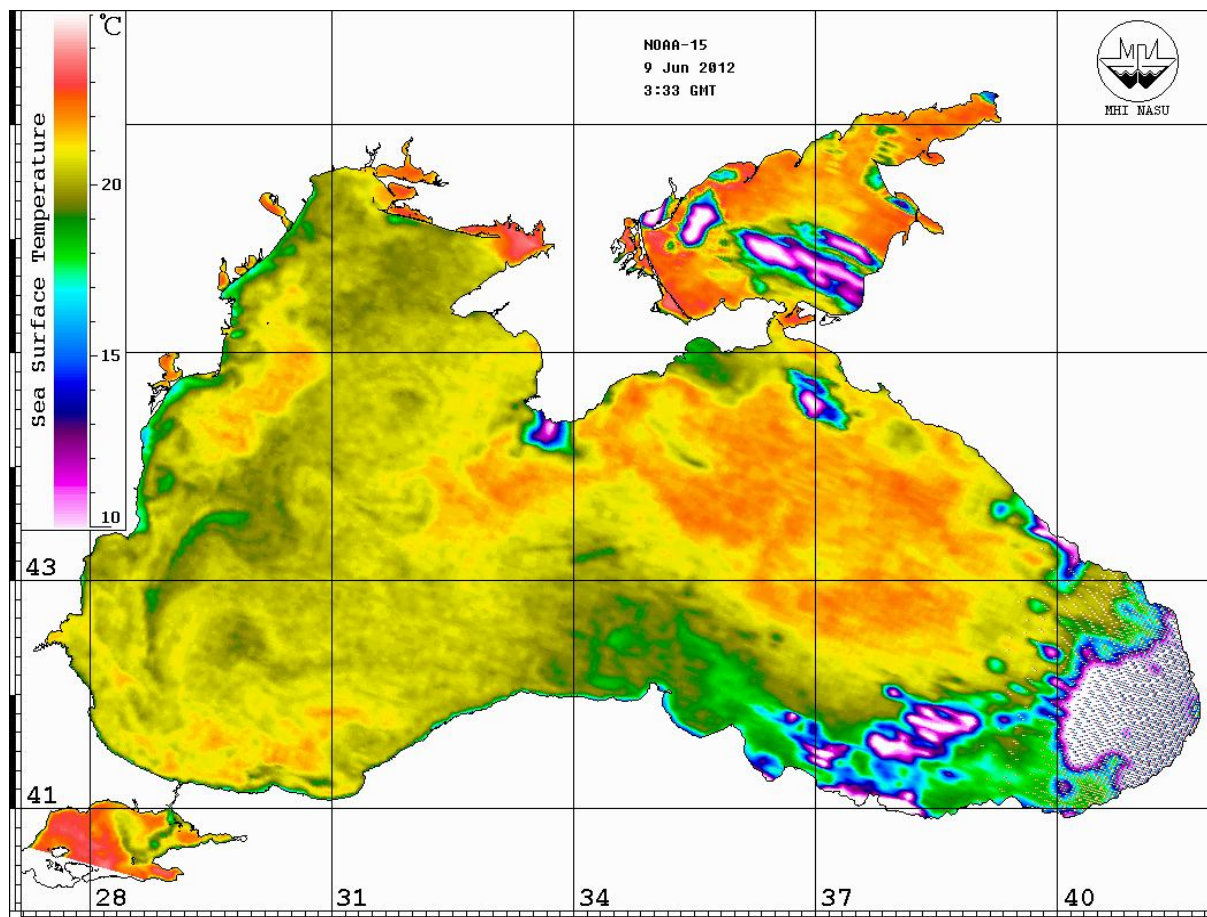


Рисунок 11. ИК изображение Черного моря в период апвеллинга в б. Ласпи (NOAA-18, 9.06.12) [10]

Выводы:

1. За исследуемый период в районе б. Ласпи практически ежегодно в теплый период наблюдались от 2 до 4 апвеллингов Экмановского типа с выходом на поверхность холодных промежуточных вод с температурой до 8-12 °С. Продолжительность таких апвеллингов – до 10 суток. На общий фон изменчивости температуры поверхностного слоя накладываются суточные колебания (до 4-8 °С), связанные с бризовой циркуляцией.
2. В последние годы отмечается снижение случаев апвеллинга до 1-2 и их интенсивности.
3. На акватории фермы во время проявления апвеллингов отмечается увеличение абсолютной концентрации кислорода, уменьшение насыщенности вод кислородом, увеличение концентраций фосфатов, нитритов и нитратов, увеличение биомассы фитопланктона (в том числе и кормового). Кроме этого, периоды с большим числом апвеллингов сопровождались кратковременными «вспышками» нереста культивируемых мидий, задержкой их ростовых показателей, а также снижением интенсивности заселения мидийных коллекторов основными видами обрастателей – митилястра и баянуса.

Литература

1. Блатов А.С., Иванов В.А. Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря (на примере Южного берега Крыма). – К.: Наукова думка, 1992. – 244 с.
2. Богданова А.К. Сгонно-нагонная циркуляция и термический режим Черного моря // Тр. СБС. – 1959. – Т. 11. – С. 262-283.
3. Богданова А.К. Сгонно-нагонная циркуляция и ее роль в обогащении питательными солями поверхностных вод Черного моря // Тр. СБС. – 1959. – Т. 11. – С. 335-352.
4. Богданова А.К. Сгонно-нагонные течения в прибрежной полосе у приглубого относительно прямолинейного берега // Тр. СБС. – 1959. – Т. 12. – С. 421-455.
5. Богданова А.К., Корпачев Л.Н. Сгонно-нагонная циркуляция и ее роль в гидрологическом режиме Черного моря // Метерология и гидрология. – 1959. – № 4. – С. 26-32.

6. *Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Попов М.А.* Апвеллинг в Балаклавской бухте и прилегающих акваториях Черного моря на базе спутниковых данных // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – Вып. 20. – С. 171-179.
7. *Иванов В.А., Михайлова Э.Н.* Апвеллинг в Черном море. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 92 с.
8. *Проведение научно-исследовательских работ* по определению гидрологических и гидрохимических характеристик прибрежной зоны Черного моря в районе монтажно-испытательного комплекса площадки Б (мыс Сарыч) для определения оптимальной точки глубоководного выпуска сточных вод : отчет о НИР. – Севастополь: ИнБЮМ НАНУ, 1996. – 86 с.
9. *Репетин Л.Н., Романов А.С., Чурилова Т.Я.* Апвеллинг в зоне антициклонической завихренности на шельфе Южного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – Вып. 22 – С. 205-227.
10. <http://www.dvs.net.ua>.
11. *Pircova A. V.* Dynamics of reproductive cycles, size and mass correlations of cultured mussels // Sevastopol Marine Research. – Trieste, 1990. – Pp. 20-25.
12. *Shalyapin V.K.* Climatic and physico-geographical conditions for mussel mariculture at the Black Sea // Sevastopol Marine Research. – Trieste, 1990. – Pp. 12-15.

ЭКЗОГЕННАЯ СУКЦЕССИЯ ОБРАСТАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В ОДЕССКОМ ЗАЛИВЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

А. Ю. Варигин

Одесский филиал института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины
(ОФ ИнБИОМ НАНУ)

Изучен процесс восстановления зооценоза обрастания гидротехнических сооружений Одесского залива Черного моря после повреждения ледовыми массами, в результате которого организмы-обрастатели были полностью отделены от субстрата. Показана последовательность заселения данного сообщества характерными видами.

Ключевые слова: зооценоз, обрастание, сукцессия

Exogenic succession of the hydrotechnical constructions fouling in the Odessa Bay of the Black Sea.
A. Yu. Varigin. *The recovery process of the fouling zoocenosis of the hydrotechnical constructions in the Odessa Bay (the Black Sea) after the damage from ice masses, which had resulted in the fouling organisms complete separation from the substrata, is studied. The sequence of this community settlement by the characteristic species is presented.*

Keywords: zoocenosis, fouling, succession

Для предотвращения интенсивных оползней берега Одессы были укреплены с помощью специальных сооружений, представляющих собой систему бетонных траверсов и волноломов, расположенных в море. Подводная поверхность этих конструкций пригодна для развития организмов обрастания. Основой его в изучаемом регионе служат двустворчатые моллюски *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 и *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790). Они являются видами эдификаторами, формирующими биоценоз обрастания гидротехнических сооружений.

Контурное сообщество, находящееся на границе раздела двух сред – толщи воды и твердого субстрата, часто подвергается наиболее интенсивному воздействию различных факторов среды. В последнее время климат в северо-западной части Черного моря становится все более неустойчивым. В этом регионе участились аномальные метеорологические явления, оказывающие стрессовые воздействия на прибрежные сообщества [1]. Летом температура морской воды поднимается до 30 °С, а в зимнее время на поверхности моря иногда появляется ледовый покров. Например, зимой 2011-2012 гг. вся акватория Одесского залива была покрыта льдом. Температура морской воды в это время не превышала 0 °С. Во время зимних штормов в феврале 2012 года огромная масса льда пришла в движение, в результате чего зооценоз обрастания на траверсах, не защищенных волноломами, был полностью уничтожен.

Целью данной работы было изучение процесса восстановления зооценоза обрастания на траверсе, расположенном в открытом участке моря и наиболее пострадавшем от механического воздействия ледовых масс. Для этого ежемесячно, начиная с марта 2012 года, проводился отбор проб обрастания на подводной поверхности данного траверса.

Началом процесса восстановления сообщества обрастания можно считать массовое оседание на подводную поверхность гидротехнических сооружений личинок мидий, так как эти моллюски формируют саму его основу. Наблюдения показали, что массовое оседание молоди мидий произошло в августе-сентябре 2012 года, то есть примерно через 6 месяцев после разрушительного воздействия ледовых масс.

В пробах, взятых в ноябре 2012 года, была обнаружена молодежь моллюсков, средний размер которых составлял 12,3±0,59 мм. Среди закрепившихся на траверсе мидий были обнаружены двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1790) и усногий рак *Balanus improvisus* Darwin, 1854. Эти виды являются постоянными компонентами зооценоза обрастания в изученном районе моря. Из ракообразных были отмечены представители отряда Amphipoda *Stenothoe monoculoides* (Montagu, 1815) и *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853. Эти мелкие детрито-

ядные виды (первый не превышает в длину 4 мм, а второй – 6 мм) постоянно встречаются в обрастании как искусственных [2], так и естественных субстратов [3]. Отряд Isopoda был представлен *Idotea baltica basteri* Audouin, 1827. Этот фитофильный вид ракообразных также является постоянным компонентом данного зооценоза. Из многощетиковых червей были обнаружены молодые экземпляры *Platynereis dumerilii* (Audouin et M.-Edwards, 1834), *Neanthes succinea* (Frey et Leuckart, 1847) и *Polydora cornuta* Bosc, 1802.

В декабре 2012 года таксономический состав зооценоза обрастания пополнился двумя видами многощетинковых червей *Harmothoe imbricata* (Linne, 1767) и *Grubea clavata* (Claparede, 1869), а также двумя видами ракообразных из отряда Amphipoda *Amphithoe vailanti* Lucas, 1846 и *Huale pontica* Rathke, 1837.

Еще через месяц в составе зооценоза появились мелкие брюхоногие моллюски *Setia turriculata* Monterosato, 1884 и *Mohrensternia lineolata* (Michaud, 1882), а также представители Amphipoda *Melita palmata* (Montagu, 1804) и *Gammarus aequicauda* Mart, 1931. В феврале 2013 года к уже указанным видам добавились личинки хирономид *Thalassomyia frauenfeldi* (Shiner, 1856).

Как видно из представленных данных, в феврале 2013 года в составе изучаемого зооценоза обнаружено лишь 18 видов беспозвоночных. В то время как, по результатам предыдущих исследований, ранее здесь было отмечено 34 вида. Так, гидроидные полипы и десятиногие ракообразные обнаружены не были. В большинстве таксонов, за исключением усонюгих ракообразных и личинок хирономид, число видов уменьшилось. Наиболее значительное сокращение (с 11 видов до 6) произошло среди разноногих ракообразных.

Таким образом, через год после разрушительного воздействия ледовых масс зооценоз обрастания все еще находился на стадии восстановительной сукцессии. Основной вид сообщества – мидия – представлен лишь молодыми экземплярами. Восстановление таксономического состава зооценоза обрастания произошло в неполном объеме.

Литература

1. Адобовский В.В., Говорин И.А., Краснодембский Е.А. Влияние аномальных гидрологических процессов на мидийные обрастания берегозащитных гидротехнических сооружений Одесского побережья // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. трудов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – Т. 1, вып. 25. – С. 580-585.
2. Каминская Л.Д., Алексеев Р.П., Иванова Е.В., Синегуб И.А. Донная фауна прибрежной зоны Одесского залива и прилежащих районов в условиях гидростроительства // Биол. моря. – 1977. – Вып. 43. – С. 54-64.
3. Шурова Н.М., Варигин А.Ю., Кирюшкина Е.О. Изменения качественного состава и количественных характеристик гидробионтов мидиевых сообществ северо-западной части Черного моря // Экол. моря. – 1986. – Вып. 24. – С. 74-78.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГРАЦИЛЯРИИ КАК ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЫ

Е. Ф. Васечкина

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ НАНУ)

Математическая модель роста макроводоросли грацилярии базируется на балансово-энергетическом подходе. Параметризации основных функций: потребления биогенов, дыхания, выделения, роста – подбирались с использованием опубликованных данных наблюдений. На основе математической модели разработана численная имитационная модель. Результаты тестовых вычислений скорости роста биомассы не противоречат имеющимся натурным данным.

Ключевые слова: имитационное моделирование, интегрированная политрофическая марикультура, грацилярия

Simulation model of gracilaria as one of the components of the integrated polyculture. E.F. Vasechkina.

Mathematical model of the microalga gracilaria growth is based on the balance-energy approach. Parametrizations of the basic functions of nutrients consumption, respiration, excretion, and growth were selected with the use of the published observation data. On the basis of the mathematical model, the numerical simulation model was developed. The test calculations results of the biomass growth speed do not contradict the available field data.

Keywords: simulation modeling, integrated polytrophic mariculture, gracilaria

В настоящее время в числе приоритетных вопросов развития мировой аквакультуры стоит проблема обеспечения ее устойчивого развития. Экстенсивное производство морепродуктов на больших акваториях приводит к их катастрофическому загрязнению и деградации морских биоценозов. Совместное культивирование нескольких видов морских организмов, сбалансированных по потреблению и выделению органических и неорганических веществ, – так называемая интегрированная политрофическая марикультура (ИПТМ), – признается принципиальным решением данной проблемы и является перспективным путем развития мировой аквакультуры [7].

Эффективно сочетание аквакультуры моллюсков и рыб с культивированием различных видов макроводорослей, являющихся естественным инструментом биологической очистки воды. Сохранение качества воды на акваториях, занятых аквакультурой, и прилегающих участках шельфа считается приоритетным вопросом при принятии решения о размещении вновь создаваемого объекта. Помимо этого, при выборе комплементарных видов интегрированной поликультуры нужно учитывать и экономический эффект от выращивания той или иной макроводоросли. Рассматриваемый нами вид *Gracilaria vermiculophylla* является источником ценного сырья агара и является прекрасным биофильтратором воды [5]. Мировое производство грацилярии в настоящее время превышает 565 тыс. т, годовой оборот рынка – примерно 200 млн. долларов. Доля грацилярии составляет около 80 % всех используемых агарофитов, а выход агара 15-20 % [9].

Морские хозяйства по разведению рыб и беспозвоночных животных становятся более рентабельными при подключении к ним аквакультуры агарофитов [13]. Так, на китайском побережье грацилярию культивируют совместно с рыбой и креветками, на о-ве Тайвань – с креветками и крабами [15], в Индонезии – с моллюсками [10]. Удельная скорость роста грацилярии при поликультурном выращивании выше, чем при монокультурном, а продуктивность беспозвоночных увеличивается в среднем на 10-20 % [4]. Качество морской среды при этом поддерживается на существенно более высоком уровне, чем при выращивании монокультуры.

При планировании новых объектов марикультуры, а также для оптимизации ведения морского хозяйства представляется весьма полезным использование имитационного моделирования [1, 2]. Здесь представлена разработка одного из блоков будущей модели морского хозяйства – имитационная модель роста грацилярии. Далее мы последовательно рассмотрим вопросы, связанные с ее ростом: скорость фотосинтеза, выделение кислорода, изъятие биогенов из морской воды

(биофилтрация). Размножение грацилярии специально не рассматривалось в данной работе в виду следующих рассуждений.

Как известно, грацилярия может размножаться как вегетативным способом, так и спорами. Было замечено, что фрагменты прикрепленной формы макрофита, несущие органы размножения, после выхода спор распадаются. Опыт экспериментального разведения грацилярии из фрагментов половой или бесполой генерации выявил экономическую невыгодность использования этого направления выращивания, хотя и были разработаны специальные добавки и фитогормоны, сдерживающие разрушение слоевища. Кроме этого, установлен антагонизм между развитием органов размножения и вегетативной массой макрофита. Это объясняет более высокие темпы роста неприкрепленных форм по сравнению с прикрепленными при отсутствии ограничения в росте. Так, удельная скорость роста *G. verrucosa*, культивируемой на тихоокеанском побережье Канады, составила у неприкрепленной формы $0,047 \text{ сут}^{-1}$, а у прикрепленной – $0,02 \text{ сут}^{-1}$. Помимо этого, обнаружено, что для интенсификации роста гаметофитов и спорофитов, по сравнению со стерильными слоевищами, требуется увеличение длительности светового дня. Таким образом, использование при культивировании неприкрепленных форм, размножающихся исключительно вегетативным способом, является наиболее эффективным способом выращивания агарофитов [4].

Математическая модель. Фитопланктон и макроводоросли являются первичными продуцентами, их рост лимитируется одними и теми же факторами, главными из которых являются наличие в воде биогенов и достаточная освещенность. В связи с этим уравнения динамики биомассы макроводорослей могут быть записаны по аналогии с уравнениями роста фитопланктона, хотя имеются и некоторые различия [6, 8, 14].

Запишем уравнение динамики биомассы макрофита в виде:

$$\frac{dB}{dt} = (C - e - d)B, \quad (1)$$

где C – удельная скорость роста; B – биомасса водорослей, d – параметр, учитывающий разрушение и отрыв ветвей водорослей; e – выедание водорослей морскими животными. Скорость роста лимитирована температурой, освещенностью и наличием нутриентов в воде:

$$C = C^p(I, T) \min(f(N), f(P)) D^{-\beta}, \quad (2)$$

где C^p – максимально возможная скорость роста в отсутствии лимитирования биогенами, D – плотность популяции водорослей в месте расположения объекта, β – параметр, учитывающий самоингибирование. Функции зависимости скорости роста от содержания биогенов $f(N), f(P)$ могут меняться от 0 до 1.

Фотосинтез. Скорость фотосинтеза будем описывать уравнением:

$$C^p = (C^{max} + R_d) \left(I - e^{\frac{-\alpha I_z^2}{2(C^{max} + R_d)E_c}} \right) - R_d, \quad (3)$$

$$I_z = I_0 e^{-\xi z}, \quad (4)$$

где C^{max} – максимальная удельная скорость фотосинтеза, I_0 и I_z – освещенность на поверхности воды и на глубине z , соответственно, ξ – коэффициент экстинкции, α – начальный наклон кривой зависимости интенсивности фотосинтеза от освещенности, E_c – освещенность, при которой затраты кислорода на дыхание уравновешиваются фотосинтезом (рис. 1), R_d – темновое дыхание.

Параметры фотосинтеза, указанные на рисунке 1, являются функциями температуры и солености воды. Для того, чтобы найти эти эмпирические зависимости, нужны натурные данные по росту водоросли при изменяющейся температуре и освещенности при прочих равных условиях. В работе [12] приведены оценки всех фотосинтетических параметров для нескольких температур при солености 20 ‰. По этим данным были построены аппроксимации искомых параметров, графики которых представлены на рисунке 2.

По наблюдениям авторов [12], фотоингибирования роста грацилярии не происходит даже при высоких уровнях освещенности порядка $700 \mu \text{ моль фотон м}^{-2}\text{с}^{-1}$.

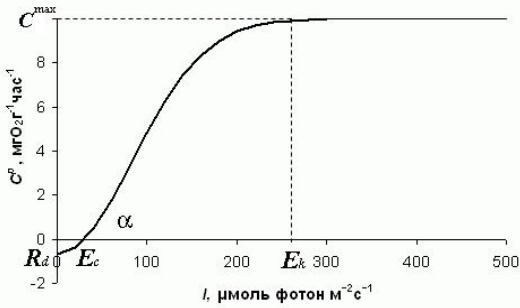


Рисунок 1. Кривая фотосинтеза: C^{max} – максимальная удельная скорость фотосинтеза, α характеризует начальный наклон кривой ($\alpha = C^{max}/E_k$); E_c – компенсаторный пункт кривой фотосинтеза; R_d – темновое дыхание; E_k – освещенность, при которой достигается насыщение

Для всех фотосинтетических параметров температурные зависимости аппроксимированы полиномами (таблица), однако они с уверенностью могут быть использованы в модели, поскольку, как мы видим, в интервале допустимых температур от 5 до 35 °С эти зависимости вполне адекватны и довольно хорошо интерполируют натурные данные.

Для всех фотосинтетических параметров температурные зависимости аппроксимированы полиномами (таблица), однако они с уверенностью могут быть использованы в модели, поскольку, как мы видим, в интервале допустимых температур от 5 до 35 °С эти зависимости вполне адекватны и довольно хорошо интерполируют натурные данные.

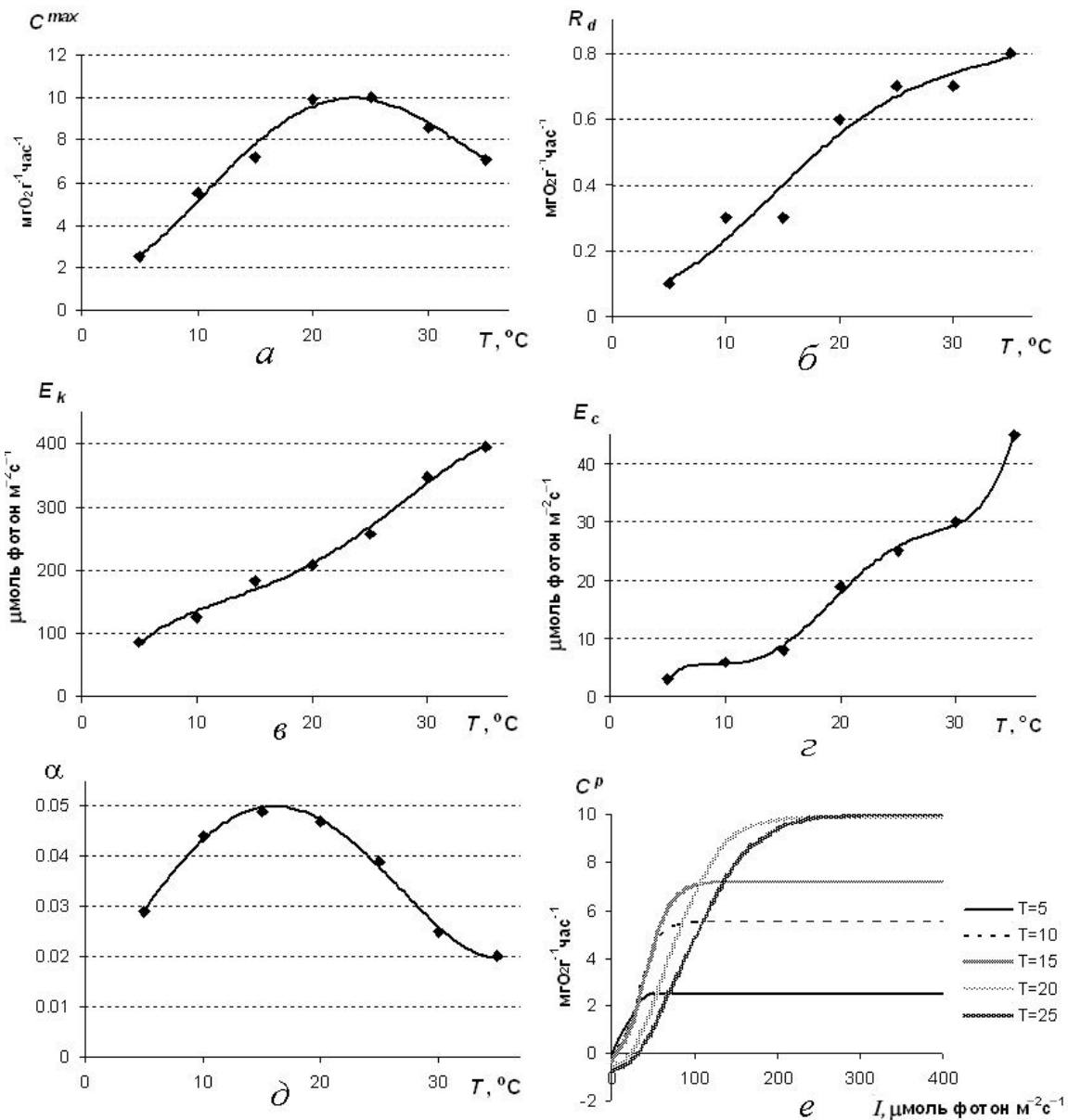


Рисунок 2. Эмпирические оценки фотосинтетических параметров грацилярии по натурным наблюдениям [12] и параметризации зависимостей этих параметров от температуры окружающей среды: *a-d* (точками обозначены данные, сплошной линией – параметризации (таблица)). Вычисленные кривые фотосинтеза при нескольких значениях температуры воды – *e*

Аппроксимации зависимостей фотосинтетических параметров от температуры

Параметр	Функция	Коэффициент детерминации
C_{max}	$4 \times 10^{-5} T^4 - 0,0035 T^3 + 0,0845 T^2 - 0,2211 T + 2$	0,9833
α	$2 \times 10^{-7} T^4 - 10^{-5} T^3 + 8 \times 10^{-5} T^2 + 0,0033 T + 0,0119$	0,9953
E_c	$4 \times 10^{-5} T^5 - 0,0039 T^4 + 0,1346 T^3 - 2,055 T^2 + 14,297 T - 31,571$	0,9978
E_k	$-0,0011 T^4 + 0,0873 T^3 - 2,3183 T^2 + 31,808 T - 27$	0,9926
R_d	$2 \times 10^{-6} T^4 - 0,0002 T^3 + 0,0048 T^2 - 0,0228 T + 0,1286$	0,9543

Вычислив скорость фотосинтеза по выделению кислорода C_p ($\text{мгO}_2/\text{г сухой массы}^{-1} \text{ час}^{-1}$), легко перейти к приращению энергетического эквивалента биомассы водоросли в единицу времени, используя оксикалорийный коэффициент 3,38 кал/ мгO_2 . Затем, учитывая калорийность сухой массы грацилярии, можно рассчитать удельную скорость роста водоросли.

Лимитирование биогенами. Перейдем теперь к аппроксимации функций лимитирования роста водорослей содержанием азота и фосфора $f(N)$, $f(P)$ в морской воде. Эти функции хорошо описываются уравнением Михаэлиса-Ментен:

$$f(N) = f([\text{NH}_4^+]) + f([\text{NO}_3^-], [\text{NO}_2^-]), \quad (5)$$

$$f([\text{NH}_4^+]) = \frac{[\text{NH}_4^+]}{([\text{NH}_4^+] + K_{\text{NH}_4})}, \quad f([\text{NO}_3^-], [\text{NO}_2^-]) = \frac{([\text{NO}_3^-] + [\text{NO}_2^-])}{([\text{NO}_3^-] + [\text{NO}_2^-] + K_{\text{NO}_3})}$$

$$f(P) = \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{K_{\text{PO}_4} + [\text{PO}_4^{3-}]}, \quad (6)$$

где K_{NH_4} , K_{NO_3} , K_{PO_4} – константы полунасыщения по аммонiu, нитратам и фосфатам, соответственно, в квадратных скобках фигурирует концентрация соответствующих ионов в морской воде. При учете двух необходимых нутриентов – азота и фосфора – лимитирующим фактором выступает тот из них, чья функция в данный момент минимальна. Константы полунасыщения определяются по эмпирическим данным. Нами использовались константы, вычисленные для *Gracilaria vermiculophylla* в [11] по данным наблюдений в лабораторных условиях. На рисунке 3 представлены соответствующие графики $f([\text{NH}_4^+])$ и $f([\text{NO}_3^-], [\text{NO}_2^-])$. Данные по скорости потребления фосфора удалось найти только для вида *Gracilaria cervicornis*, кривая $f(P)$, построенная по этим данным, также представлена на рисунке 3, а. Необходимо отметить, что оценки констант полунасыщения и максимальных скоростей изъятия биогенов для одного и того же вида водорослей сильно различаются у разных авторов. Возможно, это связано с различающимися условиями экспериментов. Как известно, скорость изъятия аммония при выбросах в течение короткого времени, когда резко возрастает его концентрация в воде, существенно отличается от

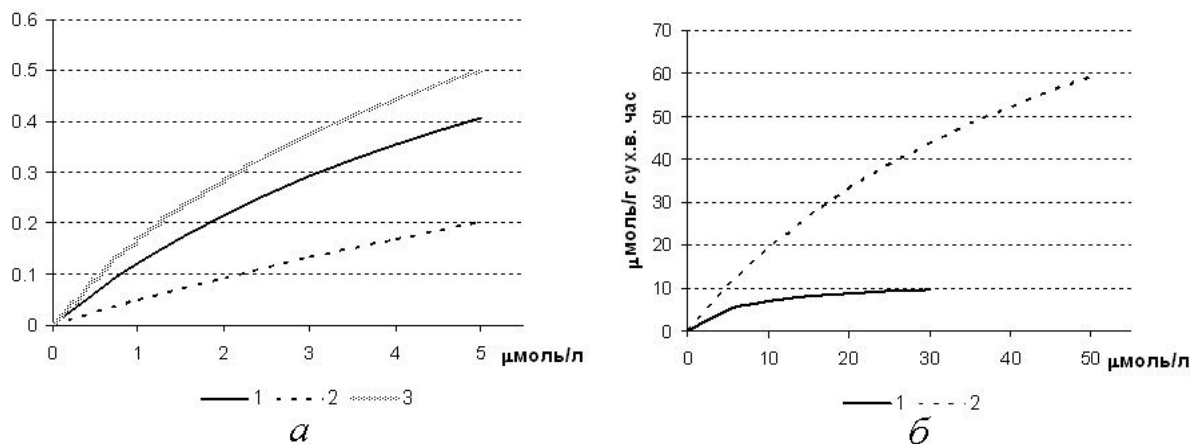


Рисунок 3. Графики функций лимитирования скорости роста водоросли содержанием биогенов в морской среде – а: 1 – аммоний; 2 – нитраты; 3 – фосфаты. Скорость изъятия водорослями аммония – б: в квазистационарных условиях – 1; при выбросах – 2

скорости потребления в квазистационарных условиях (рис. 3, б). На величины максимальной скорости изъятия и константу полунасыщения определенно влияют и другие условия эксперимента, оценки по данным *in situ* будут, наверное, отличаться от полученных в лабораторных условиях. Поэтому эти параметры модели должны непременно подстраиваться под имеющиеся данные наблюдений. На этапе разработки модели мы использовали численные оценки из литературных источников. Поскольку разрабатываемая модель будет использоваться в качестве блока информационной технологии, предусматривающей регулярные натурные наблюдения с усвоением данных в модели, как первое приближение этого вполне достаточно.

Как правило, в Черном море лимитирующим фактором роста водорослей является содержание неорганического азота в морской воде. Функция зависимости скорости роста от содержания фосфатов лежит выше, и в водах Черного моря концентрация фосфора обычно существенно больше, чем азота. Лимитирующий коэффициент в модели вычисляется как $\min(f(N), f(P))$. В [11] приводится оценка нижнего порога концентрации аммония, необходимого для достижения максимальной скорости роста грацилярии при прочих благоприятных условиях, $-0,47 \mu$ моль/л.

Влияние солености. В [11] выполнено исследование зависимости скорости роста *Gracilaria vermiculophylla* от солености в интервале от 0 до 45 ‰. Показано, что данный вид грацилярии хорошо растет в широком диапазоне соленостей, оптимальными условиями для него является интервал 15-30 ‰, при этом скорость роста может достигать $0,06 \text{ сут}^{-1}$.

Биофильтрация. Исследованию процессов изъятия неорганических форм азота и фосфора различными видами макрофитов посвящено большое количество работ, поскольку эффективность биофильтрации является весьма важным фактором при решении вопроса об использовании макрофита в качестве компонента ИПТМ. В частности показано, что грацилярия обладает очень хорошими фильтрационными характеристиками в сравнении с другими водорослями, что, наряду с возможностью получения ценного сырья, делает ее весьма привлекательным объектом культивирования. Все виды грацилярии усваивают как аммоний, так и нитраты из морской воды, однако аммоний усваивается быстрее и легче. Замечено также, что в присутствии аммония замедляется усвоение нитратов. Скорость изъятия нутриента S принято рассчитывать с помощью уравнения Михаэлиса-Ментен:

$$V = V_{max} \frac{[S]}{K_m + [S]}, \quad (7)$$

где V_{max} – максимальная скорость изъятия, K_m – константа полунасыщения, в квадратных скобках концентрация нутриента S .

Для оценок изъятия биогенов в процессе роста водоросли были использованы оценки V_{max} и K_m , взятые из литературных источников с тем, что по мере получения наблюдений они будут подстраиваться после усвоения данных в модели. На рисунке 4 показаны модельные зависимости скоростей изъятия биогенов в квазистационарных условиях.

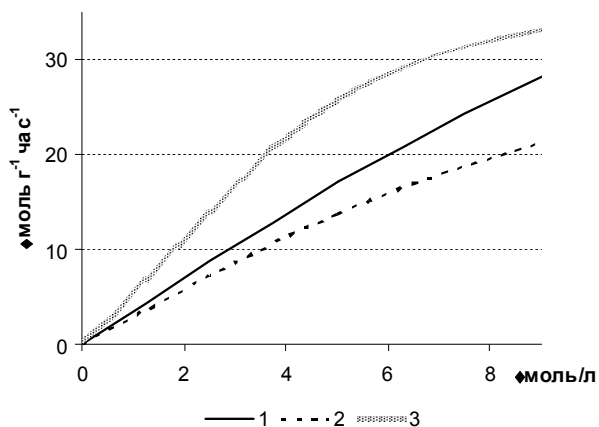


Рисунок 4. Модельные скорости изъятия биогенов грацилярией при квазистационарных условиях: 1 – аммония; 2 – нитратов; 3 – фосфатов

Выедание гидробионтами. Морские водоросли могут употребляться в пищу брюхоногими моллюсками и ракообразными, соответственно выедание необходимо учитывать в динамическом уравнении для биомассы (1). Эта составляющая описывалась в модели с помощью линейной зависимости – $E = eB$, коэффициент пропорциональности выбирался на основании результатов лабораторных экспериментов $e = 0,015$ [11]. Как и другие параметры модели, этот коэффициент имеет лишь оценочное значение и должен подгоняться в модели с помощью данных наблюдений.

Большую проблему составляет параметризация потери части массы водорослей за

счет отрыва и разрушения ветвей при волнении. Мы не нашли в литературе численных оценок этого процесса и в качестве первого приближения приняли $d = f(T_v V)$, где T_v – число дней, в которые скорость ветра превышала 10 м/с, V – средняя скорость ветра в течение этого периода (рис. 5).

$$d = \frac{VT_v}{K_v + VT_v}, \quad (8)$$

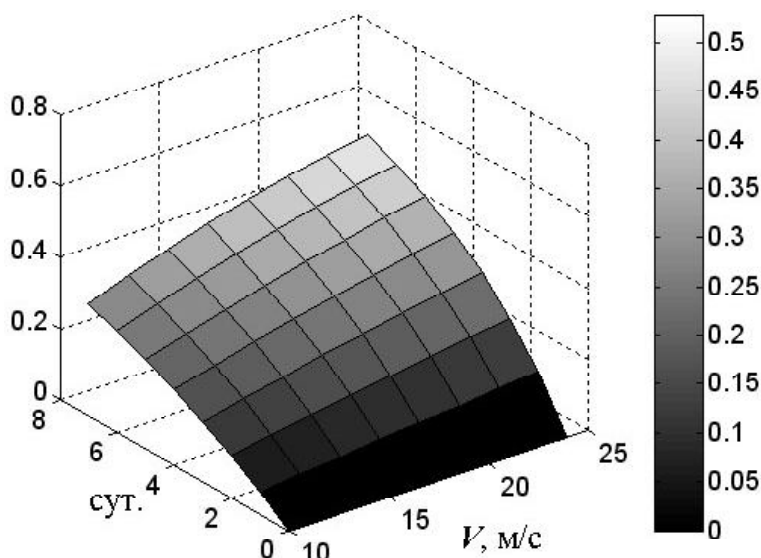


Рисунок 5. График принятой в модели параметризации коэффициента d , характеризующего потери биомассы водорослей вследствие штормов (8)

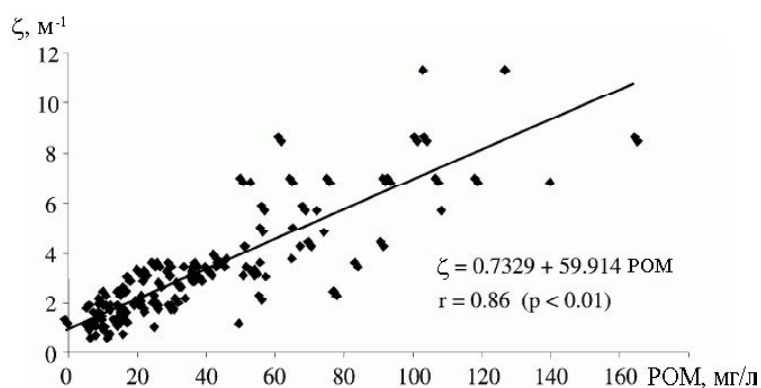


Рисунок 6. Коэффициент экстинкции в зависимости от концентрации взвешенных частиц в морской воде – данные и линейное уравнение регрессии (r – коэффициент детерминации)

описание всех основных функций, определяющих рост и взаимодействие водорослей с морской средой. На базе данной математической модели была разработана компьютерная программа, реализующая в конечно-разностном виде динамическое уравнение (1) с параметризациями (2-8). Модель была отлажена и протестирована, далее будут приведены некоторые результаты тестирования. На рисунке 7 показан рост грацилярии, рассчитанный по модели со следующими начальными и внешними условиями:

- начальный момент времени – 1 февраля 1988 г.;
- начальная масса – 1 г.;
- освещенность соответствовала средним многолетним данным для района Ялты (рис. 7, а);

Затенение и самозатенение. Поскольку водоросли произрастают на дне, либо, при культивировании на поводках, в толще воды, необходимо рассчитать реальную интенсивность света, поступающего к растительным клеткам, т.е. затенение клетками фитопланктона и органической взвесью и самозатенение. При культивировании макрофитов на вертикальных поводках водоросли, растущие ближе к поверхности, затеняют нижние тем сильнее, чем больше плотность посадки. В модели ингибирование роста вследствие самозатенения параметризуется с помощью степенной функции $D^{-\beta}$, где β в первом приближении задавался равным аналогичному коэффициенту, оцененному для фитопланктона (0,75). Снижение интенсивности света за счет взвешенных частиц учитывалось с помощью коэффициента экстинкции в формуле (4). Зависимость коэффициента от концентрации взвеси параметризовалась в модели на основе натуральных данных работы [6], представленных на рисунке 6.

Таким образом, в первом приближении дано математическое

- суточный ход освещенности имитировался синусоидой, промодулированной в соответствии с кривой годового хода (рис. 7, *a*), отношение «светлого времени суток» к «темному» составляло 5/3;
- температура воды задавалась по реальным данным за 1988 г. в б. Ласпи на глубине 3-5 м (рис. 7, *б*), данные работы [3];
- содержание аммонийного азота составляло 0,5 и 0,7 μ мольN/л (кривые 1 и 2 на рис. 7, *в* и 7, *з*); нитратов – 1 μ мольN/л в обоих экспериментах, во времени эти величины оставались постоянными;
- шаг дискретизации по времени 3 часа;
- параметры, учитывающие разрушение и отрыв ветвей водорослей и выедание водорослей морскими животными, принимались равными нулю.

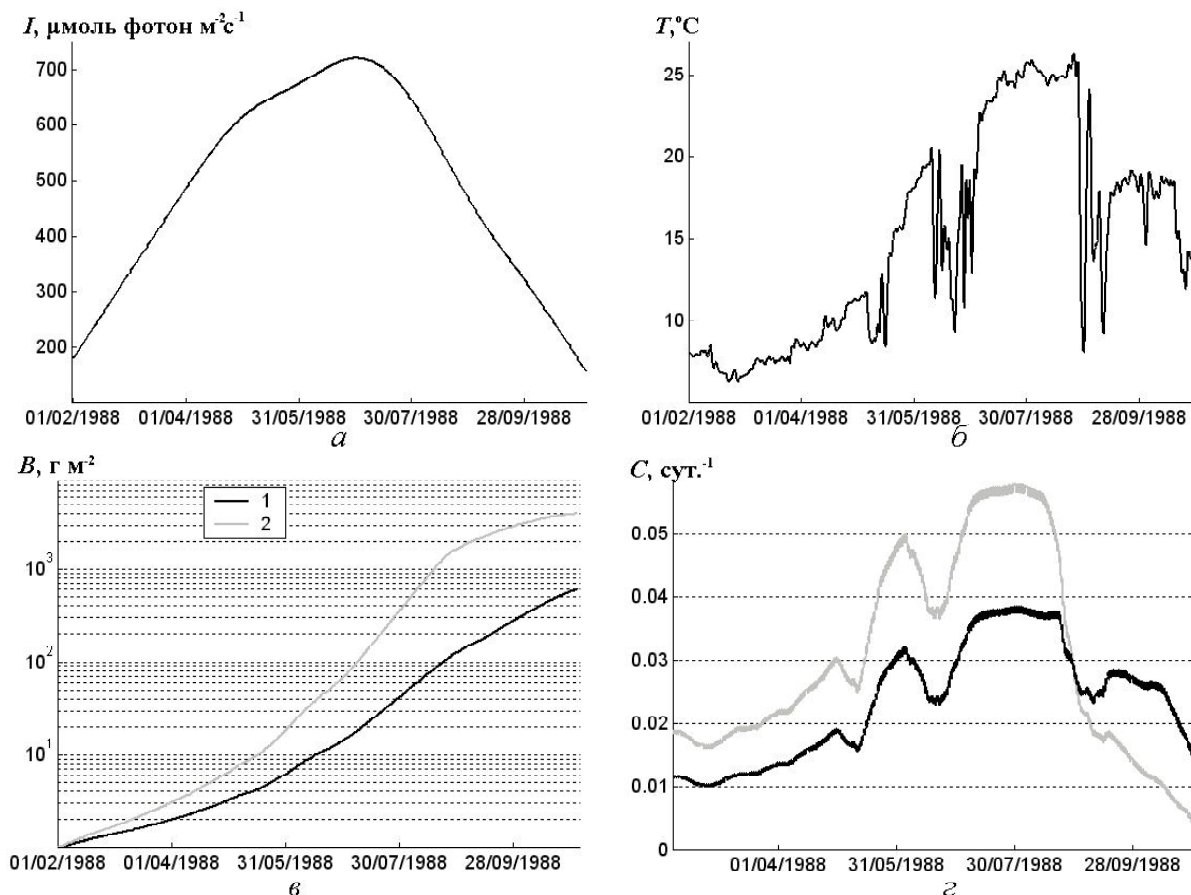


Рисунок 7. Результаты тестирования модели роста грацилярии: *a* – освещенность; *б* – температура воды (б. Ласпи, 3-5 м, 1988 г.); *в* – модельный рост биомассы; *з* – средняя удельная скорость роста при условиях: 1 – концентрация неорганического азота в воде 0,5 μ мольN/л; 2-0,7 μ мольN/л

При достаточном запасе биогенов, благоприятной температуре и освещенности биомасса водорослей растет экспоненциально до достижения уровня насыщения, где наблюдается выход кривой на квазистационарный уровень. Это происходит вследствие процесса самоингибирования роста, связанного с самозатенением и повышением конкуренции за ресурсы. В представленных на рисунке 7 результатах уменьшение скорости роста происходит вследствие понижения температуры воды. Максимальные удельные скорости роста биомассы в модели приходятся на июль-август, что соответствует наблюдениям [4]. Содержание накопленного азота в тканях водорослей в обоих экспериментах было примерно равным и составило 3,3 и 3,6 % сухого веса. Такие оценки не противоречат экспериментальным данным для акваторий с низким содержанием растворенного азота [11].

Заключение

На основании анализа численных экспериментов можно сделать вывод о том, что модель адекватно воспроизводит рост водорослей, давая разумные результаты. Удельная скорость роста, скорость и объем изъятия биогенов из морской среды, концентрация азота в тканях водоросли соответствуют измерениям, выполненным в лабораторных условиях и оценкам, сделанным на основе данных полевых исследований.

Литература

1. Васечкина Е.Ф. Концепция информационной поддержки устойчивого развития марикультуры в прибрежной зоне Крыма // Системы контроля окружающей среды – 2011 : материалы Международного научно-технического семинара. – Севастополь. – 2011. – С. 139-142.
2. Васечкина Е.Ф. Объектно-ориентированный подход к моделированию интегрированной политрофической аквакультуры «мидии-макрофиты» // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮГНИРО, 2012. – Т. 2. – С. 83-89.
3. Казанкова И.И., Гринцов В.А., Артемьева Я.Н. и др. Мониторинг численности личинок мидии в планктоне и интенсивности их оседания в районе экспериментальных мидийных хозяйств // Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг. – Севастополь, МГИ НАНУ, 2004. – С. 258-262.
4. Миронова Н.В. Экстенсивное культивирование грацилярии (*Gracilaria*): обзор // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 65-70.
5. Мирошникова Н.В., Скрипцова А.В. Оценка способности четырех видов макроводорослей к биоочистке вод от избытка биогенов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы Международной научно-технической конференции. – Владивосток: ДГТРУ. – 2011.
6. Alvera-Azcarate A., Ferreira J.G., Nunes J.P. Modelling eutrophication in mesotidal and macrotidal estuaries. The role of intertidal seaweeds // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2003. – Vol. 57. – Pp. 715-724.
7. Barrington K., Chopin T., Robinson S. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters // Integrated mariculture: a global review. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. – Rome, FAO. – 2009. – № 529. – Pp. 7-46.
8. Duarte P., Ferreira J.G. A model for the simulation of macroalgal population dynamics and productivity // Ecological Modelling. – 1997. – Vol. 98. – Pp. 199-214.
9. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2009 // Aquaculture Production. – FAO, 2011. – 231 p.
10. Izzati M. The role of seaweeds *Sargassum polycistum* and *Gracilaria verrucosa* on growth performance and biomass production of tiger shrimp (*Penaeus Monodon* Fabr) // J. of Coast. Develop. – 2011. – Vol. 14, № 3. – Pp. 235-241.
11. Jensen A.T., Uldahl A.U., Kristian K.P. et al. The invasive macroalgae *Gracilaria vermiculophylla*. Effects of Salinity, Nitrogen availability, Irradiance and Grazing on the growth rate. – <http://rudar.ruc.dk/bitstream/1800/6516/1/Gracillaria-vermiculophylla.pdf>.
12. Phooprong S., Ogawa H., Hayashizaki K. Photosynthetic and respiratory responses of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss collected from Kumamoto, Shizuoka and Iwate, Japan // J. Appl. Phycol. – 2008. – Vol. 20. – Pp. 743-750. – DOI 10.1007/s10811-007-9253-9.
13. Rotmann K.W.G. The collection, utilization and potential farming of red seaweeds in Namibia // Hydrobiologia. – 1987. – Vol. 151-152. – Pp. 301-305.
14. Trancoso A.R., Saraiva S., Fernandes L. et al. Modelling macroalgae using a 3D hydrodynamic-ecological model in a shallow, temperate estuary // Ecological Modelling. – 2005. – Vol. 187. – Pp. 232-246.
15. Wang Y.C., Pan G.Y., Chen L.C. Studies on agarophytes II. Field observations and growth of *Gracilaria cf. verrucosa* (Rhodophyta) in Shantou district, Guangdong // Bot. Mar. – 1984. – Vol. 27, № 6. – Pp. 265-269.

БІОПРОДУКЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ЗАХОДІВ З ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ ІХТІОФАУНИ

Т. В. Яковлєва¹, С. В. Кружиліна²

¹Державне агентство рибного господарства України (Держрибагентство)

²Інститут рибного господарства НААН України (ІРГ НААНУ)

Розглянуто сучасний стан кормової бази риб дніпровських водосховищ. Встановлені кількісні та якісні показники розвитку фіто-, зоопланктону та макрозообентосу за період 2010-2012 рр. Трофічний статус дніпровських водосховищ в період, що розглядається, в цілому може бути охарактеризований як середньокормний. Показано, що основні біопродукційні резерви дніпровських водосховищ сформовані за рахунок фітопланктону, що зумовлює пріоритет зариблення рибами-фітофагами. Розрахований потенційний приріст іхтіомаси в дніпровських водосховищах складає 63,6 кг/га (з яких 70 % припадає на фітопланктон). Повномасштабне здійснення заходів з штучного відтворення дозволить вдвічі збільшити промислову рибопродуктивність дніпровських водосховищ.

Ключові слова: кормова база риб, трофічна структура іхтіоценозу, рибопродуктивність, зариблення

Bioproduction potential of the Dnieper reservoirs as the basis for implementation of measures for ichthyofauna artificial reproduction. T.V. Yakovleva, S.V. Kruzhylina. *The current state of the fish food resources in the Dnieper reservoirs is considered. Qualitative and quantitative parameters of the development of phyto-, zooplankton and macrozoobenthos are determined for the period of 2010-2012. The trophic status of the Dnieper reservoirs during the studied period can be in general characterized as average-feeding. It is shown that the main bioproduction resources of the Dnieper reservoirs are formed due to phytoplankton; which stipulates stocking with phytophagous fish as a prior activity. Calculated potential increase of ichthyomass in the Dnieper reservoirs is 63,6 kg/ha (70 % of which is phytoplankton). Full-scale implementation of measures on artificial reproduction will allow increasing the commercial fish productivity of the Dnieper reservoirs in 2 times.*

Keywords: fish food resources, ichthyocenosis, trophic structure, fish productivity, stocking

Вступ

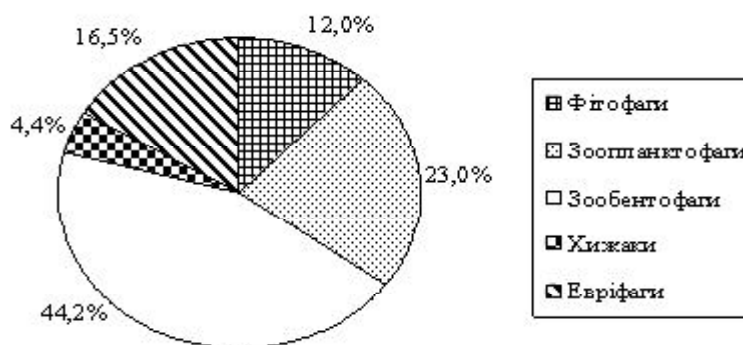
Гідробудівництво на річках є потужним зовнішнім чинником, який докорінно змінює умови існування для більшості представників прісноводної іхтіофауни України. На місці водотоку та його придаткової системи виникають значно більші за площею дзеркала та об'ємом водні об'єкти з пониженим водообміном та специфічним внаслідок сезонного та багаторічного регулювання гідрологічним режимом. Сукупна дія факторів трансформованого річкового стоку призводить до суттєвих, значною мірою незворотних порушень екологічного фону, який формує кількісні та якісні аспекти проходження життєвих циклів у риб [1]. За сучасним рівнем навантаження на водні біоресурси та станом популяцій аборигенних видів стале використання великих водосховищ України неможливе без здійснення заходів з штучного відтворення промислового запасу іхтіофауни [2, 4], тому розробка науково-обґрунтованих показників вселення цінних у товарному відношенні видів є однією з пріоритетних задач рибогосподарської науки.

Наявність та доступність кормових ресурсів – один з головних чинників формування оптимальних (з екологічної і рибогосподарської точок зору) якісних і кількісних характеристик іхтіофауни та підтримання її високого промислового запасу. Відповідно, при плануванні заходів з зариблення водних об'єктів слід враховувати і природоохоронний аспект – за високої чисельності інтродуцентів недостатній розвиток кормової бази може призводити до виникнення напружених кормових відносин з представниками аборигенної іхтіофауни [5, 6].

Метою даної роботи є оцінка сучасного біопродукційного потенціалу дніпровських водосховищ з точки зору формування кормової бази для риб як основи для встановлення оптимальних обсягів вселення об'єктів випасної аквакультури.

Основна частина

Більшість представників аборигенної іхтіофауни дніпровських водосховищ є консументами другого порядку, частка хижих видів риб в загальній іхтіомасі відносно невисока – від 1,0 (Дніпродзержинське водосховище) до 17,2 % (Канівське водосховище). Домінуюче положення як за чисельністю, так і іхтіомасою серед промислових видів займають риби-бентофаги (крім Каховського та Дніпродзержинського водосховища, де утворені значні запаси тюльки та сріблястого карася). Трофічна (за переважаючими кормовими об'єктами риб у дорослому стані) структура запасу промислової іхтіофауни дніпровських водосховищ представлена на рисунку.



Трофічна структура промислової іхтіофауни дніпровських водосховищ (2010-2012 рр.)

Протягом періоду досліджень у водосховищах в основному домінували синьо-зелені та діатомові водорості. При цьому, на відміну від минулих років синьо-зелені водорості формували основу (до 87,5 %) біомаси фітопланктону в літній період 2010-2012 рр. лише у Київському водосховищі. На інших водосховищах та в р. Десна кількісні показники розвитку фітопланктону (54,0-94,4 % від загальної біомаси водоростей) формувались за рахунок синьо-зелених водоростей. Склад видів-домінантів залишився практично незмінним: основними видами водоростей були *Melosira granulata* та *M. italica*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp. або *Microcystis wesenbergii* і *M. aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*.

За середньобагаторічними показниками розвитку фітопланктону трофічний статус дніпровських водосховищ може бути оцінений як мало- (Київське, Канівське) та середньокормний (Дніпродзержинське, Кременчуцьке, Каховське).

Для кількісних показників розвитку зоопланктону у водосховищах Дніпра в останні роки також спостерігається тенденція до збільшення (особливо для Київського і Канівського водосховищ). Середні біомаси зоопланктону в літній період 2010-2010 рр. знаходились в межах від 0,33 г/м³ (Дніпродзержинське водосховище) до 1,90 г/м³ (Київське водосховище). Основу (64,9-89,9 %) біомаси зоопланктону всіх досліджених водних об'єктів (за виключенням Канівського водосховища у 2011 р.) складали найбільш цінні у кормовому відношенні гіллястовусі ракоподібні, копеподи формували помітну біомасу в Канівському, Кременчуцькому та Дніпродзержинському водосховищах.

Серед гіллястовусих в ваговому відношенні в Київському та Канівському водосховищах домінуючими видами були *Ceriodaphnia* sp., *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* та *Leptodora kindti*. У Кременчуцькому водосховищі домінуючими за біомасою видами в досліджуваній період були *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina* та *Leptodora kindti*, на Дніпродзержинському – *Daphnia pulex* та *Chydorus sphaericus*. На Каховському водосховищі основу зоопланктонних угруповань складали *Diaptomus gracilis*, *Diaptomus graculoides*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus*.

За кількісними показниками розвитку зоопланктону трофічний статус дніпровських водосховищ протягом 2010-2012 рр. може бути оцінений як середньокормний.

Біомаса кормового макрзообентосу на всіх водосховищах Дніпра в період 2010-2012 рр. характеризувалась середнім рівнем розвитку і коливалась від 2,4 г/м² (Київське водосховище, 2012 р.) до 14,4 г/м² (Кременчуцьке водосховище, 2012 р.).

У період 2010-2012 рр. у водосховищах Дніпра спостерігалось помітне збільшення біомаси фітопланктону в порівнянні з багаторічними показниками за літній період 2006-2009 рр. Середня біомаса фітопланктону у водосховищах коливалась в межах від 1,23 г/м³ (Київське водосховище, 2011 р.) до 13,59 г/м³ (Дніпродзержинське водосховище, 2010 р.). Найвищі біомаси фітопланктону (до 25,96 г/м³) були характерні для заток Кременчуцького водосховища.

Домінуючою групою серед м'якого макрозообентосу на протязі останніх років досліджень в Канівському водосховищі були бокоплави, складаючи 66-88 % загальної маси м'якого макрозообентосу, у Кременчуцькому та Дніпродзержинському водосховищах – олігохети та хірономіди. У Каховському водосховищі основу біомаси кормового бентосу склали гамаруси та личинки хірономід. Слід зазначити, що достатньо високий розвиток придонних ракоподібних, в основному представників роду Gammaridae, був характерний для усіх досліджених водосховищ.

Кормова база для хижих видів риби в усіх досліджених водних об'єктах характеризується високими кількісними та якісними показниками. Насамперед, це зумовлено інтенсивним розвитком масових дрібних видів риби (верховодка, тюлька, окунь, бички, плітка, сріблястий карась), які займають всі основні екологічні та формують достатньо високий запас, який значно перевищує споживчі можливості існуючого хижого іхтіокомплексу. Загальний запас дрібночастикових видів, тільки і верховодки як кормових об'єктів основних хижих видів риби (судака, щуки, сома) станом на початок 2013 р. коливається в межах 2,2 тис. тонн (Канівське водосховище) до 9,8 тис. тонн (Кременчуцьке водосховище). Крім того, у Каховському водосховищі утворений достатній запас сріблястого карася (станом на 2013 р. – 5,6 та 1,5 тис. тонн, відповідно), який є доступним кормовим об'єктом для сома та щуки (у спектрі живлення судака сріблястий карась відіграє незначну роль).

Абсолютне переважання у складі рибного населення короткоциклових і дрібночастикових видів свідчить про сприятливі умови нагулу основних представників аборигенної хижої іхтіофауни прісноводних водойм України.

Показники, які характеризують трофічну ємність екосистем досліджених водойм з точки зору проведення робіт з штучного відтворення (зариблення) цінними у господарському та природоохоронному відношенні видами риби, представлені в таблиці. В розрахунках використані середні для водосховищ значення Р/В коефіцієнтів, кормових коефіцієнтів. Допустима частка продукції, яка може бути спожита вселеними видами, прийнята як: фіто-, зоопланктон, зообентос – 10 % (для Каховського водосховища внаслідок високої чисельності тільки споживання зоопланктону прийнято як 5 %), кормова риба – 5 %.

Продукційні можливості за основними групами кормових об'єктів риби (усереднені за 2010-2012 рр.)

Показники	Водосховища				
	Київське	Канівське	Кременчуцьке	Дніпродзержинське	Каховське
	Фітопланктон				
Біомаса, г/м ³	4,1	3,4	6,3	10,7	11,0
Продукція, кг/га	12251	10187	18986	32226	33000
Приріст іхтіомаси, кг/га	24,5	20,4	38,0	64,5	66,0
	Зоопланктон				
Біомаса, г/м ³	1,90	1,20	0,63	0,33	0,55
Продукція, кг/га	1139	933	813	428	847
Приріст іхтіомаси, кг/га	16,3	13,3	11,6	6,1	6,1
	Кормовий зообентос				
Біомаса, г/м ²	4,8	7,0	11,6	6,0	7,5
Продукція, кг/га	287	422	693	362	450
Приріст іхтіомаси, кг/га	4,1	6,0	9,9	5,2	6,4
	Кормова риба				
Біомаса, кг/га	25,5	38,4	47,9	41,6	53,6
Приріст іхтіомаси, кг/га	0,4	0,6	0,7	0,6	0,8

Таким чином, основні резерви кормової бази дніпровських водосховищ сформовані за рахунок фітопланктону, тобто, з точки зору умов формування промислової рибопродуктивності, в іхтіофауні спостерігається нестача консументів першого порядку. Так, для найпродуктивнішого на каскаді Кременчуцького водосховища встановлено, що сумарна продукція автотрофної ланки у 2012 р. склала 1550 кДж/м², «м'якого» зообентосу – 117,4 кДж/м². Натомість, продукційні характеристики консументів (особливо вищих порядків) були значно нижчими: річна продукція зоопланктону може бути оцінена в 6,9 кДж/м², мирних риби – 7,3 кДж/м², хижих риби – 0,3 кДж/м². Таким чином, продуктивність більш високих трофічних рівнів (зокрема, сформованих іхтіофауною) Кре-

менчуцького водосховища є зниженою, що призводить до розбалансування продукційно-деструкційних процесів у водній екосистемі та накопиченню надлишкової органічної речовини. На це вказують і результати гідрохімічних досліджень: практично на всіх станціях відбору проб спостерігався підвищений вміст органічних речовин, причому співвідношення біхроматної та перманганатної окислюваності свідчить про переважання органічних речовин автохтонного походження. Аналогічна картина спостерігається і для інших водосховищ каскаду. Відповідно, проведення ряду заходів з оптимізації трофічної структури екосистеми дніпровських водосховищ за рахунок спрямованого формування іхтіофауни повинно орієнтуватися насамперед на збільшенні біомаси високопродуктивних риб-фітофагів, насамперед, білого товстолаба.

Таким чином, кількісні та якісні показники основних груп гідробіонтів, які складають кормову базу для іхтіофауни великих рівнинних водосховищ, свідчать про задовільні умови нагулу та формування промислового запасу. Це підтверджується і результатами досліджень біологічних показників основних промислових видів риб, які протягом останніх років знаходяться на достатньо високому рівні за відсутності тенденції до їх зниження в багаторічному аспекті [3].

На підставі оцінки біопродукційних резервів дніпровських водосховищ були визначені обсяги вселення цінних промислових видів, які склали: білий товстолаб – 14,3 млн. екз., строкатий товстолаб – 2,9 млн. екз., білий амур – 3,5 млн. екз., короп (сазан) – 3,4 млн. екз.

Висновок

Кількісні та якісні показники основних груп гідробіонтів, які складають кормову базу для іхтіофауни великих рівнинних водосховищ свідчать про задовільні умови нагулу та формування промислового запасу, тобто кормова база не є лімітуючим чинником у формуванні промислового запасу в дніпровських водосховищах.

Сумарний середньовиважений потенційний приріст іхтіомаси за рахунок споживання сформованих біопродукційних резервів дніпровських водосховищ становить 63,6 кг/га (з яких 70 % припадає на фітопланктон); за нормативним коефіцієнтом річної промислової смертності для основних видів 25 % це відповідає можливому промислому вилову на рівні 16 кг/га, що в 1,2 рази перевищує середню фактичну рибопродуктивність за 2010-2012 рр.

Література

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. – СПб.: Наука, 2000. – 147 с.
2. Бузевич І.Ю., Третяк О.М. Наукові основи спрямованого формування іхтіофауни дніпровських водосховищ // Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. – К., 2005. – С. 213-216.
3. Бузевич І.Ю. Стан та перспективи використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України : автореф. дис. док. біол. наук: 03.00.10; Інститут рибного господарства НААН. – К., 2012. – 40 с.
4. Вятчаніна Л.И., Луговая Т.В., Озинковская С.П. Рыбохозяйственное состояние днепровских водохранилищ и пути повышения их рыбопродуктивности // Рыбное хозяйство. – К.: Урожай, 1976. – Вып. 23. – С. 50-57.
5. Гейна К.М. Шляхи оптимізації харчових взаємовідносин тюльки та товстолабиків Каховського водосховища // Рибне господарство. – К.: Аграрна наука, 2006. – Вип. 65. – С. 211-220.
6. Кружиліна С.В. Трофічні взаємовідносини строкатого товстолаба та молоді промислових видів риб Кременчуцького водосховища // Рибне господарство. – К.: Аграрна наука, 2005. – Вип. 64. – С. 116-121.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД МОЛОДІ РИБ ПОНИЗЗЯ ДНІПРА НА ПОЧАТКУ XXI СТОЛІТТЯ

К. М. Гейна, В. М. Горбонос, Ю. К. Гейна

Інститут рибного господарства НААН України (ІРГ НААНУ)

В статті наведені дані щодо «врожайності» молоді риб пониззя Дніпра протягом періоду 2001-2005 рр. Відмічено, що характерною особливістю розглянутого періоду було збільшення загальної відносної чисельності молоді риб. Проте такий ріст забезпечувався за рахунок масових малоцінних видів риб. Їх чисельність в цей час зросла більше, ніж у 3,5 рази. Серед представників туводної іхтіофауни відмічено стале зростання чисельності молоді сріблястого карася та плоскирки. Для напівпрохідних видів риб було характерним зниження їх чисельності. При цьому, більш суттєвим воно було за судаком та рибецем. Позитивним моментом є факти реєстрації у малькових пробах цюголіток осетрових видів. Видовий склад іхтіофауни заплавної системи Дніпра протягом періоду 2001-2005 рр. суттєво не змінювався. Визначено, що обмежуючим фактором для чисельності молоді цінних у промисловому відношенні видів риб у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі є гідрологічні умови, нестабільність яких призводить до заморних явищ внаслідок підвищення вмісту сірководню у воді лиману та пригирлових ділянок Дніпра.

Ключові слова: іхтіофауна, молодь риб, ефективність відтворення, гідрологічні умови, відносна чисельність, аборигенна іхтіофауна, напівпрохідні види, масові малоцінні види

Reproduction efficiency and qualitative composition of the fish juveniles in the lower Dnieper River at the beginning of the XXI century. K.M. Gejna, V.M. Gorbonos, Yu.K. Gejna. *The data on the fish juveniles «yield» in the lower Dnieper during the period of 2001-2005 are presented. It is shown that the characteristic feature of the studied period was the increase of total abundance of the fish juveniles. However, that increase occurred due to the mass rough fish species. Their number increased in over 3,5 times during that period. Among the representatives of non-migratory ichthyofauna, the sustainable increase of the juvenile number of goldfish and silver bream is marked. The decrease in number was characteristic for catadromous fish species. It was most significant for pikeperch and vimba. The fact of the sturgeon underyearlings record in the fry samples was positively noted. The ichthyofauna species composition of the Dnieper flood-plain system did not change significantly during the period of 2001-2005. It is shown that the limiting factor for juvenile number of the commercially valuable fish species in the Dnieper-Bug estuary system is hydrological conditions instability, which leads to fishkill effects due to the increase of hydrogen sulphide content in the estuary and pre-estuary areas of the Dnieper.*

Keywords: ichthyofauna, fish juveniles, reproduction efficiency, hydrological conditions, species abundance, indigenous ichthyofauna, catadromous species, mass rough species

Зарегулювання стоку Дніпра призвело до певних змін у чисельності та якійській структурі іхтіофауни. За окремими видами та категоріями риб такі зміни були досить суттєвими. Особливою мірою така ситуація була спостережена протягом перших десяти років після спорудження Каховської ГЕС. В цей період відбувалося становлення іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової системи в нових умовах зарегульованого природного стоку річки [1, 3].

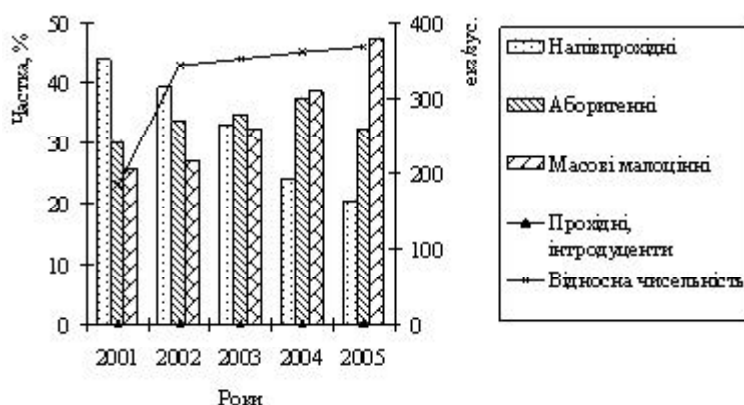
Відповідні наукові напрацювання вказують на те, що в пониззі Дніпра основними місцями мешкання молоді напівпрохідних видів риб є заплавні водойми (озера, лимани) та головні рукави. Отанні одночасно слугують як місцями нагулу (прибережні ділянки), так і міграційними шляхами для переміщення молоді з річкових нерестовищ до лиману та її зворотного заходу з лиману до річкової системи на зимівлю [2].

Загальновідомо, що молодь є найбільш динамічною частиною популяції риб. Зміни умов існування доволі швидко впливають на її видовий склад та чисельність. Характерним є те, що в разі змін факторів середовища старші вікові групи риб з середнім та довгим біологічним циклом можуть зберігати певну чисельність ще декілька років поспіль, чого не спостерігається у їх статевонезрілих молодших груп [5].

На початку поточного століття іхтіофауна Дніпровсько-Бузької гирлової системи залишалася досить різноманітною. Більш пріоритетною в цьому плані була пригирлова ділянка Дніпра, де поряд з жилими та напівпрохідними видами, зустрічалися солонуватоводні та прохідні. По мірі наближення до греблі Каховської ГЕС іхтіофауна заплавної водойми якісно біднішала. Видовий склад риб тут представлений, головним чином, озерно-річковими жилими видами – щука, плоскирка, краснопірка, окунь, карась та інші, що було характерним і для попередніх років [4].

Нестабільні гідрологічні умови відтворення риб в пониззі Дніпра протягом 2001-2005 рр., зумовили те, що площі свіжо залитої заплави в цей час були незначними. У зв'язку з цим риби фітофільного комплексу відтворювалися на залишках минулорічної рослинності по озерах, а також по вздовж берегових ділянок основного русла Дніпра та його рукавів.

Ефективність відтворення основних промислових видів риб у водоймах заплави Дніпра протягом 2001-2005 рр. проаналізована на підставі даних з відносної чисельності (екземплярів на зусилля малькових знарядь лову) цьоголітків представників аборигенної та напівпрохідної іхтіофауни.



Якісна структура (%) та відносна чисельність (екз./зус.) молоді риб пониззя Дніпра

тарані, у порівнянні з попереднім періодом, дещо знизилася з 74,2 до 69,3 екз./зус. Також знизилася чисельність судака до 0,3 екз./зус. Але по лящу спостережено деяке підвищення показників щільності цьоголітків до рівня 12,1 екз./зус.

В той же час чисельність цьоголітків сріблястого карася збільшилася майже у два рази – 9,5 екз. на зусилля. Така ж ситуація була відмічена і по окуню, відносна чисельність якого у пониззі Дніпра дорівнювала 21,3 екз. на зусилля.

У 2001 р. по заплавної системі Дніпра реєструвалися цьоголітки товстолобиків, яких випускали у водойму з розташованих поблизу рибовідтворювальних заводів.

Показники відносної чисельності щуки знаходилися на рівні 2,6 екз./зус. Пузанок в уловах малькових знарядь лову зустрічався поодинокими екземплярами. При цьому відмічалася зростання чисельності масових малоцінних видів риб, зокрема тюльки, укляї, бичків, сонячного окуня і, особливо, гірчака.

Результати облікових робіт 2002 р. показали, що у порівнянні з попереднім роком відмічено збільшення відносної чисельності напівпрохідних видів риб. Так, показники по тарані збільшилися з 69,3 до 101,4 екз. на зусилля лову, а по лящу вони зросли майже у три рази і склали 32,6 екз./зус.

Звертає на себе увагу досить значне збільшення чисельності молоді сріблястого карася. Проведені розрахунки вказали на те, що у порівнянні з попереднім роком його чисельність у водоймах пониззя Дніпра зросла більше ніж у чотири рази до рівня 43,2 екз. на зусилля лову малькової волокуші. Збільшились також показники по краснопірці та плоскирці – відповідно 26,3 та 21,1 екз. на зусилля.

Протягом 2003 р. у пониззі Дніпра було зареєстровано 22 види риб. Важливим є те, що вперше за останні роки у водоймі почали реєструватися цьоголітки російського осетра. Походження цієї молоді встановити не вдалося, але, скоріш за все, її присутність була результатом штучного зариблення водойми з Дніпровського осетрового заводу, бо реєструвалися цьоголітки виключно на пригирлових ділянках Дніпра та у східній частині Дніпровсько-Бузького лиману.

Характерною особливістю початку XXI століття було наявність сталої тенденції до зростання загальної чисельності молоді риб у пониззі Дніпра. Проте такий ріст був обумовлений за рахунок зростання чисельності масових малоцінних видів риб (рисунок).

Загальна відносна чисельність молоді риб у заплавної системі Дніпра протягом періоду 2001-2005 рр. зросла з 186,2 до 367,3 екз./зус., тобто майже у два рази. Проте за окремими роками розглядуваного періоду такі зміни мали певні особливості.

Відносна чисельність молоді

За цінними промисловими видами риб відбулися певні зміни, які мали спрямованість в бік деякого зменшення їх відносної чисельності. Показники «врожайності» тарані та ляща склали відповідно 87,6 та 28,4 екз./зус., що у порівнянні з попереднім роком є дещо нижчими показниками.

Цьоголітня молодь судака та рибця почала реєструватися поодинокими екземплярами, що вказувало на зниження ефективності відтворення цих видів.

Чисельність молоді краснопірки та плоскирки у 2003 р. знаходилася на задовільному рівні. Показники їх відносної чисельності становили: у краснопірки – 28,7 екз./зус.; у плоскирки – 20,3 екз./зус.

Продовжувала зростати чисельність молоді сріблястого карася. Протягом періоду 1999-2003 рр. показники його відносної чисельності зросли з 1,4 до 56,7 екз./зус., що свідчило про відносно високу чисельність популяції цього виду взагалі по водоймі.

Хижі види риб, такі як щука та окунь, зменшили свою відносну чисельність до 3,8 та 12,1 екз./зус. відповідно, що було наслідком незадовільних умов для їх відтворення.

Серед малоцінних видів риб найбільш масовим був гірчак. Його відносна чисельність зросла до 68,3 екз./зус. Зросла також чисельність і атерини до 15,8 екз./зус.

«Врожайність» по тюльці у пониззі Дніпра залишилася практично на рівні попереднього року і становила 11,7 екз./зус. Така ж ситуація відмічена і по уклії. Її відносна чисельність у 2003 р. становила 8,4 екз./зус. Пузанок в уловах малькових знарядь лову реєструвався поодинокими екземплярами.

Звертає на себе певну увагу постійно зростаюча чисельність молоді сонячного окуня. У порівнянні з 2000 р. показники його відносної чисельності зросли практично у десять разів і склали 3,1 екз./зус.

Видовий склад молоді риб пониззя Дніпра у 2004 р. практично не змінився. Відміною було лише те, що в уловах малькових знарядь лову реєструвалися поодинокі екземпляри головня, чого у попередні два роки не відмічалось.

Питома вага промисловоцінних частикових видів риб склала 61 %. У кількісних показниках відносної чисельності молоді риб пониззя Дніпра відбулися відповідні зміни. Збільшилася чисельність молоді ляща до 31,7 екз./зус. Молодь тарані, навпаки, зменшила свою чисельність, і склала 55,2 екз./зус. проти 87,6 екз./зус. у минулому році.

Молодь рибця та судака реєструвалася поодинокими екземплярами на пригирлових ділянках Дніпра.

Серед другорядних промислових видів риб найбільш чисельним був сріблястий карась. Щільність його молоді по акваторії водойми була достатньо рівномірною. Середній показник відносної чисельності цьоголітків по водоймам пониззя Дніпра у 2004 р. склав 61,3 екз./зус.

Зросла також чисельність молоді краснопірки та плоскирки – відповідно 32,0 та 28,5 екз./зус. Реєструвалися ці види переважно у заплавах озер. Також зросла чисельність цьоголітків щуки – 4,1 екз./зус.

Молодь сазана, товстолобика та пузанка реєструвалася поодинокими екземплярами і переважно на Голопристанській ділянці пониззя Дніпра.

Серед масових малоцінних видів найбільш численним був гірчак. Основні концентрації відмічались в озерах заплави Дніпра. Відносна чисельність цього виду склала 70,0 екз./зус. Другим за чисельністю видом з цієї групи риб була атерина, відносна чисельність якої дорівнювала 27,8 екз./зус.

Чисельність тюльки зросла майже у два рази і у 2004 році вже склала 22,7 екз./зус. Найбільші її концентрації відмічались в Кардашинському лимані та розташованому поблизу штучно створеному піщаному кар'єрі. Продовжувала зростати відносна чисельність сонячного окуня – 4,2 екз./зус.

Видовий склад молоді риб у 2005 р. також практично не змінився, за винятком того, що у водоймах пониззя Дніпра цьоголітня молодь товстолобиків в уловах малькових знарядь лову не реєструвалася.

У 2005 р. до водойм пониззя Дніпра були вселені лише дволітки товстолобиків. Також у цьому році, поряд з зарибленням цьоголітками російського осетра, було здійснено і зариблення цьоголітками стерляді. Проте, у малькових знаряддях лову цей вид нами не зафіксований. На нашу думку, така ситуація була зумовлена незначними обсягами вселення – лише 30 тис. екз.

У порівнянні з попередніми роками відносна чисельність цьоголітків цінних промислових видів риб (лящ, тарань) продовжувала повільно знижуватися. У 2005 р. її показники склали 26,5 та 48,3 екз./зус. відповідно за лящем та таранею.

Цьоголітки сріблястого карася по водоймам пониззя Дніпра були досить рівномірно розосереджені, хоча показник їх відносної чисельності дещо знизився внаслідок загибелі певної частки плідників через ураження нематодами. Таке явище було характерним практично для всієї Дніпровсько-Бузької гирлової системи.

Представники сміттевої та малоцінної іхтіофауни водойми у 2005 р. суттєво збільшили свою чисельність переважно за рахунок тюльки та гірчака. Порівняно до попереднього року вона зростає у 1,3-1,5 рази і склала відповідно 34,5 та 91,6 екз./зус.

Таким чином, завершуючи розгляд ефективності відтворення риб пониззя Дніпра протягом 2001-2005 рр., можна констатувати, що умови відтворення і нагулу молоді основних промислових видів риб Дніпровсько-Бузької гирлової системи в певній мірі вплинули на показники їх «врожайності». Мінливість гідрологічного режиму зумовила нестабільність сольового режиму Дніпровсько-Бузького лиману. Це викликало проникнення солоних, збагачених сірководнем водних мас з Чорного моря до лиману та пригирлових ділянок заплави Дніпра.

В результаті цього у водоймі майже кожного року спостерігалися заморні явища і, як наслідок, загибель риби практично всіх вікових груп. Підтвердженням цього виступає і те, що в окремі періоди (2003-2004 рр.) молодь риб до лиману мігрувала у незначних кількостях, що викликало враження збільшення її чисельності у заплавах водоймах пониззя Дніпра.

Література

1. Бугай К.С., Залумі С.Г. Зміни абіотичних умов існування риб у пониззі Дніпра, Дніпровсько-Бузькому лимані після спорудження каскаду водоймищ // Вплив зрегульованого стоку на біологію та чисельність промислових риб. – К.: Наукова думка, 1957. – С. 5-27.
2. Владимиров В.И., Сухойван П.Г., Бугай Н.С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки. – К.: АН УССР, 1968. – 394 с.
3. Жукинский В.Н., Журавлева Л.А., Иванов А.И. и др. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. – К.: Наукова думка, 1989. – 240 с.
4. Залумі С.Г. Изменения в ихтиофауне низовьев Днепра и Днепровско-Бугского лимана в связи с гидростроительством // Вестник зоологии. – К.: АН УССР, 1967. – № 3. – С. 66-69.
5. Кудерский Л.А. Динамика стад промысловых рыб внутренних водоемов. – М.: Наука, 1991. – 152 с.

ПОВЫШЕНИЕ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЮГА РОССИИ

Г. И. Карнаухов, В. Я. Склярков

Краснодарский филиал ФГУП «Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии»

Рассматриваются вопросы современного состояния сырьевой базы водоемов комплексного назначения Краснодарского, Ставропольского краев, республики Адыгея, структура уловов, объемы зарыбления молодью сазана и растительноядных рыб. Обсуждаются подходы повышения промысловой продуктивности водоемов, увеличения и изменения структуры уловов методами пастбищной аквакультуры.

Ключевые слова: пастбищная аквакультура, кормовая база, структура улова, промысловая рыбопродуктивность, зарыбление, увеличение уловов ценных видов рыб

Fish productivity increase of the multi-purpose water bodies in the south of Russia. G.I. Karnaukhov, V.Ya. Sklyarov. *The issues of the bioresources current state as well as catch structure, volumes of stocking with juveniles of common carp and phytophagous fish species in the multi-purpose water bodies of Krasnodar, Stavropol Territories, and Republic of Adygeya are considered. The approaches to enhance fish productivity in the water bodies, increase and structure changes of catches with the use of pasture aquaculture methods are discussed.*

Keywords: pasture aquaculture, feed resources, catch structure, commercial fish productivity, stocking, catch increase of valuable fish species

Введение

В настоящее время отмечается интерес к использованию методов пастбищной аквакультуры в водоемах комплексного назначения Краснодарского и Ставропольского краев, республик Адыгея и Калмыкия. В работе приводятся результаты исследований водохранилищ Краснодарского, Чограйского, Варнавинского, Крюковского, Отказненского, Новотрицкого, Волчьих ворот и озера Мокрая Буйвола общей площадью около 75,0 тыс. га.

Эксплуатация подавляющего большинства небольших озер и водохранилищ носит, как правило, односторонний характер – обеспечение водой сельхозпроизводителей – и не учитывает в полной мере интересы других пользователей, поэтому является актуальной постановка вопроса рыбохозяйственного использования этих водоемов. Водоемы комплексного назначения характеризуются высокой степенью эвтрофности и большим продукционным потенциалом. Рыбопродуктивность в некоторых небольших водохранилищах на естественной кормовой базе в 80-е годы прошлого века доходила до 500 кг/га товарной рыбы [1].

Ихтиофауна водоемов комплексного назначения насчитывает более 60 видов [2, 3] и подвигов, из которых промыслом потенциально могут использоваться около 15. В настоящее время промысел строится на 8 видах – сазан, судак, лещ, серебряный карась, окунь, плотва, густера, щука. В промысловых уловах на долю аборигенных видов приходится около 40 %, из которых около 70 % составляет серебряный карась.

Уловы рыбы в этих водоемах могут возрасти по сравнению с современными уловами (в среднем 18,0 кг/га) как минимум в 7-8 раз. В то же время, многочисленные малые озера и водохранилища пока еще слабо используются для целей пастбищного рыбоводства. Ихтиофауна этих водоемов формируется стихийно за счет небольших рек, питающих их, состоит в основном из малоценных видов рыб и практически не имеет промыслового значения.

Принимая во внимание, что аборигенные промысловые виды рыб не способны значительно увеличить запасы, поскольку эти водоемы не имеют существенного значения в их естественном воспроизводстве, рациональное рыбохозяйственное освоение водоемов подобного типа возможно лишь на основе реконструкции ихтиофауны за счет более ценных видов рыб.

Пастбищная аквакультура выгодно отличается от других форм рыбоводства, прежде всего, низкой себестоимостью продукции и незначительными удельными капитальными вложениями, а, следовательно, более высокой рентабельностью. Следует отметить, что при ведении пастбищного рыбоводства сокращаются затраты на корма, удобрения и мероприятия по их внесению в водоем, поскольку выращивание рыбы производится на естественных кормовых ресурсах. Исключаются материальные затраты на содержание прудов, садков и бассейнов.

Проводимые исследования экосистем водоемов комплексного назначения с рыбохозяйственных позиций являются актуальными и своевременными. Понятно, что эти водоемы не могут обеспечить воспроизводство отдельных видов рыб в объемах, достаточных для формирования их промысловой численности. Наиболее целесообразно их использование в качестве нагульных пастбищных водоемов.

Основная часть

Водохранилища и озера характеризуются нестабильным уровневый режимом, что связано со сбросом воды в нижний бьеф в весенний период и сокращением притока воды в летний период. Параметры водоемов комплексного назначения значительно изменяются за счет заиления и зарастания высшей водной растительностью.

Рыбохозяйственный потенциал водоемов, прежде всего, определяется их естественной рыбопродуктивностью, которая, в первую очередь, зависит от развития естественной кормовой базы, а также от условий роста. Водоемы комплексного назначения, как правило, характеризуются высокой степенью эвтрофности и большим продукционным потенциалом.

Высшая водная растительность, как правило, не получает значительного развития, что связано с повышенным водообменом и значительной мутностью. Высшие водные растения в основном представлены тростником обыкновенным, клубнекамышом, рогозом (узколистный, широколистный), урутью колосистой. В отдельных водоемах встречаются рдесты курчавый и волосовидный, осока, лютик водный. В основном, высшие водные растения не образуют больших зарослей, и средняя биомасса составляет не более 250,0 г/м². Общая сезонная продукция макрофитов в исследованных водоемах не превышает 200,0 тыс. т.

В фитопланктоне водоемов комплексного назначения наибольшее развитие получают в видовом и количественном отношении зеленые (*Scenedesmus bijugatus*, *Pediastrum*, *Oocystis* sp.), сине-зеленые (*Oscillatoria* sp., *Pediastrum* sp., *Microcystis* sp.) и диатомовые водоросли (*Cyclotella*, *Asterionella* и др.). Весной в фитопланктоне доминируют диатомовые и, частично, протококковые водоросли. В летний и осенний периоды нарастание биомассы фитопланктона происходит за счет сине-зеленых водорослей, биомасса которых может превышать 5,8 г/м³. Средняя биомасса фитопланктона за сезон составляет не более 2,7 г/м³.

Зоопланктон исследованных водоемов в основном представлен тремя основными группами: коловратками (*Filinia longiseta*, *Asplanchna* sp. и *Brachionus angularis*), копеподами (*Cyclopoida*, *Calanoida*, *Harpacticoida*) и кладоцерами (*Daphnia*, *Moina*, *Bosmina* и др.). Наряду с основными группами в зоопланктоне отмечаются планктонные формы зообентосных организмов: молодь олигохет, нематод, личинки хирономид и насекомых. Как правило, в планктоне доминируют представители подотряда *Calanoida*. Максимального развития зоопланктон достигает в осенний период. По биомассе и по численности преобладают коловратки (*Keratella cochlearis*, *Brachionus angularis*, *Asplanchna* sp.) и веслоногие ракообразные (*Cyclops strenuus*, *Cyclops vicinus* и др.). Средняя биомасса зоопланктона в водоемах за вегетационный период не превышает 0,39 г/м³.

Зообентос водоемов комплексного назначения представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными, моллюсками и личинками насекомых. Наиболее разнообразен видовой состав хирономид, из которых повсеместно отмечаются представители родов *Cryptochironomus* и *Tendipes*. Интенсивное развитие зообентоса наблюдается в мае, преимущественно за счет развития хирономид и олигохет. Все остальные группы зообентоса не отличались видовым разнообразием. Брюхоногие моллюски и перловица встречаются редко, за исключением Варнавинского, Крюковского и Тахтамукайского водохранилищ, и существенного влияния на биомассу зообентоса не оказывают. Средняя биомасса зообентоса за вегетационный период не превышает 6,3 г/м², а мягкого зообентоса – не более 3,2 г/м².

Кормовые ресурсы в водоемах комплексного назначения находятся на удовлетворительном уровне и могут обеспечить общий прирост ихтиомассы за вегетационный период на уровне 10,0 тыс. т, т.е. около 130 кг/га. Однако в настоящее время общий вылов не превышает 1,37 тыс. т, при средней промысловой рыбопродуктивности около 18 кг/га.

Основу промысловой ихтиофауны исследуемых водоемов составляют фитофильные весенне-нерестующие виды. Анализ многолетних материалов по воспроизводству рыб показал, что относительно благоприятные условия для размножения фитофильных рыб складываются достаточно редко. Режим уровня воды в весенний период используется ежегодно без учета интересов рыбного хозяйства. Так, в 2012 г. общее пополнение промысловых видов рыб в водоемах Ставропольского края, пользующихся повышенным спросом, составил не более 0,82 млн. экз. Объемы пополнения популяций представлены в таблице.

Объем пополнения популяций некоторых видов рыб в 2012 году, тыс. экз.

Вид	Водоем				
	Отказненское вдхр.	Вдхр. Волчьи ворота	Чограйское вдхр.	Новотроицкое вдхр.	оз. Мокрая Буйвола
Судак	5,3	7,3	25,9	4,3	5,3
Лещ	57,6	139,4	180,0	252,0	-
Сазан	31,5	14,9	40,0	18,2	40,5
Всего:	94,4	161,6	245,0	274,5	45,8
Плотность концентрации, экз./га	49,2	292,8	14,4	152,5	61,1

Из аборигенной ихтиофауны в промысловых уловах доминирует серебряный карась – до 48,5 % от общего вылова. Объем пополнения популяции карася в 2012 г. в исследованных водоемах превысил 2,4 млн. экз.

Анализ полученных данных по современному состоянию экосистемы водоемов комплексного назначения Краснодарского и Ставропольского краев, республики Адыгея позволил обосновать основное направление их рыбохозяйственного использования. Приоритетное значение в выборе объектов пастбищного рыбоводства следует отдавать быстрорастущим ценным промысловым видам рыб, наиболее приспособленным к климатическим условиям региона и способным потреблять недоиспользуемые кормовые ресурсы. Кроме этого, эти виды должны относительно легко облавливаться и иметь высокие потребительские качества. В этом плане наиболее перспективными являются рыбы дальневосточного комплекса (толстолобика, белый амур) и сазан, способные не только более полно утилизировать избытки корма, но и качественно улучшить состав уловов.

Исследования, проводимые в течение последних пяти лет, показали, что эти водоемы по основным показателям гидрологического и гидрохимического режимов, развитию кормовой базы и состоянию аборигенной ихтиофауны могут быть использованы для организации пастбищного рыбоводства на основе поликультуры сазана с рыбами дальневосточного комплекса с преимущественным освоением пелагиали и районов с куртинами водных растений (белый толстолобик, белый амур), поскольку в водоеме не используется аборигенными рыбами продукция фитопланктона и макрофитов.

Промысловая эксплуатация нагульного стада вселенных белого толстолобика и белого амурса может быть начата уже на 2-3 год после зарыбления по достижении рыбой массы более 1,0 кг.

Пресс хищников в водоемах, как правило, невысокий и отражается, в основном, на популяциях малоценных видов рыб (верховка, укля и др.). По доминирующей численности хищные рыбы распределяются в следующем порядке: окунь, судак, щука, сом. В целом, биологический режим водоемов можно признать вполне удовлетворительным для промысловых видов рыб и, прежде всего, фитофагов. Среди аборигенных видов типичный зоопланктофаг – укля – по причине своей небольшой численности не может оказывать значительное влияние на продукцию зоопланктона.

Организация пастбищного рыбоводства в Отказненском водохранилище и озере Мокрая Буйвола привела не только к изменению промысловой структуры ихтиофауны, но и значительно по-

высила промысловую рыбопродуктивность. За счет ежегодного зарыбления молодью белого толстолобика и сазана в объемах не менее 1,5 тыс. экз./га, в уловах доля этих рыб возросла с 15,0 % до 51,0 %, а промысловая рыбопродуктивность увеличилась с 36,0 кг/га до 102,0 кг/га. Качественный и количественный состав ихтиосообществ этих водоемов изменился, образуя несвойственные сообщества: появились пелагические рыбы, утилизирующие фитопланктон, которые ранее отсутствовали. Конечно, внедрение методов пастбищной аквакультуры в водоемы комплексного назначения непосредственно связано с определением потенциальной рыбопродуктивности на основании данных о продукции кормовой базы с учетом допустимой степени ее изъятия.

Зарыбление водоемов комплексного назначения целесообразно проводить сеголетками или годовиками массой не менее 25-30 г, что позволит значительно снизить пресс хищников и сократить время вступления в промысел.

Заключение

Анализ полученных материалов по современному состоянию экосистемы водоемов комплексного назначения позволил определить основное направление повышения их рыбопродуктивности. По основным параметрам гидрологического и гидрохимического режимов, развитию кормовой базы и степени ее использования, состоянию аборигенной ихтиофауны водоемы пригодны для организации пастбищного хозяйства на основе поликультуры сазана, белого толстолобика и белого амура.

В направленном формировании ихтиофауны водоемов комплексного назначения можно выделить три основных подхода: первый направлен на снижение численности малоценных видов рыб путем мелиоративного отлова в нерестовый период, второй – на увеличение стада значимых видов рыб в промысловом отношении (сазан, белый толстолобик, белый амур), и третий – на ежегодное зарыбление молодью растительноядных рыб и сазана в оптимальных объемах (1,5 тыс. экз./га).

Литература

1. *Воропаев Г.В., Авакян А.Б.* Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
2. *Москул Г.А.* Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. – СПб.: ГосНИОРХ, 1994. – 137 с.
3. *Никитина Н.К.* Биологические основы направленного формирования промысловой ихтиофауны Калмыкии (на примере Чограйского водохранилища) : автореф. дис. канд. биол. наук: специальности 03.00.10; ГосНИОРХ. – Л., 1982. – 25 с.

СОЗДАНИЕ СТАВНЫХ НЕВОДОВ ШТОРМОУСТОЙЧИВОЙ КОНСТРУКЦИИ НА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ

А. М. Стафикопуло

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

Представлено одно из направлений развития рыболовства стационарными орудиями лова – совершенствование ставных неводов штормоустойчивой конструкции для увеличения эффективности их использования при промысле. Дана их краткая техническая характеристика и особенности конструкции. Приведены краткие итоги выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Ключевые слова: стационарные орудия лова, ставной невод, штормоустойчивая конструкция, мягкий каркас, оснастка, гибкая система

Construction of fixed nets with storm resistant design in the Azov and Black Seas Basin. A.M. Staffikopulo.
Improvement of fixed nets with storm resistant design is presented as one of the fishery trends development in order to increase efficiency when used for fishing. Their brief specifications and design peculiarities are given. Brief results of the research and development works are presented.

Keywords: fixed fishing gear, fixed net, storm resistant design, soft frame, rigging, flexible system

Введение

Часто ставные невода работают в очень сложной промысловой обстановке. Во многих районах рыбаками еще используется установка ставных неводов с жестким каркасом на гундерах. Такие установки неводов имеют ряд недостатков. При штормовой погоде ставные неводы на гундерах часто подвергаются частичному или полному разрушению, так как они недостаточно устойчивы против штормов. При потере орудия лова владельцы терпят непоправимые убытки, так как стоимость ставного невода определяется суммой в несколько десятков тысяч гривен и более. Кроме этого, при восстановлении орудий лова также теряется промысловое время. При разрушении конструкции свободно плавающие гундеры представляют опасность для мореплавания. Устанавливать ставные невода на гундерах на глубине, превышающей 10-15 м, очень трудно, а порой и невозможно [3]. Все это тормозит развитие рационального, экологически безопасного ставного неводного лова в Азово-Черноморском бассейне, где многие прибрежные промысловые участки имеют большие глубины. Учитывая все эти обстоятельства, целью совершенствования ставных неводов является создание конструкции, обладающей повышенной устойчивостью к волновому и ветровому воздействию, эффективной и безопасной в эксплуатации.

Основная часть

Штормоустойчивый ставной невод экспериментальной конструкции (рис. 1) состоит из мягкого каркаса, сетной части (ловушки и направляющего крыла), оснастки и креплений.

Ловушка невода изготавливается из капроновой или моноплетневой дели с шагом ячеи в зависимости от объекта лова. Она имеет центральную часть – двор и два садка. Двор ловушки образуется морской и локтевыми стенками, направляющими открылками и прилегающими с двух сторон границами садков. Садки имеют сетное днище.

Верхняя (основная) подбора ловушки штормоустойчивого невода удерживается на поверхности воды наплавами. Однако при волнении, течении, а также при массовом ходе рыбы эта подбора может время от времени несколько погружаться под воду. Чтобы при этом рыба не выходила через верх ловушки, выше ее основной подборы устраивается заградительный козырек; верхняя подбора этого козырька служит одновременно дополнительной верхней подборой ловушки.

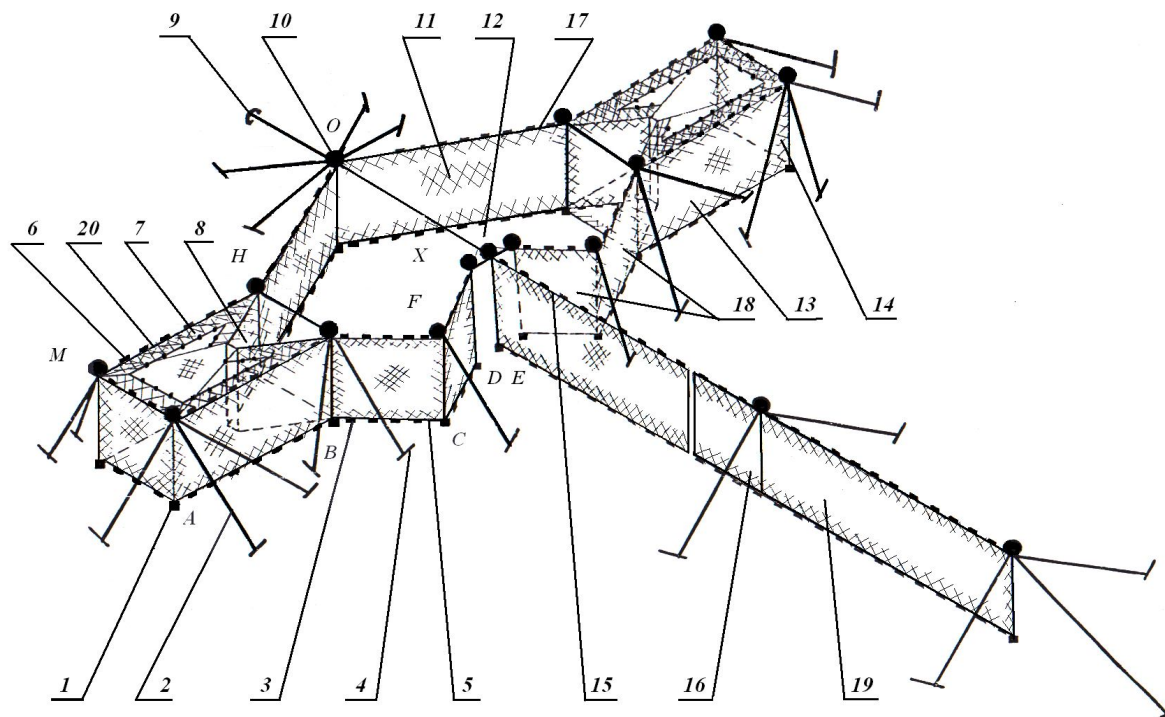


Рисунок 1. Невод ставной штормоустойчивый: 1 – угловой груз; 2 – наклонная оттяжка; 3 – груз распределенной загрузки; 4 – кол; 5 – нижняя подбора; 6 – поплавок; 7 – козырек; 8 – усынок; 9 – якорь; 10 – угловой буй; 11 – морская стенка; 12 – двор ловушки; 13 – котел; 14 – сливная стенка; 15 – становой трос; 16 – направляющее крыло; 17 – верхняя подбора; 18 – открылок; 19 – дель (сетное полотно); 20 – рама

Ловушка невода навешивается на мягкий каркас, который может быть изготовлен из капронового, пропиленового каната или троса. Каркас монтируется и удерживается с помощью наклонных якорных оттяжек, изготовленных из капронового, пропиленового и других канатов, фалов.

Каркас (мягкая рама) штормоустойчивого невода оснащается угловыми наплавами (кухтыли, пенопласт, пустотелые цилиндры) и распределенным равномерно плавом (пенопласт, пробка).

Нижняя подбора штормоустойчивого невода оснащена концентрированным грузом, прикрепленным в углах (металлические болванки), и распределенным равномерно грузом по всей длине подборы (свинец, звенья цепи, металлические болванки). В качестве удерживающих конструкцию приспособлений используются якоря различных конструкций.

Направляющее крыло штормоустойчивого ставного невода навешивается на верхний становой трос, т.е. находящийся на поверхности воды и удерживаемый равномерно распределенным плавом. Возможна установка направляющего крыла и на нижнем становом тросе.

Благодаря гибкости системы имеется возможность обеспечить ее штормоустойчивость путем самопогружения, что предохраняет ставные невода от разрушительного действия штормов и течений. Такой принцип штормоустойчивости обеспечивается специальной оснасткой невода (мягкая рама, плав, загрузка, оттяжки, якоря и др.). Невод оснащается таким количеством плава, которого в обычных условиях будет достаточно для поддержания его в рабочем состоянии. Но как только возникает штормовое течение, опасное для невода, поддерживающей силы плава окажется недостаточно, и невод автоматически погрузится в воду, уйдя от непосредственного действия шторма. Одновременно с этим, при усилении течения и выдувании сетного полотна, загрузка не сможет удержать нижнюю подбору у дна. Она приподнимается, и стенка невода как бы сложится. По окончании шторма с уменьшением течения поплавки снова поднимут и расправят невод, нижняя подбора при этом снова опустится на дно. Таким образом, при шторме невод погружается под воду и складывается, сопротивление его уменьшается, и крепление оказывается в состоянии удержать невод на месте.

Важное значение имеет правильный выбор соотношения между плавом и загрузкой невода с учетом особенностей промысловых участков. Запас плавучести должен быть таким, чтобы при рабочих погодных условиях невод сохранял свою форму, т.е. не затопливался, иначе он переста-

нет ловить, когда еще можно было бы работать. При этом сокращается промысловое время, и, соответственно, уменьшается общий улов.

Одним из главных вопросов в теории расчетов ставных неводов является выбор расчетного положения ставной стены невода и, в особенности, направляющего крыла. Выбор расчетного положения стены крыла и ловушки определяется как биологическими свойствами объекта лова, так и техническими особенностями. Практика показывает, что ставные неводы в большинстве случаев перестают ловить рыбу при скорости течения выше 0,3 м/с [1]. Следовательно, при скоростях выше этого значения нет необходимости, чтобы сетное полотно продолжало находиться в рабочем (расправленном) положении.

В практике ставного неводного лова определились два способа крепления направляющего крыла: за верхнюю подбору и за нижнюю подбору [4]. Оба способа имеют преимущества и недостатки.

При первом способе крепления направляющее крыло устанавливается на верхнем станом тросу, т.е. верхняя подборка оснащалась плавом, а нижняя подборка загружалась грузом. Для уменьшения нагрузок через определенные расстояния устанавливаются наклонные оттяжки с двух сторон на случай перемены течения.

Этот способ установки крыла в ходе работ выявил как ряд недостатков, так и положительные моменты. При увеличении силы ветра и, следовательно, увеличении скорости течения нижняя подборка, как правило, отрывается от дна, и, хотя сопротивление крыла уменьшается, верхняя подборка погружается на незначительную глубину и подвергается действию частиц воды, движущихся с максимальной скоростью (рис. 2, а). Нижняя подборка загружается грузилами, чтобы

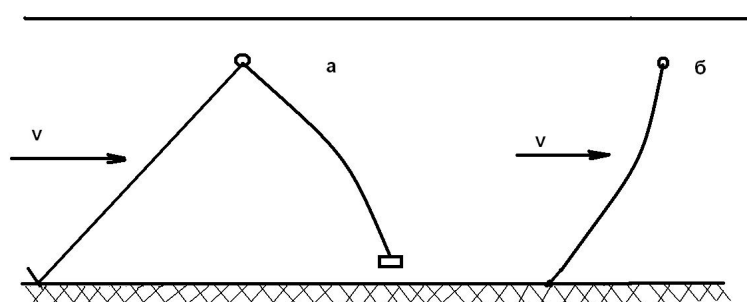


Рисунок 2. Положение направляющих крыльев: а) при верхнем креплении; б) при донном креплении

она сильно не приподнималась при рабочей скорости течения. При штормовой погоде центральный трос подвержен колебательным движениям. Это приводит к тому, что возможен отрыв грузил от нижней подборки, в результате чего увеличивается подъем нижней подборки над дном и уменьшается погружение верхней подборки.

При штормовой погоде, обычно продолжающейся несколько дней, в местах, подверженных

действию приливов и отливов, несколько раз меняется направление течения. Когда течение направлено в сторону, противоположную направлению ветра, крыло, поднятое над дном, может намотаться на центральный трос и порваться. Если это случается, приходится тратить много времени на распутывание и ремонт крыла, а вместе с тем, как раз после шторма и наблюдается интенсивный ход рыбы.

Достоинством такого способа крепления направляющего крыла является то, что при постановке в составе штормоустойчивого невода в месте захода во двор ловушки и крыло, и открылки при течении занимают одинаковое положение, т.е. и в крыле, и в открылках приподнимается нижняя подборка, при этом заход не перекрывается (рис. 3, а), что возможно при сочетании штормоустойчивого невода и крыла с креплением за нижнюю подборку (рис. 3, б, в).

Также к достоинствам такого крепления можно отнести удобство работы с крылом на берегу при просушке и очистке, так как наплава остаются на станом тросе, а также есть преимущества при постановке крыла в районе с неровным дном.

При донном креплении крепление крыла осуществляется с помощью каркаса, состоящего из центрального (станом) троса, закрепленного якорными оттяжками. При донном креплении центральный трос наплавов не имеет и устанавливается на дне моря. Нижняя подборка крыла крепится к центральному тросу и удерживается им в прямолинейном положении у дна. Верхняя подборка крыла, оснащенная наплавами, свободно плавает на поверхности. При увеличении ско-

рости течения верхняя подбора погружается на значительную глубину, причем погружение ее тем больше, чем больше скорость течения (рис. 2, б).

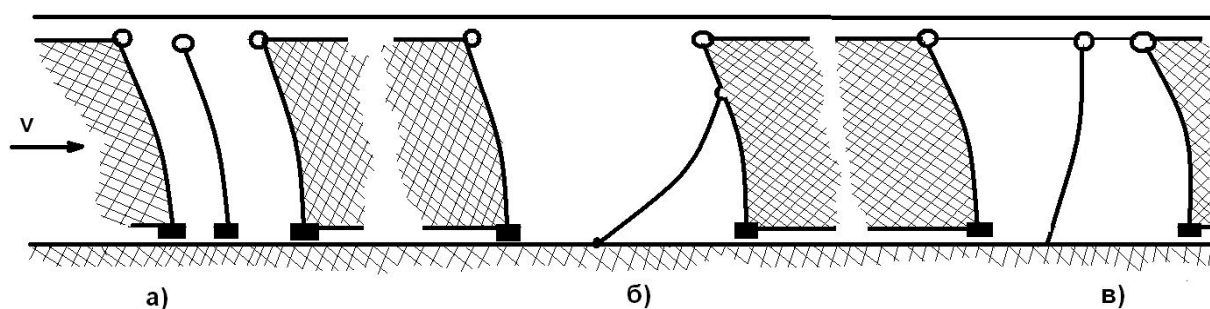


Рисунок 3. Взаимодействие открылков ловушки невода и направляющего крыла: а) с верховым креплением; б) и в) с донным креплением

Как известно, скорость волнового движения частиц воды уменьшается с увеличением глубины. Поэтому при всех прочих равных условиях направляющее крыло донным креплением всегда подвергается меньшим усилиям от волновых движений частиц воды, а, следовательно, и сопротивление крыла с донным креплением меньше сопротивления крыла с верховым креплением. Направляющее крыло с донным креплением при штормовой погоде всегда вытянуто, независимо от направления ветра и направления течения. Поэтому исключена возможность наматывания крыла на центральный трос.

К недостаткам донного крепления направляющего крыла можно отнести большую сложность в работе с крылом (при постановке, снятии, очистке), а также при лове донных видов рыб в месте установки должно быть ровное дно.

Следовательно, при выборе способа крепления направляющего крыла нужно учитывать все условия эксплуатации.

Расчет оснастки невода на самозатопляемость выполняется в соответствии с выбранной рабочей скоростью течения и силой волнения. Рабочей называют предельную скорость течения, при которой невод еще ловит рыбу и возможно нормальное обслуживание невода (переборка, выливка улова). При такой скорости течения невод должен сохранять правильную форму и находиться на поверхности воды. При ее превышении невод в большинстве случаев должен начинать погружаться. В зависимости от особенности невода и промыслового района рабочая скорость колеблется в пределах до 0,25-0,3 м/с [4].

Вычислив количество плава и загрузки, обеспечивающих самозатопляемость невода, приступают к определению сопротивления и устойчивости невода. Прочность неводного каркаса и сетного полотна рассчитывается в соответствии с максимальными скоростями движения воды, которые имеют место в результате действия течения или волнения. Такую скорость называют критической, величина ее составляет для разных условий 1,0-1,5 м/с. При такой скорости невод складывается и сопротивление его возрастает, но не так, как это было при расправленной стенке. Считается, что при штормовой скорости течения (около 1,5 м/с) сопротивление всех частей невода составляет половину сопротивления расправленного, незатонувшего невода при той же скорости течения. Тогда, с учетом угла атаки, определяют сопротивление сетного полотна всех частей с оснасткой при критической скорости течения, рассчитывают отяжки и якоря.

Также важным является выбор оптимального размера и формы якорей. Для различных грунтов требуется свой тип якоря. Кроме того, правильный выбор типа якоря позволяет оптимизировать его вес, что немаловажно, так как при установке ставного невода требуется много якорей, и чем больше их суммарный вес, тем сложнее их транспортировать к месту установки.

Конструкции экспериментальных штормоустойчивых ставных неводов испытывались в Азовском море. Штормоустойчивые ставные невода устанавливались в Азовском море на глубинах до 12 м. Габаритные размеры ставных неводов зависели от объекта лова, глубины установки, используемого флота.

В ходе работ были выявлены преимущества экспериментальных неводов. При установке и эксплуатации экспериментальных штормоустойчивых неводов на мягких каркасах исключены трудоемкие процессы, связанные с установкой и эксплуатацией ставных неводов с жестким каркасом на гундерах. При этом, при установке и снятии таких неводов тратится меньше промыслового времени и меньше зависимость от погодных условий. Для ведения лова на больших глубинах возможна установка только ставных неводов с мягким каркасом на якорях, что позволяет расширить районы промысла. Экспериментальные ставные невода при неблагоприятных погодных условиях показали большую надежность и устойчивость, меньшую аварийность, получали менее серьезные повреждения, соответственно, на их восстановление требовалось меньше материальных средств и промыслового времени. Штормоустойчивый невод имеет эластичную систему креплений, благодаря чему материалы, из которых он построен (в первую очередь, сетематериалы), менее подвергаются износу и повреждениям от волнений и течений, чем материалы невода с жесткой системой креплений на гундерах, следовательно, срок службы материалов (в первую очередь, сетематериалов), из которых построен штормоустойчивый невод, более длителен.

В настоящее время обслуживание ставных неводов представляет собой тяжелый (практически без механизации) физический труд для рыбаков. Для облегчения эксплуатации штормоустойчивых ставных неводов можно применить механизацию при помощи специально оборудованного рыболовецкого бота (небольшого судна). При этом можно использовать не две, а одну байду и уменьшить трудоемкость процесса постановки, снятия штормоустойчивого ставного невода и выливки улова. Для этого рыболовный бот (судно) необходимо оснастить кормовой неводной площадкой, рыбонасосом для выкачки улова и несколькими силовыми механизмами. Постановка каркаса и станового троса происходит с неводной площадки рыболовного бота, а рыбаки на байде выполняют операции по растягиванию каркаса. При срезке садков ставного невода бот кормовой неводной площадкой подходит к сливной стенке садка, а рыбаки на байде производят подсушку невода.

Выливка улова происходит с помощью рыбонасоса, установленного на судне, или с помощью каплера и судовых механизмов сразу на борт судна.

При снятии байдой отдаются оттяжки с якорями, а каркас с сетной частью выбирается на судно с помощью механизмов. Затем рыболовецкий бот подходит к якорям и, с помощью механизмов за оттяжку, выбирают их на борт судна.

При использовании рыболовного флота можно вести экспедиционный промысел рыбы, обслуживая несколько неводов, за счет чего уменьшаются потери времени на переходы, в результате чего увеличивается производительность труда.

Заключение

Основной целью при конструировании штормоустойчивых ставных неводов является снижение аварийности стационарных орудий лова. Проведенные испытания подтвердили целесообразность работ по применению штормоустойчивых конструкций ставных неводов.

Как в технико-эксплуатационном, так и в экономическом отношении штормоустойчивые ставные невода на наплавах являются более совершенными и рентабельными орудиями лова, чем ставные невода на гундерах в районах с сильными течениями и открытыми для ветрового и волнового воздействия. Чтобы увеличить долю применения таких орудий лова, необходимо их сделать привлекательными орудиями лова для рыбаков, то есть чтобы они соответствовали современным требованиям и условиям промысла.

При применении штормоустойчивых ставных неводов на наплавах необходимо решать следующие задачи:

- в местах установки штормоустойчивых неводов следует проводить систематическое изучение гидрологического микрорежима, что дает возможность в каждом конкретном случае иметь исходные данные для проектирования [5];
- при проектировании невода производить расчет всех частей невода на самозатопляемость с учетом сил, действующих на каждую из этих частей при течении выше рабочего и при штормовой погоде. Эта работа может быть успешно выполнена при условии паспортизации

- всех неводных участков с целью определения сил, действующих на невод при разных промысловых условиях;
- исследовать вопрос о повышении уловистости ставных неводов при скоростях течений, промежуточных между рабочими и критическими штормовыми течениями;
 - проектирование невода и расчет оснастки в условиях отсутствия критических течений с использованием для самозащепления сил ветра и волновых действий.

Литература

1. *Андреев Н.Н.* Выбор расчетного положения сетной стены штормоустойчивого подвешного ставного невода // Рыбное хозяйство. – М.: Пищепромиздат, 1952. – № 12. – С. 44-47.
2. *Войниканис-Мирский В.Н.* Техника промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С. 342-368.
3. *Гвоздарев Д., Шапунов Е.* Штормоустойчивый ставной невод. – Симферополь: Крымиздат, 1950. – С. 3.
4. *Камышьян В.Г.* Опыт применения штормоустойчивых ставных неводов в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. – М.: Пищепромиздат, 1951. – № 9. – С. 15-18.
5. *Шапунов Е.Е.* Опыт применения самозащепляющегося штормоустойчивого ставного невода на Азовском море // Рыбное хозяйство. – М.: Пищепромиздат, 1952. – № 11. – С. 11-14.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮГНИРО В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЫБЫ И НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

С. Л. Козлова, В. В. Богомолова, Л. М. Есина

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

Проведен анализ технологических исследований, проводимых ранее ЮгНИРО по разработке технологии консервов, пресервов, другой пищевой продукции; кормовых продуктов; филагара, каррагенана, альгината; пищевой добавки из спирулины; лечебно-профилактических препаратов на основе биополимеров из рыб, моллюсков и водорослей. Предложен ряд перспективных направлений исследовательской работы института – разработка технологии кормов для рыбоводства и домашних животных; желе, жележных конфет, обогащенных органическим йодом морских водорослей и трав; белково-углеводных концентратов из мяса мидий, рапаны; переработка рыбных и нерыбных отходов производства с целью обеспечения комплексного использования гидробионтов.

Ключевые слова: рыба и рыбные продукты, моллюски, водоросли и травы, технологии, пищевая, кормовая, лечебно-профилактическая продукция

YugNIRO prospective research trends in the technological sphere of fish and non-fish objects of the Black and Azov Seas. S.L. Kozlova, V.V. Bogomolova, L.M. Esina. *The analysis is carried out for technological research, conducted earlier by YugNIRO on the technology development of canned food, preserves, other food production, feed products; phylagar, carrageenan, alginate, food additive made of spirulina; medioprophyllactic medicines on the basis of fish, molluscs and algae biopolymers. A number of prospective trends for the institute research activities are suggested: technology development of feeds for fish culture and domestic animals; jelly, jelly sweets enriched with organic iodine of sea algae and weeds; albumino-carbohydrate concentrates made of mussel and rapana meat; processing of fish and non-fish waste products in order to ensure complex usage of hydrobionts.*

Keywords: fish and fish products, molluscs, algae and weeds, technologies, food, feed, medioprophyllactic products

Введение

Хорошо известно, что обеспечение населения качественным и полноценным питанием является вопросом национальной безопасности страны. В рыбе и рыбных продуктах, в том числе морепродуктах, содержатся незаменимые аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы, эссенциальные жирные кислоты, включающие уникальные эйкозапентаеновую и докозагексаеновую, относящиеся к жирным кислотам семейства $\omega 3$ [1, 9]. Рыба и рыбные продукты являются высокоценными продуктами питания и должны входить в среднесуточный набор продуктов каждого человека в количестве 50-55 г/сутки [6]. В Украине среднегодовое потребление рыбы и рыбных продуктов на душу населения в 2011 г. составило 13,4 кг [11], что существенно ниже международных физиологических норм (20 кг в год). В некоторых странах уровень потребления гидробионтов еще больше: в целом по Евросоюзу – 22 кг, в США – 24, Испании – 38, Португалии – 40, Норвегии – 51, Японии – 65, Южной Кореи – 86 кг [12].

В соответствии с Законом Украины «Про рибне господарство» [7] заданием государственной политики в сфере рыбного хозяйства является обеспечение рационального использования объектов промысла, улучшение и расширение ассортимента продукции их переработки. Распоряжением Кабинета Министров от 5 октября 2011 г. была одобрена Концепция Государственной целевой экономической программы развития рыбного хозяйства на 2012-2016 гг., которая предусматривает выход Украины на мировой уровень потребления рыбы и рыбопродуктов [10]. В связи с этим разработка новых и усовершенствование существующих технологий рыбных продуктов является актуальным и перспективным направлением экономического развития страны и обеспечения населения необходимой продукцией.

Основная часть

Со дня основания Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии одним из направлений работы института было проведение научно-исследовательских работ по различным направлениям обработки водных биологических ресурсов.

В институте учеными-технологами проводились фундаментальные работы по программам «Керчьтехнополис», «Корма», «Лекарственные препараты», «Микроводоросли» и т.д. В результате этих исследований были разработаны технологии получения филлагара и каррагенана из филлофоры, альгината из цистозиры, пищевая добавка из спирулины. Также предложены технологии пищевой продукции: консервов, пресервов из мидий, рапаны, толстолобика, пиленгаса и других рыб в различных соусах, сублимированной продукции из мидий, крекера, икры зернистой, фаршевых изделий (ветчина, хлебцы, колбасы, сосиски). Особое внимание уделялось проблеме выпуска качественной кормовой продукции для животноводства: муки из рыбы и криля, крупки мидийной, рыбного силоса, кормовых белково-минеральных добавок. В последние годы институт работал в направлении технологий лечебно-профилактических препаратов (БИПОЛАН, ГЛЮКАН, МИДИМОЛ, СПИРУЛАН, РАМБУК), биодобавки Пантикапей, способов выделения биополимеров из рыб, моллюсков и водорослей.

На основе анализа работ, проводимых ЮгНИРО, а также современных тенденций переработки гидробионтов, предлагаются исследовательские работы ЮгНИРО, а при необходимости переработка сырья водного происхождения на базе ЮгНИРО по следующим направлениям:

1) разработка технологии комбикормов на основе мелких азово-черноморских рыб с использованием морских и пресноводных микроводорослей (хлореллы, изохризиса, монохризиса, платимонуса, спирулины), создание в ЮгНИРО собственного производства кормов. Сокращение объемов добычи рыбы в морях и океанах во всем мире привело к интенсивному развитию индустриальной аквакультуры. При этом одной из основных причин, сдерживающей развитие аквакультуры, является зависимость от импортных кормов, а производство отечественных кормов становится одной из главных задач для успешного развития аквакультуры.

Украина располагает значительными объемами мелких видов рыб. По данным ЮгНИРО, прогнозируемый возможно допустимый улов Украины на 2012-2013 гг. составляет: для хамсы 24, тюльки – 20, шпрота – 70 тыс. т/год. Часть этого сырья используется для производства традиционных видов продукции, таких как консервы, соленая, копченая рыба. В связи с этим переработка массовых мелких видов рыб в комплексе с морскими и пресноводными микроводорослями, другими растительными добавками (шротами) для получения кормов для рыбоводства является актуальной [4]. Приоритетность данного направления связана также с необходимостью освоения ЮгНИРО собственного производства кормов для выполнения работ по программе воспроизводства водных живых ресурсов.

Получение корма для домашних животных (консервы, сухие корма) может быть другим направлением научно-исследовательских работ ЮгНИРО в области разработки технологии кормов, поскольку корма для домашних животных представлены на рынке Украины в основном импортными дорогостоящими товарами, хотя существующая сырьевая база создает предпосылки для производства отечественной продукции как для внутреннего, так и для внешнего потребления;

2) производство желе, жележных конфет, а также диетических добавок на основе морских водорослей, трав (ламинарии, фукуса, цистозиры, зостеры). Как известно, в Украине в связи с облучением щитовидной железы радионуклидами йода вследствие аварии на Чернобыльской АЭС возросла опасность возникновения йодозависимых заболеваний [8]. Особенно важно, чтобы достаточное количество йода было в рационе беременных женщин и детей. Недостаточность йода является основной причиной повреждений головного мозга в детстве. Она приводит к замедленному умственному и физическому развитию детей, отрицательно влияет на производительность труда взрослых людей [2]. В связи с этим производство десертной продукции, диетических добавок, обогащенных органическим йодом, который содержится в морских водорослях и травах, позволило бы расширить ассортимент йодсодержащей продукции и обеспечить оптимальный макро- и микроэлементный состав рационов питания и снизить заболеваемость населения [8];

- 3) исследования в технологии белково-углеводных концентратов из мяса мидий, рапаны. Мясо мидий и рапаны характеризуется высоким содержанием биологически активных веществ: гликопротеиды, инсулиноподобные вещества, мукопротеины, аминокислоты, α 1-4, 1-6 глюкан, свободные аминокислоты, таурин, эссенциальные жирные кислоты, витамины А, Е, РР, С, группы В, биогенные макро- и микроэлементы [4, 5]. На базе ЮгНИРО успешно проводился выпуск лечебно-профилактической биодобавки широкого спектра действия из мяса моллюсков, поэтому продолжение работы в этом направлении является перспективным;
- 4) любое направление производства пищевой и кормовой продукции должно быть безотходным и обеспечивать комплексную переработку гидробионтов. Переработка рыбных (голов, внутренностей, обрезков мяса, костей, плавников) и нерыбных отходов (раковины моллюсков) позволяет не только увеличить ассортимент выпускаемой продукции, но и снизить ее себестоимость. Так, рыбный и мидийный бульон может быть использован для производства крекера; части тушек рыб, головы – супового замороженного набора; хрящевая ткань рыб, а также хитинсодержащее сырье (раковины моллюсков) – пищевой добавки противоартрозного действия типа «комплекса глюкозамина-хондроитина», кормовых минеральных добавок, кальция.

Заключение

На основе проведенного анализа технологических работ ЮгНИРО, а также с целью обеспечения рационального использования рыбных и нерыбных объектов Черного и Азовского морей, улучшения и расширения ассортимента продукции из них предложены перспективные исследовательские работы ЮгНИРО научно-прикладного характера, отвечающие современным требованиям инновационного развития страны.

Литература

1. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н. Расширение ассортимента рыбных продуктов // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 2. – С. 52-54.
2. Белякова Н.А. Йододефицитные состояния и их профилактика у детей и подростков. – Тверь: Герс, 2005. – 122 с.
3. Битютская О.Е. Биохимические особенности и биологическая ценность брюхоногого моллюска – *Rapana thomasi* // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2009. – Т. 47. – С. 222-231.
4. Бурлаченко И.В. Влияние добавок жира на питательную ценность кормовых смесей для молоди кефали // Вопросы физиологии и проходных рыб. – М.: ВНИРО, 1987. – С. 160-168.
5. Гефт В.Н., Медведева Т.М., Штыркина Л.В. Биохимическая ценность мяса культивируемых мидий // Рыбное хозяйство. – 1983. – № 6. – С. 65-67.
6. *Енергетичний обмін і рекомендовані норми енерговитрат для різних верств населення* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://1snau.ru/energetichnij-obmin-i-rekomendovani-normi-energovitrat-dlya-riznix-verstv-naselennya-2>.
7. *Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів»* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3677-17>.
8. Корзун В.Н. К проблеме ликвидации микроэлементозов населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eco-mir.net/show/1194>.
9. Новикова М.В. Гидробионты и отходы их разделки как перспективное сырье для получения биологически активных добавок // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : материалы Первой Международной научно-практической конференции. Москва-Голицыно, 26-30 августа 2002 г. – М.: ВНИРО, 2002. – 240 с.
10. *Правительство утвердило Государственную целевую экономическую программу развития рыбного хозяйства на 2012-2016 годы* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art_id=244734536.
11. *Украинцы стали есть меньше рыбы* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rss.novostimira.com/n_3140946.html.
12. Чернік В.Г., Данчук Ю.І. СОТ та доступ до ринків рибальства та аквакультури : регіональний семінар. – Рибне господарство України. – 2010. – № 2. – С. 10-15.

ПОЛУЧЕНИЕ ФИКОБИЛИПРОТЕИНОВ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕЙ ЭКСТРАКЦИИ ИЗ БИОМАССЫ СПИРУЛИНЫ

Н. М. Береговая, Р. Г. Геворгиз, М. В. Нехорошев

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины (ИнБЮМ НАНУ)

В статье предлагается экспресс-метод получения водного раствора фикобилипротеинов. Фикобилипротеины – активные антиоксиданты, что может позволить использовать их для разработки высококачественных кормов в рыбном хозяйстве. По разработанной методике, экстракт можно получить в течение 30 минут вместо 1,5-2 суток по стандартной методике. Потеря концентрации пигментов при этом практически не происходит. Показано, что предварительное четырехкратное замораживание пасты спирулины перед высушиванием приводит к увеличению выхода фикобилипротеинов в несколько раз.

Ключевые слова: фикобилипротеины, С-фикоцианин, аллофикоцианин, пищевые антиоксиданты, микроводоросль, спирулина

Preparation of phycobiliproteins from the spirulina biomass with the use of hot extraction method. N.M. Beregovaya, R.G. Gevorgiz, M.V. Nekhoroshev. *The short-term test of the phycobiliproteins water solution preparation is given. Phycobiliproteins are active antioxidants; which can allow using them for the development of high-quality feeds in the fishery. Due to the developed technique, the extract can be obtained within 30 minutes instead of 1.5-2 days by the standard technology. There is almost no loss of pigment concentration during the process. It is shown that preliminary fourfold freezing of the spirulina paste before desiccation results in the increase in phycobiliprotein output in several times.*

Keywords: phycobiliproteins, C-phycocyanin, allophycocyanin, food antioxidants, microalga, spirulina

Фикобилипротеины, окрашенные белки, широко используются в современной биотехнологии. С-фикоцианин и аллофикоцианин, относящиеся к классу фикобилипротеинов, получают из биомассы цианобактерии *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitler. В составе биомассы спирулины С-фикоцианин представлен несколькими изоформами и является преобладающим пигментом в сравнении с другими фикобилипротеинами [5]. Его содержание в среднем может составлять от 4 до 15 % по массе сухих веществ спирулины [3]. С практической точки зрения фикобилипротеины представляют интерес, поскольку С-фикоцианин, например, является гасителем свободных радикалов и, благодаря этому свойству, активным антиоксидантом, что может позволить использовать его для разработки высококачественных кормов в рыбном хозяйстве. К комплексу физиологических эффектов, вызываемых С-фикоцианином, можно отнести следующие: подавление пролиферации опухолевых клеток, снижение концентрации фактора некроза опухоли в тканях, ингибирование окислительного стресса в организме, предотвращение перекисного окисления липидов, повреждения ДНК, разрушения клеточных мембран и гибели клеток [6-9]. Фикоцианин известен также как пищевой краситель [5]. Он обладает интенсивным максимумом поглощения в видимой области спектра при длине волны 620 нм.

С-фикоцианин является крайне нестабильным: быстро разлагается на свету, при температурном воздействии, во время длительного хранения: потери пигмента величиной 50 % и более происходят в течение двух лет хранения в сухих образцах спирулины [1]. Наряду с проблемами хранения, наибольшей степени очистки пигмента, актуальной является проблема максимального извлечения С-фикоцианина из тиллакоидов спирулины. Известно, что хранение при -18 °С увеличивает выход пигмента до 84 % от начального содержания за счет дезинтеграции субклеточных чехлов и клеточных стенок при замораживании-размораживании [3]. Нами было высказано предположение, что горячая экстракция пигмента, т.е. извлечение пигмента экстрагентом высокой температуры, может иметь аналогичный эффект – больший в процентном соотношении выход С-фикоцианина. Горячая экстракция фикобилипротеинов может быть более кратковременной, что позволит использовать данный метод в качестве экспресс-метода определения концентрации фикобилипротеинов в биомассе спирулины.

Материалы и методы

Объектом исследования являлась культура *Spirulina platensis* штамм IBSS-31 из коллекции ИнБЮМ НАН Украины [2]. Культуру выращивали в прямоугольных бассейнах в квазинепрерывном режиме: при суточном обмене 10 %, поверхностной освещенности культуры 40 Вт/м², при температуре 32-34 °С. Для культивирования использовали модифицированную среду Заррук. Биомассу *S. platensis* промывали проточной водой и высушивали в сушильном шкафу при температуре 55 °С. Часть пасты до высушивания подвергали четырехкратному замораживанию с последующим размораживанием. Высушенный материал тщательно растирали в фарфоровой ступке, затем 10-15 мг сухого растертого порошка спирулины заливали фосфатным буфером (рН=7) в температурном диапазоне 10-70 °С. Гомогенат центрифугировали при 3000 об./мин на лабораторной центрифуге ОПН-3, центрифугаты сливали вместе и измеряли объем. Оптическую плотность экстрактов, предварительно десятикратно разведенных, промеряли на СФ-2000 на длинах волн 470, 620, 650 и 750 нм по стандартной методике [7], модифицированной в отделе биотехнологий и фиторесурсов ИнБЮМ.

Результаты

Полученные результаты представлены на рисунках 1-4.

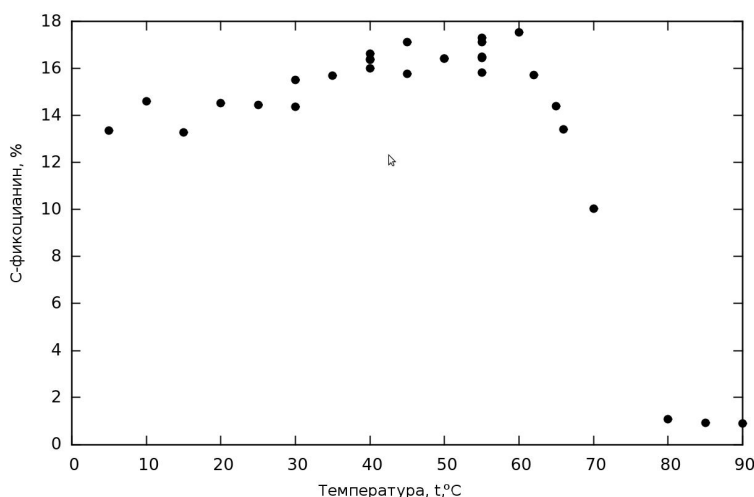


Рисунок 1. Эффективность экстракции С-фикоцианина в зависимости от температуры экстрагента

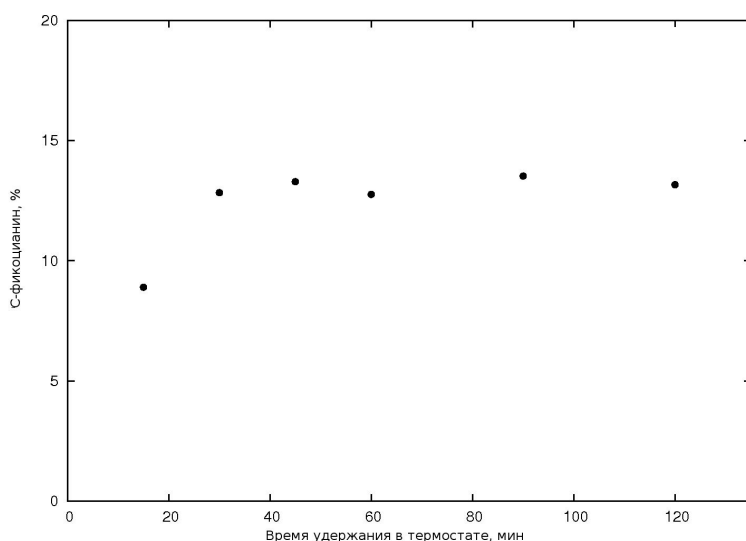


Рисунок 2. Динамика экстрагирования С-фикоцианина при использовании метода горячей экстракции

Из рисунка 1 видно, что максимум концентрации экстрагируемого С-фикоцианина (17 %) приходится на температуру фосфатного буфера 45 °С. При увеличении температуры буфера до 70 °С концентрация извлекаемого пигмента падает до 9 %, что объясняется, очевидно, процессами разрушения, начинающимися в белковой части фикобилипротеина. Понижение температуры буфера до 5 °С (температура экстрагента по стандартной методике) приводит к уменьшению концентрации С-фикоцианина до 13 %. Результаты эксперимента по изучению оптимального временного интервала при горячей экстракции представлены на рисунке 2.

Анализ полученных данных показывает, что при горячей экстракции временной интервал 30 минут является необходимым и достаточным. При меньшей экспозиции (15 минут) концентрация извлекаемого С-фикоцианина меньше в 1,5 раза. Таким образом, получаем значительный выигрыш во времени: 30 минут вместо 1,5-2 суток (по стандартной методике).

Результаты изучения влияния различных способов экстрагирования на концентрацию С-фикоцианина представлены на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что при экстрагировании пигмента горячим буфером не происходит потери С-фикоцианина по сравнению с экстрагированием по стандартной методике (рис. 3, 4).

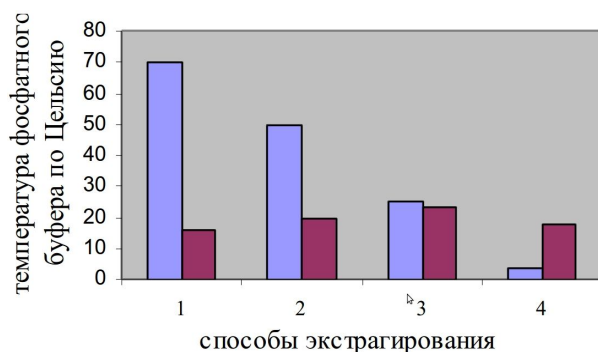


Рисунок 3. Степень экстрагирования С-фикоцианина в зависимости от способа экстракции: 1-3 – горячая экстракция, 4 – экстракция при 4 °С по стандартной методике

Примечание: ряд 1 – температура, ряд 2 – экстрагированный С-фикоцианин, % от абсолютно сухого веса

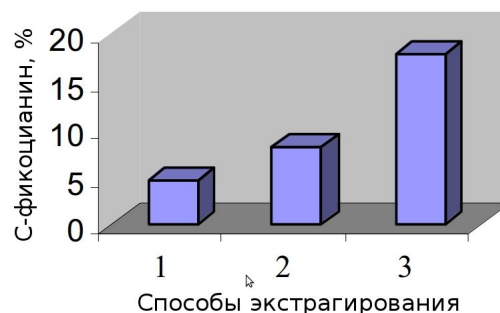


Рисунок 4. Уровень экстрагируемого С-фикоцианина в зависимости от предварительной обработки пасты: 1 – паста не подвергалась замораживанию; 2 – паста подвергалась 4-кратному замораживанию; 3 – паста подвергалась 4-кратному замораживанию, затем высушиванию при 55 °С

Нами также показано, что предварительное четырехкратное замораживание пасты с последующим размораживанием до высушивания биомассы спирулины привело к результатам, отображенным на рисунке 4.

Из рисунка 4 очевидно, что предварительное замораживание с последующим размораживанием (до 4 раз) является наиболее эффективным и значительно увеличивает уровень извлекаемого С-фикоцианина.

Заключение

Опираясь на полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- метод горячей экстракции (45-50 °С) является эффективным и позволяет сократить время экстрагирования до получаса (вместо 1,5-2 суток по стандартной методике);
- потери концентрации извлекаемого С-фикоцианина по предлагаемой методике не происходит;
- предварительное четырехкратное замораживание пасты спирулины перед высушиванием приводит к значительному (до 4 раз) повышению уровня экстрагируемого С-фикоцианина.

Литература

1. Береговая Н.М. Изменение параметров химического состава сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* при длительном хранении // IX Юбилейная междунар. конф. и дискус. науч. клуб новые информац. технологии в медицине и экологии / New Information Technology in Medicine and Ecology. Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 1-10 июня 2002. – С. 64.
2. Брянцева Ю.В., Дробецкая И.В., Харчук И.А. Характеристика цианобактерии *Spirulina (Arthrospira) platensis* // Экология моря. – 2006. – Вып. 70. – С. 24-30.
3. Вимер И., Вайнтрауб И.А. Фикобилипротеины из сине-зеленых водорослей // Изв. АНМССР. – 1987. – №4. – С. 20-23.
4. Ефимов А.А. Обоснование технологии получения фикоцианина из сине-зеленых водорослей как пищевой добавки // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 11. – С. 80.
5. Стадничук И.Н. Фикобилипротеины // Биологическая химия / Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. – М., 1990. – 40. – 196 с.
6. Li B., Zhang X., Chu X. Effects of CD59 on antitumoral activities of phycocyanin from *Spirulina platensis* // Biomed Pharmacother. – 2005. – 59, № 10. – Pp. 551-560.
7. MacColl R., Guard-Friar D. Phycobiliproteins // Boca Raton, Fl.: CRC Press. – 1987. – 218 p.
8. Romay C.heyra, Delgado Rene, Ramirez Diadelis, Gonzalez Ricardo, Rojas Armando. Effect of phycocyanin extract on tumor necrosis factor – and nitrite levels in serum wice treated with endotoxim // Arzneim. – Forsch. – 2001. – 51, № 9. – Pp. 733-736.
9. Vonshak A. Spirulina: Growth, Physiology and Biochemistry // *Spirulina platensis (Arthrospira)* : Physiology, Cell-biology and Biotechnology. – London: Taylor & Francis, 1997. – Pp. 43-65.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КАТАЛОГ ЮГНИРО КАК ЧАСТЬ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОЕКТА UNION CATALOGUE, ИНИЦИИРОВАННОГО ГРУППОЙ ODINECET

Е. О. Кулакова, О. И. Соколова, Б. Г. Троценко

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

В статье приводятся преимущества электронных каталогов в современном библиотечном деле. Представлены результаты работы над Union Catalog, объединенным электронным каталогом нескольких европейских библиотек морской направленности; определены основные направления деятельности научно-технической библиотеки ЮгНИРО в рамках данного проекта.

Ключевые слова: электронный каталог, библиотечное дело, периодические издания, архивы, цифровой контент, открытый доступ

YugNIRO e-catalogue as a part of the European project Union Catalogue, initiated by the ODINECET Group. E.O. Kulakova, O.I. Sokolova, B.G. Trotsenko. *Advantages of e-catalogues in modern library activities are presented. Results of the work on Union Catalog, the e-catalogue, uniting several European marine libraries, are shown. The main trends for the Scientific and Technical Library of YugNIRO in terms of the given project are defined.*

Keywords: e-catalogue, library activities, serials, archives, digital content, public access

Введение

Электронный каталог (ЭК) и машиночитаемая каталогизация – два понятия, которые в век перехода библиотечного дела в область электронных ресурсов прочно вошли в жизнь каждого учреждения, накопившего за годы своего существования обширные архивы. «Сохранить все старые документы невозможно, да и не нужно. Но что оставить, а что выбросить? Каждое поколение решает эту задачу по-своему, в меру своих возможностей и собственного разума» [14]. Электронные каталоги достаточно многогранны и могут рассматриваться с различных точек зрения. Большинство из них характеризуют отдельные функции электронного каталога или полное его назначение или определяют его структуру и форму существования. В «Справочнике библиотекаря» приведено следующее определение: «Электронный каталог – это библиотечный каталог в машиночитаемой форме, работающий в реальном режиме времени и предоставленный в распоряжение читателей библиотеки» [10]. Оно характеризует ЭК с точки зрения режима работы и формы предоставления библиографических данных.

Другое определение предлагает В.В. Мосягин: «Электронный каталог библиотеки (синоним: библиографический банк данных библиотеки) – совокупность библиографических и лексикографических баз данных в комплексе с СУБД и набором прикладных программ, обеспечивающих принципиально новые возможности поиска по сравнению с традиционными библиотечными каталогами. Объединение различных библиографических и лексикографических БД в единое целое приводит к качественно новому понятию» [6]. Оно характеризует ЭК с точки зрения структуры и расширения поисковых возможностей.

Ряд исследователей, в том числе и российских, отождествляют ЭК с модулем ОРАС (Online public access catalog). Подобной точки зрения придерживается и известный библиотековед Э. Р. Сукиасян: «ЭК – то же самое, что и ОРАС» [12, 13].

Определяя понятие «электронный каталог», прежде всего, необходимо учитывать, что современный ЭК состоит из трех основных частей, а именно: части, включающей библиографические сведения, части, включающей авторитетные сведения, и части, включающей сведения об экземпляре (циркуляции документа). Такая трактовка ЭК впервые в отечественном библиотековедении предложена И. Б. Цветковой и основывается на истории развития ЭК [15]. Как известно, автоматизация каталогизации началась с механического перевода в электронную форму библио-

графических сведений, затем в машиночитаемую форму стали переводиться авторитетные данные, потом – данные о циркуляции документов.

С появлением ЭК становятся также актуальными и проблемы дисплейного представления записей. Широко популярная карточка формата 3x5, изобретенная в конце XIX века каталогизаторами, была разработана для представления библиографических данных на очень ограниченном пространстве. Она стала для карточной системы форматом по умолчанию, который, в свою очередь, пришел на смену формату представления данных в книжных каталогах XIX века [9]. Почти 150 лет вопрос формата вывода не стоял так остро. Проблема заключается в том, что в машиночитаемой форме хранится гораздо больше информации, чем представлено на выводе в виде традиционной каталожной карточки. При просмотре в формате библиотечной карточки до 30 % полезной информации остаются скрытыми. Электронный каталог и машиночитаемая каталогизация заставили по-новому посмотреть на самую устоявшуюся и консервативную библиотечную работу.

Целью данного исследования явилось предоставление результатов работы над европейским проектом Union Catalogue, или Union List of Serials, инициированным группой ODINECET (Ocean Data and Information Network for European Countries in Economic Transition) за полтора года функционирования каталога, а также детально рассмотреть возможности, предоставляемые он-лайн электронным каталогом, для научно-технической библиотеки ЮгНИРО.

В настоящее время в Union Catalogue, объединенном проекте группы ODINECET, представлены полностью 128 периодических изданий, хранящихся в архивах морских библиотек Болгарии, Латвии, Польши, России, Украины, Хорватии и Эстонии (рис. 1). В разработке и наполнении данного проекта приняли участие следующие библиотеки морской направленности:

1. Institute of Oceanography, Varna, Bulgaria
2. Institute of Food Safety, Animal Health and Environment «BIOR», Fish Resources Research Department, Riga, Latvia
3. Institute of Oceanology PAS, Sopot, Poland
4. National Marine Fisheries Research Institute, Gdynia, Poland
5. Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (АзНИИРХ), Ростов-на-Дону, Россия
6. Всероссийский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия
7. Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), Мурманск, Россия
8. Сахалинский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, Россия
9. Институт биологии Южных морей (ИнБЮМ), Севастополь, Украина
10. Институт зоологии, Киев, Украина
11. Институт ботаники, Киев, Украина
12. Карадагский Заповедник (КаПриЗ), Феодосия, Украина
13. Морской гидрофизический институт (МГИ), Севастополь, Украина
14. Одесский филиал Института биологии Южных морей (ОФ ИнБЮМ), Одесса, Украина
15. Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), Керчь, Украина
16. Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia
17. Rudjer Boskovic Institute, Zagreb, Croatia
18. Estonian Marine Institute, University of Tartu, Tallinn, Estonia

На данном этапе библиотекари-партнеры проекта проводят работу по дополнению и уточнению списка электронного каталога, который будет обсужден и одобрен на очередной встрече стран группы ODINECET. Учитывая сложность и многоплановость проблем, возникающих при освоении системы, среди участников постоянно работает методический совет для решения общебиблиотечных задач. Все инструктивно-методические документы обсуждаются на международных встречах, а затем утверждаются. Участие ЮгНИРО (Керчь, Крым, Украина) обозначено в виде двух основных направлений:

- А. Библиотекарь ведет работу по доработке списка изданий, на данный момент не включенных в текущий каталог, а это обширный диапазон, охватывающий как подписку из редкого фонда (с 1860-х по 1930-е годы), так и современные журналы, накопленные за период независимости Украины;
- В. Специалист, ответственный за ввод данных библиографического, авторитетного, циркуляционного характера, пополняет Union Catalogue сведениями о тех изданиях, которые уже присутствуют в системе.

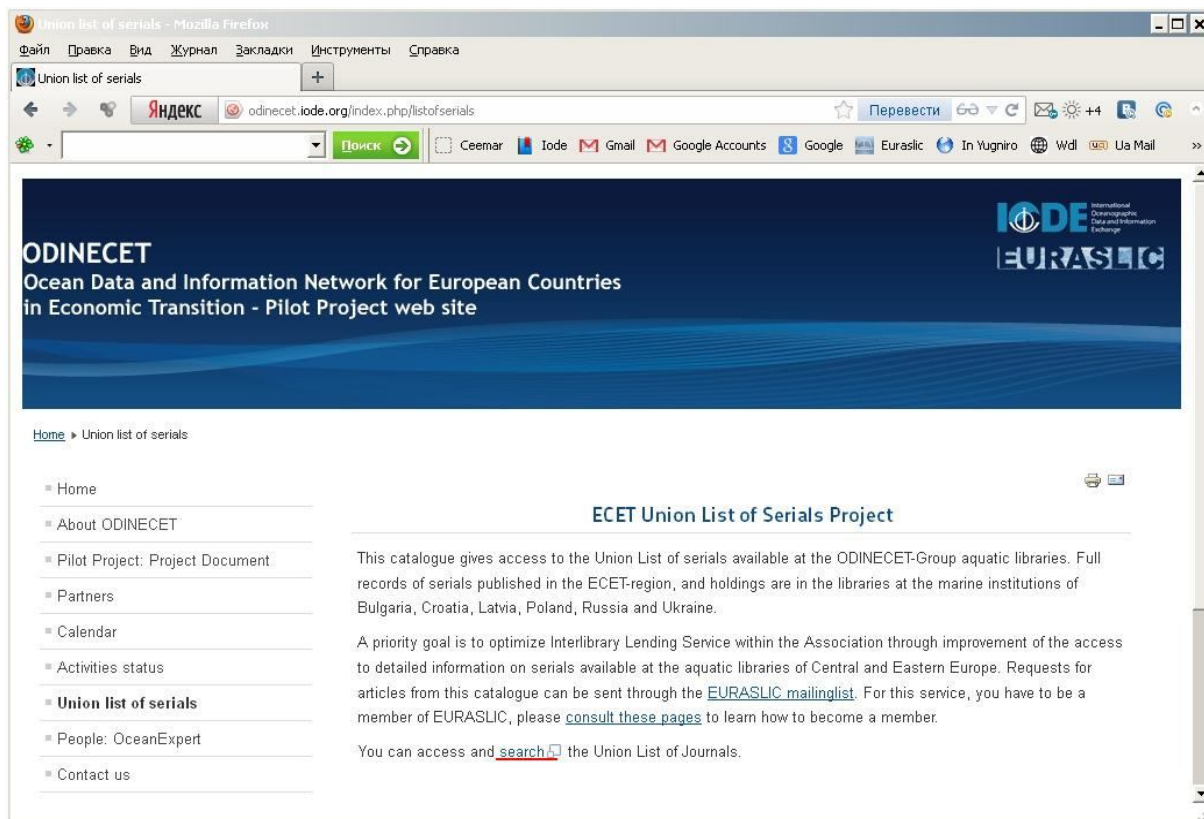


Рисунок 1. Официальный сайт ODINECET Group, с которого можно перейти на сайт ЭК Union Catalog [3]

За год работы с данным электронным каталогом ЮгНИРО разместил библиографическую справку о наличии в своих коллекциях 23 научных журналов (Приложение 1, рис. 2). Подготовлен список для пополнения базы данных периодических изданий за период 1937-2012 гг.

Механизм пополнения базы данных проходит в виде следующих этапов работы:

1. Каждая библиотека-партнер готовит свой список недостающих в базе наименований.
2. Специалист, ответственный за составление списка, высылает его администратору, который, собрав списки всех участников, обновляет базу данных, исходя из полученных материалов.
3. Каждая библиотека просматривает вновь появившиеся названия и, в случае наличия в данном морском учреждении подобной подписки, вводит свои циркуляционные данные.

Таким образом, система остается открытой для пополнения практически постоянно, что дает возможность странам-участницам непрерывно вести работу перехода с карточной системы на он-лайн электронный каталог.

По окончании разработки сайта и самого Union Catalog его преимущества будут следующими:

1. ЭК объединит научные архивы 6 стран, откроет доступ к информации о периодических изданиях 18 научно-технических библиотек, что намного ускорит получение пользователем необходимого материала, поскольку в эпоху инновационных технологий знание того, где можно найти ту или иную литературу, намного ценнее, нежели необходимость начинать поиск наугад через глобальные поисковые системы, типа Google, Yandex и др.
2. Наличие одного и того же экземпляра одновременно в нескольких библиотеках дает возможность выбора заказа статьи либо всего номера в пределах одного региона.

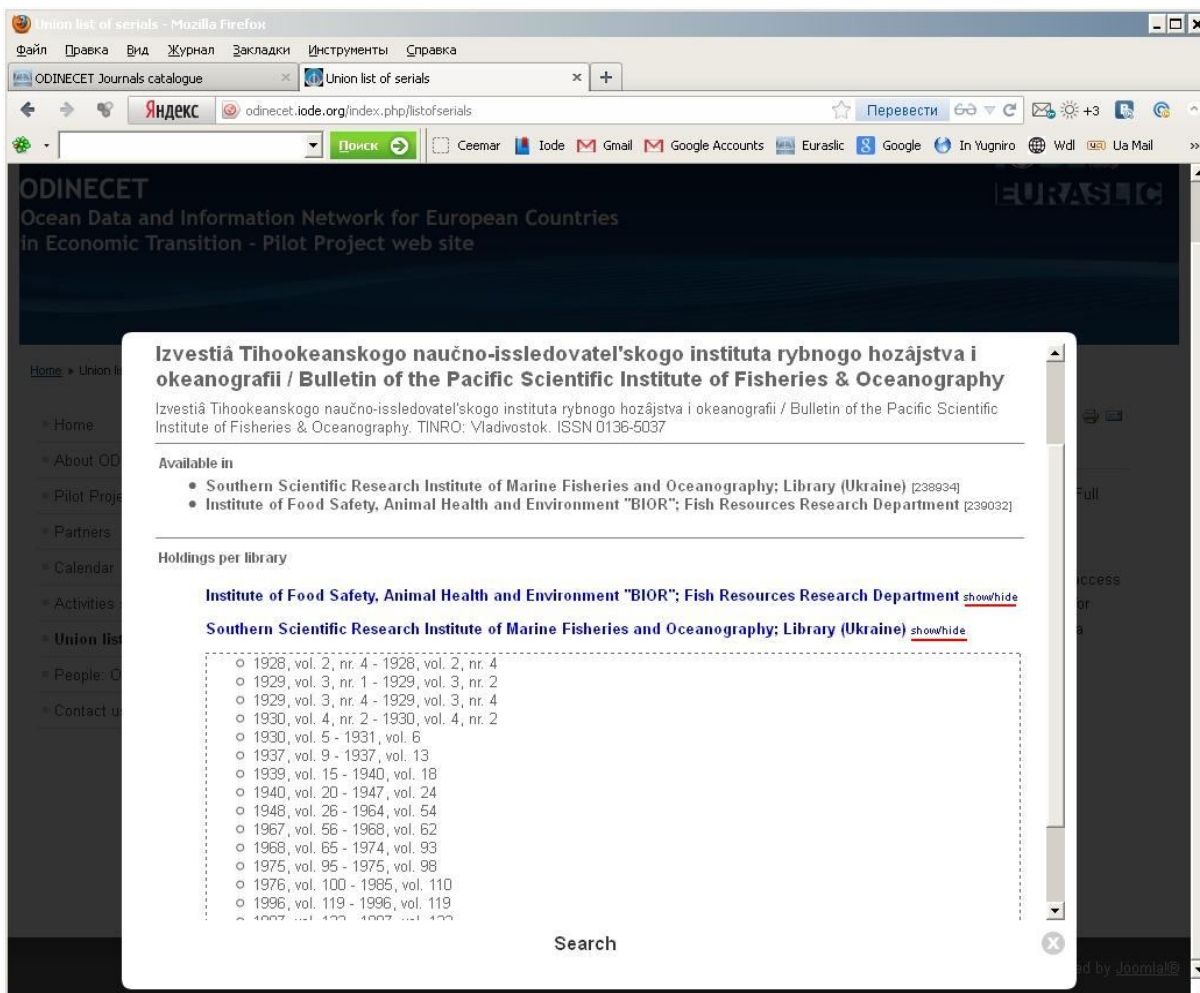


Рисунок 2. Страница просмотра наличия экземпляров Трудов ТИНРО (данное издание служит примером). Из представленной информации видно, в каких библиотеках и какие именно номера либо тома находятся в режиме доступа

3. Положительным моментом каждой библиотеки, использующей Union Catalog, станет отсутствие необходимости приобретать платные программы ведения электронных каталогов, которые, к тому же, предназначены только для одного учреждения.

Следует, однако, подчеркнуть, что переход библиотечной системы на ЭК отнюдь не означает полный отказ от картотек либо уничтожения электронных каталогов, доступных ученым посредством внутренней сети в форматах Word или Excel. Создавая библиографические записи в электронном каталоге Union Catalog, мы продолжаем вести традиционные карточные каталоги. НТБ ЮгНИРО активно использует возможность оформления ЭК в виде перечисленных форматов. Так, следующие коллекции библиотеки ЮгНИРО уже многие годы существуют в электронном варианте:

1. Картотека диссертаций и авторефератов диссертаций (2006-2013)
2. Картотека иностранных трудов (2008-2013)
3. Обменный книжный фонд изданий
4. Картотека поступивших в НТБ рукописей (2006-2013)
5. Картотека материалов конференций, совещаний, семинаров (2008-2013)

Выводы

Подводя итог вышесказанному, новой информацией о наших доступных архивах и коллекциях может воспользоваться каждый желающий, т.к. электронный каталог Union Catalog выставлен в сети Интернет, что обеспечивает доступ к ресурсам участвующих библиотек удаленным пользователям. В будущем он должен дать максимально полную и точную информацию о каждой единице хранения, но предстоит длительная и кропотливая работа. На данном этапе ЭК и традиционные карточные каталоги библиотеки дополняют друг друга при обслуживании потребителей ин-

формацией. Будучи одним из основных проявлений информатизации библиотек, объединенный ЭК создает условия для реализации одного из главных принципов открытого общества – принципа всеобщей доступности информации.

Литература

1. Дрозд О.М. Проблемы и перспективы создания и использования электронного каталога в ЦНБ НАН Беларуси // Б-ка нац. акад. наук: пробл. функционирования, тенденции развития. – 2005. – Вып. 3. – Режим доступа: <http://www.nbu.gov.ua/articles/2005/05domcnb.html>.
2. Копылов И.А. Некоторые размышления по поводу электронных каталогов / И. А. Копылов // Мир библиотек. – 2003. – № 1. – С. 10-11.
3. Кулакова Е.О. Руководство по заполнению Union Catalog. – 11 с. – http://yugniro.in.ua/docs/RUS_Union_Catalog_Manual.pdf.
4. Лавренова О.А. Тематический поиск в электронных каталогах и электронных библиотеках / О. А. Лавренова // Библиотекосведение. – 2004. – № 5. – С. 42-50.
5. Минярова З.М. Электронный каталог – особая поисковая среда // Научные и технические библиотеки. – 2005. – № 9. – С. 67-72.
6. Мосягин В.В. Базы данных, электронный каталог и банк данных библиотеки / В.В. Мосягин. – http://www.gpntb.ru/win/ntb/ntb97/5/f5_01.html.
7. Подковырина О.М. Электронный каталог как современная информационно-поисковая система библиотеки // Публікації співробітників бібліотеки. – 2009. – <http://library.uipa.edu.ua/funds/item/89-elektronnyj-katalog-kak-sovremennaya-informacziionno-poiskovaya-sistema-biblioteki.html>.
8. Селиванова Ю. Стандартизация и кооперация: тенденции каталогизации конца XX в. / Ю. Селиванова, Т. Масхулия // Библ. дело. – 2004. – № 6 (18). – С. 18-21.
9. Селиванова Ю.Г., Масхулия Т.Л. Электронный каталог: формирование и поиск: тенденции современной каталогизации // Библ. дело. – 2004. – № 8. – С. 20-21.
10. Справочник библиотекаря / Ванеев А. Н., проф., д. п. н. и др.; науч. ред.: А. Н. Ванеев, В. А. Минкина. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Профессия, 2001. – 439 с.
11. Суворова В. Грамотный ввод информации – залог плодотворного поиска // Библ. дело. – 2003. – № 11. – С. 29-31.
12. Сукиасян Э.Р. Машиночитаемый, или электронный каталог. – http://www.gpntb.ru/win/ntb/ntb2000/6/f06_14.html.
13. Сукиасян Э.Р. Электронные каталоги // Библиотека. – 2003. – № 2. – С. 38-41.
14. Тархов Т. Провалы в памяти, или Терпеливая бумага // Наука и жизнь. – 2013. – № 3. – С. 2-9.
15. Цветкова И.Б. Машиночитаемая каталогизация в России: проблемы и перспективы развития // Предметный поиск в традиционных и нетрадиционных ИПС. – СПб., 2000. – С. 53-56.

Приложение 1

Список периодических изданий, включенный в электронный каталог Union List of Serials

1. Hidrobiologia (Sofia). – Bulgarian Academy of Sciences. ISSN 0324-0924
2. Journal of Sea Research. – Elsevier/Netherlands Institute for Sea Research: Amsterdam. ISSN 1385-1101
3. Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. – Argoss: Gdynia. ISSN 0072-0496
4. Труды на Института по океанология (Proceedings of the Institute of Oceanology). – Varna. ISSN 0324-0878
5. Исследования Земли из космоса. – Наука: Москва. ISSN 0205-9614
6. Советская геология. – Недра: Москва. ISSN 0038-5069
7. Электроника. – Москва. ISSN 0132-3784
8. Наука и жизнь. – Правда: Москва. ISSN 0028-1263
9. Новое в жизни, науке, технике. Серия Науки о Земле. – Знание: Москва
10. Теория вероятностей и ее применение. – АН СССР: Москва. ISSN 0040-361X
11. Труды БалтНИИРХ. – Рига
12. Труды Латвийского отделения ВНИРО. – Рига
13. Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – Наука: Ленинград
14. Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра. – Наука: Ленинград
15. В мире науки. – Москва
16. Геология и полезные ископаемые Мирового океана
17. Природа. – Наука: Москва. ISSN 0032-874X
18. Известия ТИНРО. – ТИНРО: Владивосток. ISSN 0136-5037
19. Известия АН СССР Серия Биологическая. – Москва. ISSN 0002-3329
20. Известия АН СССР Серия Физика атмосферы и океана. – Наука: Москва. ISSN 0002-3515
21. Реферативный журнал. Серия география. – VINITI: Москва. ISSN 0034-2378
22. Реферативный журнал. Серия океанология. – VINITI: Москва. ISSN 0034-2378
23. Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Серия естественные науки. – Россия. ISSN 0321-3005

ОСНОВЫ РАБОТЫ С КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ TILEMILL

С.С. Смирнов

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

В статье рассмотрены основы работы с картографической системой TileMill, позволяющей создавать электронные карты и сохранять их в различных графических форматах или размещать в сети Интернет при помощи сервиса MapBox.

Ключевые слова: картография, геоданные, свободное программное обеспечение, Интернет

Basic concepts of the cartographic system TileMill. S.S. Smirnov. *The basic concepts of the cartographic system TileMill, which allows to create electronic maps and save them in different graphic formats or place them in the Internet with the help of MapBox service, are considered.*

Keywords: cartography, geodata, freeware, Internet

Введение

В настоящее время все большую популярность приобретает веб-картография, то есть размещение картографической информации в сети Интернет. Примерами сетевых картографических систем являются Google Maps, Яндекс Карты, WikiMapia и др. Основное их преимущество – возможность предоставления онлайн-доступа к геоданным. Однако практически все системы такого класса обладают достаточно скромными возможностями по настройке отображения картографической информации. На этом фоне система TileMill выгодно отличается развитыми средствами визуализации геоданных, а ее совместное использование с сервисом MapBox позволяет построить эффективную систему для веб-картографии.

Система TileMill

Система TileMill представляет собой свободное программное обеспечение (*free software*), которое можно скачать с сайта сервиса MapBox [3] и установить на персональный компьютер под управлением операционных систем: Mac OS X, Ubuntu, Windows.

Как и программное обеспечение для геоинформационных систем (ГИС), система TileMill поддерживает различные форматы хранения геоданных (SHP, GeoTIFF, PostgreSQL/PostGIS, CSV и др.), однако, в отличие от ГИС, TileMill не обладает функциями пространственного анализа данных – она ориентирована на создание карт.

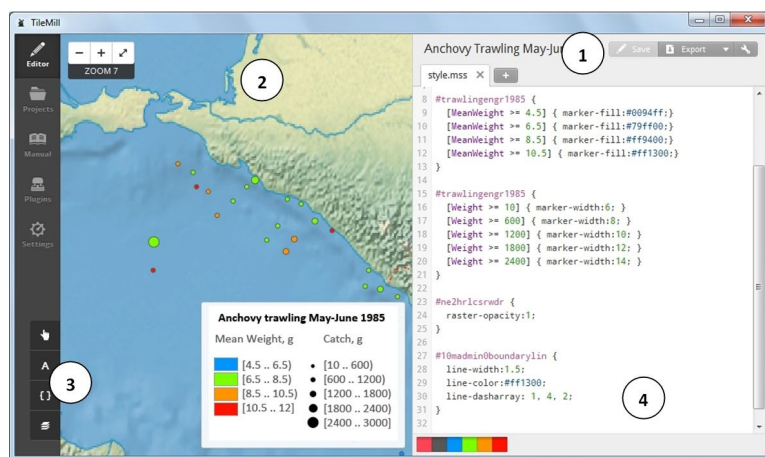


Рисунок 1. Интерфейс системы TileMill в режиме редактирования проекта: 1 – главная панель; 2 – область предварительного просмотра карты; 3 – инструменты редактирования; 4 – окно редактора стилей

После установки и запуска TileMill откроется окно со списком проектов, где можно открыть один из существующих проектов или создать новый. Интерфейс системы TileMill, находящейся в режиме редактирования проекта, представлен на рисунке 1 [4].

Как правило, первым шагом при работе с новым проектом является добавление на карту слоев, содержащих геоданные. Эта операция выполняется с помощью кнопки «Add layer», находящейся в верхней части редактора слоев (рис. 2). Далее, после выбора источника данных, реко-

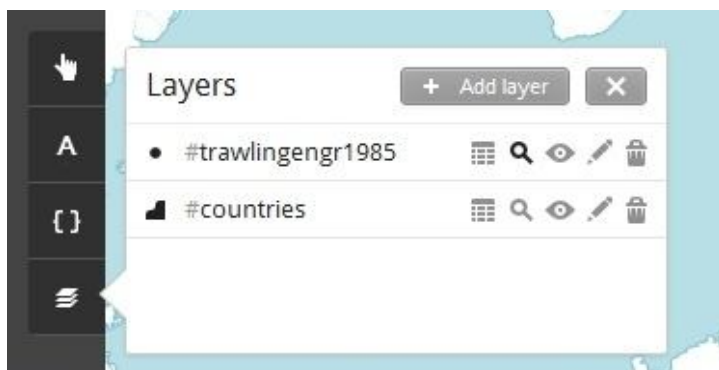


Рисунок 2. Редактор слоев. Используем в качестве примера CSV-файл, содержащий данные траловых съемок черноморского анчоуса (*Engraulis encrasicolus ponticus*) в мае-июне 1985 г. (таблица)

Структура и часть содержимого CSV-файла

SampleID	StartDate	StartTime	Lon	Lat	Weight	Quantity	MeanWeight
1	21.05.1985	22:00:00	36,58	43,85	3000	378	7,94
5	22.05.1985	2:00:00	36,57	43,55	130	12	10,83
9	22.05.1985	22:00:00	38,27	42,92	441	49	9
12	23.05.1985	2:00:00	38,48	42,82	216	28	7,71
15	23.05.1985	4:15:00	38,67	42,72	351	40	8,78
19	23.05.1985	22:00:00	40,77	42,75	10	1	10
21	24.05.1985	3:00:00	41	42,62	1900	301	6,31
25	25.05.1985	2:00:00	40	42,53	1000	189	5,29

колонки с координатами (для этого в названиях соответствующих колонок должны присутствовать «lat» и «lon», например, «trawling_latitude» и «trawling_longitude»), отобразит места траловых съемок на карте и добавит в редактор стилей следующие строки:

```
#trawlingengr1985 {
  marker-width: 6;
  marker-fill: #f45;
  marker-line-color: #813;
  marker-allow-overlap: true;
}
```

Как несложно догадаться, здесь описываются параметры отображения геоданных на карте: *trawlingengr 1985* – название слоя, *marker-width* – ширина маркера, *marker-fill* – цвет заливки маркера и т.д. Редактируя значения этих параметров и добавляя новые, можно редактировать отображение данных на карте.



Рисунок 3. Просмотр данных

мендуется нажать на кнопку «Save and style», чтобы не только добавить слой с геоданными в проект (как при нажатии на кнопку «Save»), но и отобразить его оформление в редакторе стилей, использующем специально разработанный язык CartoCSS. Подробное описание синтаксиса CartoCSS можно найти на сайте MapBox [1].

После добавления слоя и выбора в качестве источника данных файла *Trawling_Engr_1985.csv* система *TileMill* автоматически распознает

В качестве примера решим следующую задачу: отображать общий улов с помощью размера маркера, а средний вес – с помощью цвета маркера. Для этого сначала необходимо узнать диапазоны значений этих параметров. Нажатие на соответствующий значок в списке слоев для слоя *trawlingengr1985* открывает окно просмотра данных (рис. 3), в верхней части которого отображаются диапазоны значений параметров.

Затем достаточно ввести в редактор стилей следующий текст:

```
#trawlingengr1985 {
[MeanWeight >= 4.5] { marker-fill:#0094ff;}
[MeanWeight >= 6.5] { marker-fill:#79ff00;}
[MeanWeight >= 8.5] { marker-fill:#ff9400;}
[MeanWeight >= 10.5] { marker-fill:#ff1300;}
}

#trawlingengr1985 {
[Weight >= 10] { marker-width:6; }
[Weight >= 600] { marker-width:8; }
[Weight >= 1200] { marker-width:10; }
[Weight >= 1800] { marker-width:12; }
[Weight >= 2400] { marker-width:14; }
}
```

То есть диапазон значений параметров *MeanWeight* и *Weight* разбивается на ряд поддиапазонов, и для каждого из них применяется соответствующий стиль отображения маркера. Для того чтобы внесенные изменения вступили в силу и отобразились на карте, необходимо нажать кнопку «Save» на главной панели.

В качестве картографической подложки можно использовать растровые и векторные данные, взятые с сайта проекта Natural Earth Data [2]. Они добавляются в проект и при необходимости настраиваются с помощью редактора стилей. Полученная в итоге карта изображена на рисунке 4.

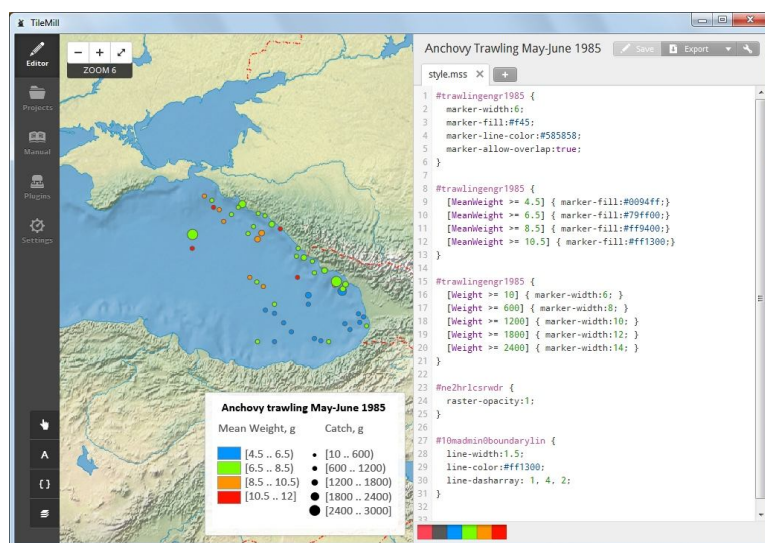


Рисунок 4. Полученная карта, отображающая результаты траловых съемок

Завершающим шагом при работе с проектом в системе TileMill является экспорт карты в графический формат или размещение ее в сети Интернет при помощи сервиса MapBox. Рассмотрим последний вариант. Для этого надо создать учетную запись, зарегистрировавшись на сайте MapBox. Далее необходимо нажать кнопку «Export» на главной панели TileMill и выбрать из списка пункт «MBTiles» либо пункт «Upload». В первом случае карта будет сохранена на персональном компьютере в виде файла в формате MBTiles, который затем можно загрузить на хостинг MapBox, используя веб-интерфейс данного сервиса, во втором случае карта будет сохранена непосредственно на хостинге MapBox. После этого можно получить Интернет-ссылку (URL) на эту карту, позволяющую просматривать ее на сайте MapBox, или HTML-код для размещения карты на стороннем сайте.

Заключение

В условиях растущей популярности веб-картографии и существующей потребности в гибко настраиваемых онлайн-картах система TileMill представляет собой перспективный программный продукт, а ее совместное использование с сервисом MapBox по сути является эффективной системой для веб-картографии.

Литература

1. *CartoCSS reference* [Электронный ресурс]. – URL: <http://mapbox.com/carto/api/2.1.0/>
2. *Natural Earth Data* [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.naturalearthdata.com/>
3. *TileMill* [Электронный ресурс]. – URL: <http://mapbox.com/tilemill/>
4. *TileMill interface tour* [Электронный ресурс]. – URL: <http://mapbox.com/tilemill/docs/manual/interface-tour/>

IMPLEMENTATION OF MSFD (THE BULGARIAN EXPERIENCE)

Daniela S. Toneva, Anna B. Staneva

Technical University of Varna

The Marine Strategy Framework Directive (MSFD) adopted in 2008 by the European Commission challenges all EU member states to obtain Good Environmental Status for European seas by 2020. The Bulgarian experience of implementation of MSFD is examined and presented. The research period is from 2008 to 2012. The efficiency of coastal water monitoring, including reference condition monitoring and the progress in the process of determination of good environmental status of 13 water bodies on Bulgarian Black Sea coastal waters are presented. The methodological issues and objective obstacles according to MSFD requirements are analyzed. In order to obtain a high level of implementation quality and to strengthen the procedures efficiency, some measures for enrichment of the methods and tools in use are given.

Keywords: Good Environmental Status (GES), Black Sea, ecological status, coastal waters, environmental monitoring, imputation of missing values

Introduction

Nowadays, when the world became more and more globalized, the need of common understanding on environmental issues is rapidly increasing. According to the sustainable development concept (Agenda 21), the environmental protection and preservation should be a focus point among social and economic issues and needs. In numerous legislation acts and national development strategy Bulgaria declares that sustainable development principles are priority in the National development strategy as well as protection and preservation of marine environment with strong accent on coastal areas and marine ecosystems.

The importance of the Black Sea basin extends far beyond its economical significant for the region, because of its physical, chemical and ecological extraordinarities. The Black Sea is recognized as a common treasure, an asset that should be monitored, evaluated and preserved for the future generation.

In accordance with the EU environmental policy and more specific, the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC (MSFD), entire Black Sea basin is considered as a region. In order to preserve European Seas' macroecosystems and recognize the need of strategic plan for evolution of condition of marine ecosystems and of Good Environmental Status (GES) for each and every sea, the EU countries adopted WFD and MSFD.

Adoption of the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) sets out the main principles of sustainable integrated management of the river basin. The Directive lays down requirements for water quality, particularly in the coastal marine waters, brings requirements for good ecological status. WFD defines common standards for environmental quality and good ecological status as minimum requirements in Community legislation. A requirement for an assessment is based on research and environmental monitoring information about water bodies at risk, ecological and chemical status of surface waters, including coastal waters. Bulgaria's accession to the European Union (01.01.2007) sets new, in some aspects higher demands on monitoring activities, that Bulgarian National Environmental Monitoring System (BNEMS) should respond to [1].

MSFD expands the range of WFD to the territorial waters and exclusive economic zone. The document defines the requirements to achieve and/or maintain good environmental status in their marine waters by 2020 (shortly: clean sea by 2020). EU member states have to develop strategies that consist of: initial assessment of current water status, characteristics goals, indicators, GES determination, monitoring programs and programs of measures to achieve and/or maintain GES.

Analysis

The research aims to explicate and analyze Bulgarian experience in the process of implementation of MSFD. The analysis took place from 2008 to the end of 2012. The analysis is based on official information,

reports, expertises, data and information from coastal water monitoring and scientific researches and cruises. The information in use regards to: coastal water quality, ecological status of coastal water bodies and their environmental status, approaches, methodology and tools applied in the process of MSFD requirements implementation. The risk analysis regarding the anthropogenic impact on marine ecosystems taking into account 12-mile zone is provided.

European (EU) Environmental Policy, related to marine environment, is integrated in EU legislation not only by adoption of WFD (WFD:2000/60/EC) and MSFD (MSFD:2008/56/EC; Com Dec 2010/477/EU), but directives as: Environmental Quality Standards Directive (EQS:2008/105/EC); Habitats Directive (HD:92/43/EEC); Birds Directive (BD:2009/147/EC); Common Fisheries Policy (CFP: Council Regulation EC/199/2008; Commission Decision 2010/93/EU); Nitrates Directive (ND:91/676/EEC) [9].

Bulgaria, as an EU member state, transposes the common EU environmental policy, including Marine Policy in the national legislation by: Law on Environmental Protection (61/2010); The Biological Diversity Law, adopted by National Assembly of R. Bulgaria, 2011; Law on Water (50/2010); Regulation on environmental protection in the marine environment; Regulation on water monitoring; Regulation on standards for environmental quality for priority substances and other pollutants and so on [9].

In compliance with EU water management regulations Bulgaria develops Basin Directorates, whose responsibilities are monitoring (surface, ground and coastal waters, transitional water type) at basin level. The country is subdivided into four Basin regions, 4 Basin Directorates, respectively (fig. 1). As a regional structure of the Ministry of Environmental and Water responsible for the monitoring of coastal waters, Basin Directorate for Water Management in the Black Sea region is established [1].

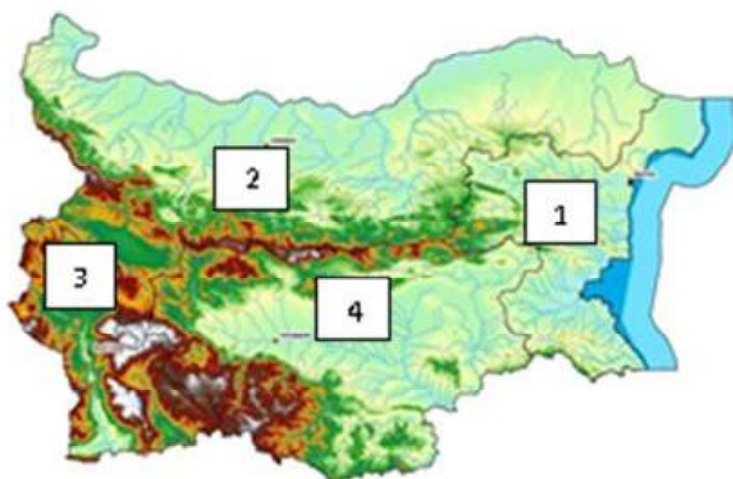


Figure 1. Basin regions in Bulgaria (1 – Black Sea region; 2 – Danube region; 3 – Western region; 4 – Eastern region)

Table 1. Bulgarian coastal water types

Code of coastal WB	Type of coastal waters	Type designation	Number of WB
BG2BS000C003	CW602210	CW 1	1
BG2BS000C002	CW602220	CW2	1
BG2BS000C001	CW602230	CW3	2
BG2BS000C007			
BG2BS000C009	CW602310	CW4	3
BG2BS000C011			
BG2BS000C004			
BG2BS000C005			
BG2BS000C006	CW602330	CW5	5
BG2BS000C008			
BG2BS000C013			
BG2BS000C010	CW602321	CW6	1
Total water bodies			13

Typologically the 13 coastal water bodies of Bulgarian part of the Black Sea coast are grouped in 6 coastal water types. The typology (tab. 1) took into account altitude, depth, salinity, average substrate composition and ecological specific and human pressure of the environmental region. The specified 13 coastal water bodies are listed (tab. 2). Water bodies (WB) are characterized by a specific combination of environmental factors, conditions and ecological capacity.

The referent conditions for the different coastal water types are studied and show significant differences in the ecological capacity of the marine ecosystems. All coastal water bodies are object of special interest in context of coastal water management and coastal planning, and have been closely monitored. The WB status evaluation system includes biological, chemical, physical and hydromorphological elements. According to WFD and MSFD, the main priority is given to the coastal waters biological quality. Biological quality components (BQC) are phytoplankton and

macrozoobentos. The ecological WB status for surface waters (including coastal waters) is evaluated on a 5 level scale (fig. 2). An existing common scale for evaluation of the environmental condition consists of 5 classes, each of which is designated by a specific color.

Table 2. Coastal water bodies in Bulgarian Black Sea coast

Nº	Name/location	Water body
1	From Durankulak to cape Shabla	BG2BS000C001
2	From cape Shabla to Kamen briag	BG2BS000C002
3	From Kamen briag to cape Kaliakra	BG2BS000C003
4	From cape Kaliakra to Albena resort	BG2BS000C004
5	Varna bay	BG2BS000C005
6	From cape Ildjic to 27°53'43"/42°58'17"	BG2BS000C006
7	From point 27°53'43"/42°58'17" to cape Emine	BG2BS000C007
8	Burgas bay <30m.	BG2BS000C008
9	Koketra is	BG2BS000C009
10	Burgas bay >30m.	BG2BS000C010
11	From cape Akin to cape Korakia	BG2BS000C011
12	From cape Korakia to Rezovska river estuary	BG2BS000C012
13	From Albena resort to cape Ildjic	BG2BS000C013



Figure 2. Scale for assessment of ecological status

«Good environmental status» is achieved, when marine waters provide ecologically diverse and dynamic oceans and seas, which are clean, healthy and productive within their intrinsic conditions, and the use of the marine environment is sustainable level, thereby maintaining the potential uses and activities of the present and future generations. Current WB condition assessment is based on prioritization of the ecosystem approach. The methodology of defining the status of coastal water bodies, taking into account the differences in reference conditions (for 6 coastal water types), is represented in figure 3.

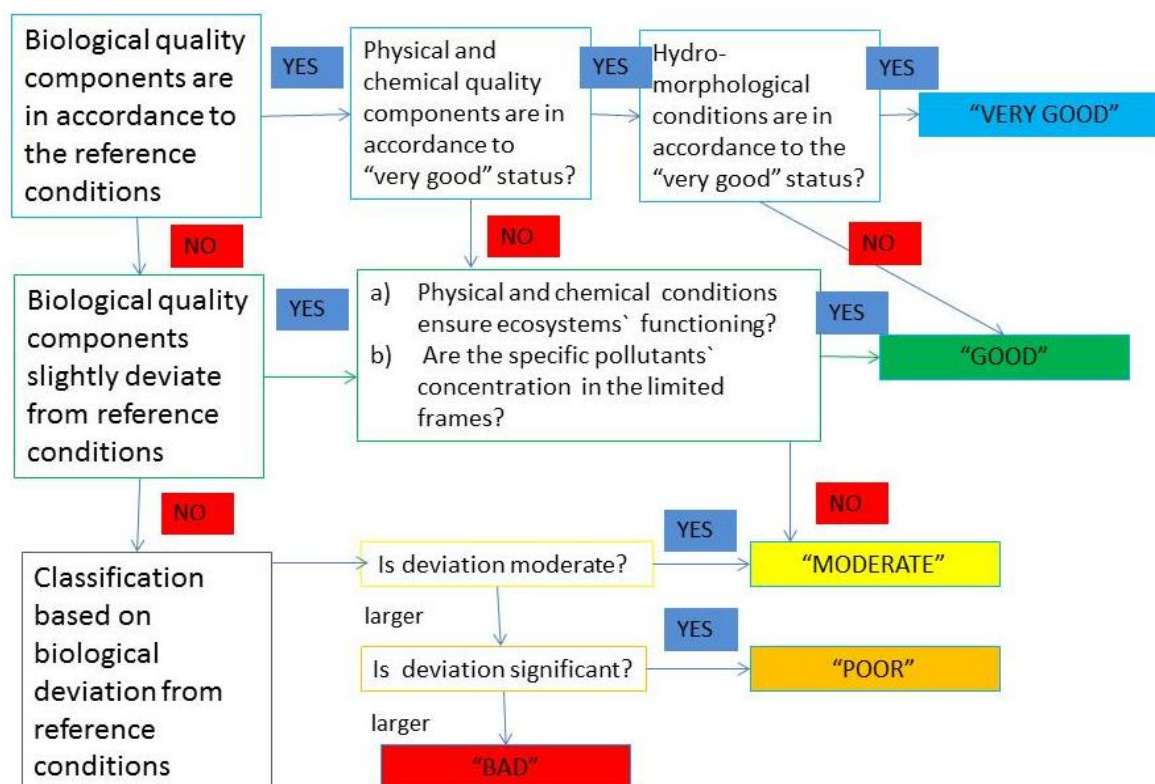


Figure 3. Algorithm for definition and ranging of coastal water bodies status

In assessment of the overall state the rule «one out – all out» is implemented. That means: the overall condition of the aquatic ecosystem is defined by the component, which is in the worst condition. Using the ecosystem approach requires conducting detailed studies of the individual components of aquatic ecosystems. This greatly complicates the assessment of ecological status. Priorities are 1) biological quality components (phytoplankton, macrophytes, macrozoobentos) monitoring and 2) determining by substances toxic, carcinogenic, and cumulative long-term effects on human health, which could create a risk for the presence or enter the food chain or the environment. In the group there are persistent organic pollutants, toxic compounds, cyanides, metals, biocides, substances contributing to eutrophication and those which have an unfavorable influence on the oxygen balance of aquatic ecosystems. The condition is «very good» when the biological, physical and chemical, and hydromorphological components of quality are valued the same as the reference conditions. When biological quality components slightly deviate in accordance to reference conditions and the physical and chemical conditions provide ecosystem functioning, and priority substances and pollutants' concentrations are under the norm, the status is ranged as «good». The boundary between moderate and good is very important for correct interpretation of marine ecosystems' condition. In practice, the distinction between «moderate» and «poor» condition appeared to be dependent entirely on the deviation of the biological elements. When the biological quality deviates from reference conditions the status is moderate, poor or bad and it is classified so, in accordance to physical and chemical water quality.

To determine «the health» of marine waters, MSFD introduces descriptors of the quality of marine ecosystems. The descriptors include: biodiversity, alien species, populations of fish/shell fish, the components of food webs, eutrophication, the integrity of the seabed, hydrographic conditions, concentrations of pollutants and contaminants in fish, marine litter as well as energy and noise pollution. In order to accumulate data, information and knowledge about biological, chemical and ecological quality of the water bodies and their condition, and to perform reliable prediction of marine ecosystems future condition, Bulgaria implements different types of monitoring due to the initial assessment of GES. Three

types of coastal water monitoring are implemented by BSBD in Bulgaria – control, operational and reference conditions environmental monitoring.

Black Sea monitoring network for control, reference and operational monitoring at Black Sea region in Bulgaria is represented on figure 4. Coastal waters monitoring network allows observation and data accumulation on the following main physical and chemical parameters: water temperature, floating impurities, color, transparency, nitrogen indicators, phosphorus, permanganate oxidation, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, etc. and coastal water quality indicators – sediments and biota. Some indicators for water quality and ecosystems' functioning and condition enquire transect research. Coastal waters' monitoring stations and transects, used by Institute on Fishing Resources (fig. 5).



Figure 4. Black Sea monitoring network in Bulgaria

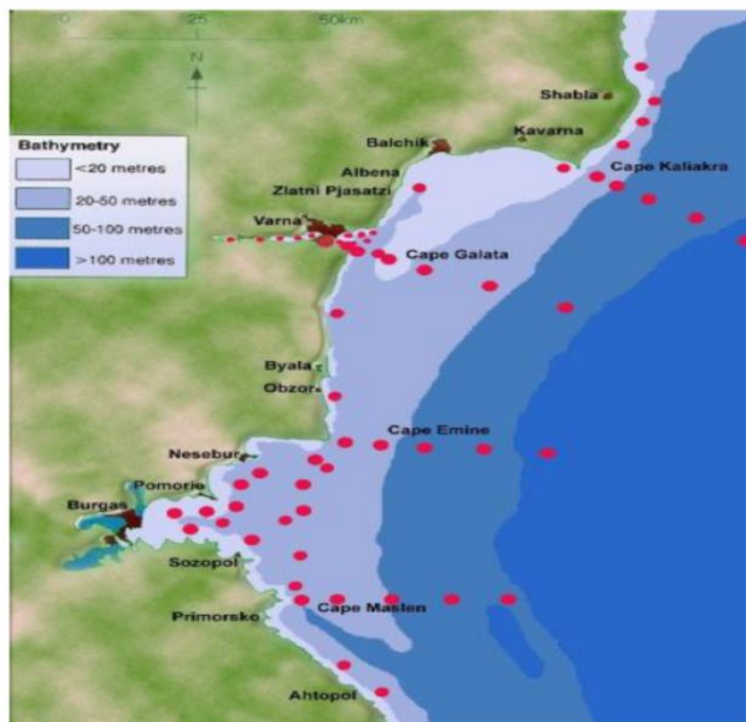


Figure 5. Coastal waters' monitoring stations and transects

for evaluation of BQC were not intercalibrated between Bulgaria and Romania [5, 6]. The overall condition is based only on BQC because of the lack of reliable information on physical and chemical quality indicators, including priority substances and pollutants. No matter that the ecosystem approach has to be priority in the assessment, the lack of information, related to some quality indicators and descriptors, leads to at least insufficiency of assessment. Due to the partial funding phytoplankton was not regularly monitored (2008 – no official monitoring data). In this type of ambiguity the data do not follow the dynamics of change of the component and the ecosystem remains with no assessment of the priority for its biological quality elements. This also applies to the contaminants with rapid transformation: a sampling rate must be two editions at the minimum period of the transformation of a particular pollutant. There are no stations on priority substances and macrophytes in some of the WB (BG2BS000C007) [2].

Some of the stations are hydrobiological stations, where sampling is performed for BQC, macroinvertebrates and macrophytes. Sampling for the biological monitoring of benthic macroinvertebrates BQC is conducted twice a year, phytoplankton sampling – 7 times a year (seasonally and in summer – monthly). At hydrobiological stations and points, sampling and analysis of the BQC phytoplankton are performed: biomass, number of species, uniformity, strength; and of the BQC macroinvertebrates: AMBI, M-AMBI, H' [3].

Furthermore, some of indicators and descriptors, defined by MSFD, are partially observed or not monitored at all. For instance, for indicators of biodiversity and populations of fish and shellfish, and concentration of contaminants, the monitoring system has established monitoring mechanisms. With regard to invasive species, all of the seabed and hydrographic conditions, the system has limited progress. Elements of the marine food webs are covered in insufficient volume. Contaminants of fish and other seafood for human consumption are subject to partial control, especially in the research projects. For items «sea» waste, underwater noise and power loading system there are not any databases or clarity of the parameters until now that should be monitored. These two descriptors are subject of discussion in the international scientific community to establish a methodology for adequate monitoring.

According to the official information, published in Black Sea region basin directorate, the main amount of anthropogenic inflow on Bulgarian coast is not evaluated due to insufficient river basin monitoring (with consideration of rivers: Batova, Dvojnitsa, Hadjiiska, Aheloi, Ropotamo, Diavolska, Karaach, Veleka, Rezovska, Shkorpilovska, Vaia, Marinka, Otmanly, Silistar) [7]. The LUCY index calculation is based on the statistical data for the anthropogenic pressure and impact.

In Bulgaria due to lack of administrative capacity, insufficient financing and other reasons such as methodological and technical errors, mistakes in sampling, analysis, visualization and data processing, the monitoring programs are not accomplished in full scale. This leads to informational data gaps and insufficient information about the ecosystem conditions in environmental status of marine waters. For example: in 2008, for the first 6 months, due to different reasons biological monitoring is not realized. At the same year the ecological status is determined only under BQC macrozoobentos. In 2009 sampling from plankton and macrozoobentos is provided, but in the WB status determination only macrozoobentos persists. The indices regarding plankton, in use

We see the above mentioned facts as precondition for errors in the initial assessment and GES determination, which are a significant part of water current status assessment under MSFD [9]. The stages of the process are presented in figure 6.

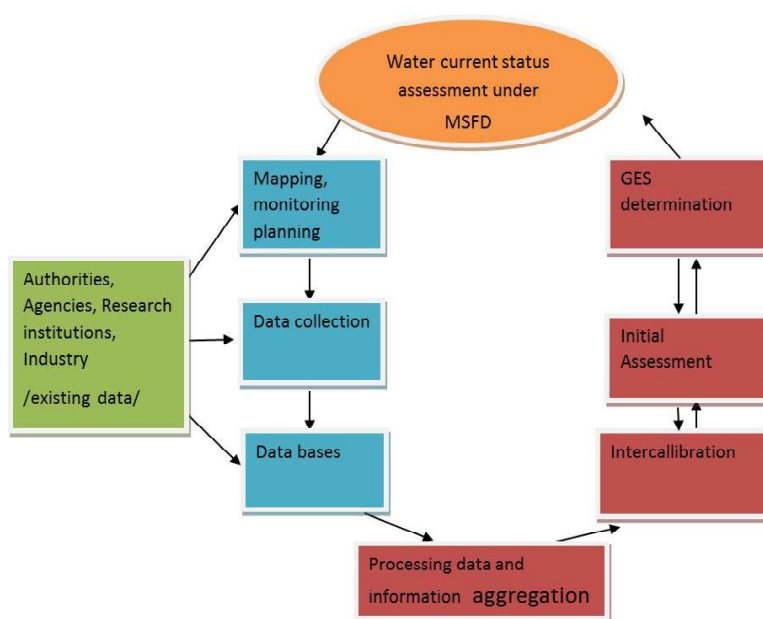


Figure 6. **Assessment under MSFD**

information interpretation process. They allow to detect: missing mandatory information, errors made during the transfer or reformatting, duplicates, remaining outliers (spikes, out of scale data, vertical instabilities etc). Marking doubtful data or errors in data by flag to the numerical value is a technique widely spread among institutions responsible for marine research and coastal water monitoring. A major challenge is to predict where, when, and what changes are likely to occur, so that you can prevent or mitigate the negative impacts. The use of the indicator species in itself is a type of modeling, since the periodic evaluation of the condition gives a basis for comparison of the previous data with the newly acquired, which indicates the trend of variation of some parameters, which are representative for the overall system. Unfortunately, in Bulgaria the implementation of mathematical modeling is limited and narrow.

We propose to administrative institutions and research organizations involved in MSFD implementation to increase application of tools for imputation of missing environmental data as well as appropriate visualization of multi-dimensional data at the stage «processing data and information aggregation». A web-based tool for generation and visualization of multi-dimensional missing data using EM-minimization and factor analysis model has been launched during Upgrade Black Sea SCENE project by the Technical University of Varna research team. Collected data is subjected to statistical procedures in order to study how disturbances in the measurement process influence the quality of information. Outliers are identified when not representative for the analyzed object/process. Statistical procedures analyze two types of data: 1) multiple measurements of 1-D variables, which do not correlate with other variables; 2) measurements of correlated parameters, between which linear dependence exists. The algorithms used by the tool allow m-dimensional visualization of n-vectors, which are p-dimensional ($p > m$) with missing values. It is based on Principal Component Solution of Factor Analysis model (first offered by Roweis) [4].

With regard to this, the establishment of an evaluation of the quality of coastal waters is a need for intercalibration between Bulgaria and other Black Sea countries as monitoring aims to provide insight into the state of the basin as a whole. Intercalibration is in the process of development, which is hindered by the absence of a unified legal framework between the EU Member States and non-European countries. This process is ongoing between Black Sea EU member states and especially between Bulgaria and Romania. The positive effects of usage of unified common boundaries on determination of environmental status is out of doubt [5, 6].

Bulgaria follows the stages in order to accomplish GES determination and assessment under MSFD in the timeframes given by the directive. Mapping and monitoring planning are performed on regular bases, but as it was mentioned above, the implementation of monitoring and control programs is partial. Databases, and in particular metadata bases are structured and in use. The problem occurs in processing data and information aggregation stage. We recognize data quality control procedures (DQC) as a significant important part of processing data to information. DQS procedures and modeling are specific tools for prevention of irregularity in

The initial assessment had to be finished by the end of 2012. Some objective obstacles and the lack of administrative capacity caused significant delay in the schedule. The Initial assessment official report is to be presented to the public soon.

Conclusion

1. All Black Sea countries are facing and addressing challenges in order to manage the environmental problems with regional, national and local dimensions, such as lack of common unified water management policy, lack of appropriate coastal planning and management, insufficient system for waste treatment and management in anthropogenic pressurized coastal areas (especially for tourist areas), lack of administrative capacity of local and national authorities (especially for municipalities), lack of environmental and socio-economic policy based on science (strategy development, planning, implementation, monitoring, control).
2. The analysis of the structure of environmental expenses at a national level reveals a stable trend of decrease of the total amount of national contribution for environment from 2009, while the expenses for the formal compliance with the EU requirements increase.
3. At this stage of development in Bulgaria, the society and local communities do not recognize any improvement in the environmental status. According to the socio-ecological analysis, the public awareness does not rise proportionally to the efforts of the national authorities.
4. The Strategy for environmental development according to the principles of sustainable development and its Implementation Plan are not conducted in a full scale.
5. Along with other reasons, the environmental protection activities are not sufficiently coordinated with those of the other Black Sea countries regarding mapping and timing, methodology of implementation, promotion, and dissemination.
6. Mathematical modeling and Factor analysis should be more widely used, not only as a part of DQC procedures, but in imputation of missing values, visualization of multi-dimensional data, assessment and decision-making process (including GES determination).
7. The Black Sea region needs a common strategy in environment with a focus on sustainable development in social, economic, and environmental point of view.

References

1. *Божидарова Анна, Тонева Даниела*. Развитие на националната система за екологичен мониторинг на крайбрежни морски води // Трети международен научен конгрес (04-06.10.2012), Варна. – Варна: Технически университет, 2012. – Т. VII. – С. 76-80.
2. *Мончева Сн., Мавродиева Р., Слабакова Н.* и др. Анализ и оценка на екологичното състояние на крайбрежни морски води в черноморски басейнов район през 2010 г. // Доклад на БДЧР. – 2011. – 32 с.
3. *Тонеева Даниела, Симеонова Анна, Йонова Детелина* и др. Ретроспективен анализ на екологичния статус на черноморски крайбрежни води с цел определяне на експериментална акватория за изграждане на изкуствен подводен хабитат // Трети международен научен конгрес. Варна, 04-06.10.2012. – Варна: Технически университет, 2012. – Т. VII. – С. 63-69.
4. *Data quality control*, Upgrade Black Sea SCENE 7FP project. – <http://ubss-tuv.com/>. – 2011.
5. *Hineva E., Moncheva S., Slabakova N.* Black Sea GIG meeting (13.01.2010). – Varna, Bulgaria. – 2010.
6. *Konsulova D., Antonaru O., Bercea R.* Black Sea GIG meeting (14.04.2009). – Varna, Bulgaria. – 2009.
7. *Konsulova D., Dimitrov I., Hineva E.* Report on the state of water naturally inhabited by fish and shellfish in the Black Sea Basin. – 2010.
8. *Nikolova Natalia, Toneva-Zheynova Daniela, Bogdanov Valeri, Staneva Anna, Tenekedjiev Kiril.* Methods for Generation of Multy-dimentional Data. Black Sea Outlook, 3rd Bi-annual BS Scientific Conference and Up-Grade BS-SCENE project joint Conference (4-6 November 2011). – Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution; Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. – Ukraine. – 2011. – P. 101.
9. *Toneva-Zheynova Daniela, Kalinov Kalin.* Marine strategy and the Bulgarian experience. Materials of First training school for the promotion and application of EU marine environmental policy frameworks in non EU Mediterranean and Black Sea countries (4-8 June 2012). – Chios island-Greece. – 2012.
10. *Zampoukas N., Piha H., Bigagli E.* Monitoring for the Marine Strategy Framework Directive: Requirements and Options, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. – 2012.

LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF THORNBACK RAY (*RAJA CLAVATA* LINNAEUS, 1758) FROM BULGARIAN BLACK SEA COAST

V. St. Raykov, M. H. Yankova

Institute of Oceanology Bulgarian Academy of Sciences (IO BAS)

A study on size distribution and length-weight relationships of 171 (107 females, 64 males) Thornback ray (Raja clavata Linnaeus, 1758) specimens in the Bulgarian Black Sea waters was carried out for the period between May and November 2008. The length and weight of the samples were measured, and the size distribution was recorded considering the sex ratio. The mean size values ranged from 56 ± 1.019 – 68 ± 0.881 (males) and 69 ± 0.783 – 79 ± 0.725 (females), the mean weight ranged from 1.2 ± 0.206 – 3.7 ± 0.9256 (males), and 2.1 ± 0.262 – 5.5 ± 0.726 (females). There were significant ($p > 0.05$) differences between the size and the weight of both sexes. The monthly sex ratios varied from 1:1 to 2:1 (M: F). The monthly «n» parameter of the length-weight relation varied from 1.7428 to 2.8299 (males), 1.1727 to 2.9278 (females) and 2.1264 to 3.2613 (combined sexes). Meanwhile, exponent «n» was higher in females than males. General growth pattern was allometric in both sexes as shown by the monthly mean exponents ($n = 2.98 \pm 0.51$) for May, June ($n = 3.11 \pm 0.11$), July ($n = 2.13 \pm 0.66$), August ($n = 2.81 \pm 0.46$), September ($n = 3.51 \pm 0.38$), October (3.08 ± 0.16) and November (3.26 ± 0.36). Regarding population dynamics and biological parameters of the thornback ray occurred in the Black Sea, there is a serious gap in knowledge. The availability of these morphometric relationships will encourage more frequent application of the sized-based analysis for the benthic survey data and help understand the ecology of the demersal component of marine ecosystems and food webs.

Keywords: Length-weight relationships, Thornback ray, size structure, Black Sea

Introduction

The thornback ray (*Raja clavata*) is a shallow water bottom-living elasmobranch found in the Atlantic from Iceland and Norway southwards to South Africa, including the Mediterranean and Black Sea. *R. clavata* inhabits shelf and upper slope waters from the coastal line to about 300 m deep and feeds on all kinds of bottom animals, preferably crustaceans [10]. *Raja clavata* is a demersal predator species.

Commercially, the thornback ray is of secondary importance. It makes up to some extent the Turkish fishery and also appears as a bycatch in the fisheries of Ukraine and Russia. In the Russian part of the Black Sea it occupies different ecological niches. Its stock represents about 800 tons. Rays are usually caught together with dogfish and flounders. The mean landing of the thornback ray, during the period 1925-2002, amounted to 1.2 tons in the Bulgarian waters [1]. The thornback ray is one of the most abundant elasmobranch species landed by the Black Sea fishery as bycatch (2.17 %) [2]. More recently relationships have also been documented for thornback ray from the Bulgarian Black Sea coast [11, 12].

The study represents the data on the length-weight relationship of the thornback ray from the Bulgarian marine zone (fig. 1).

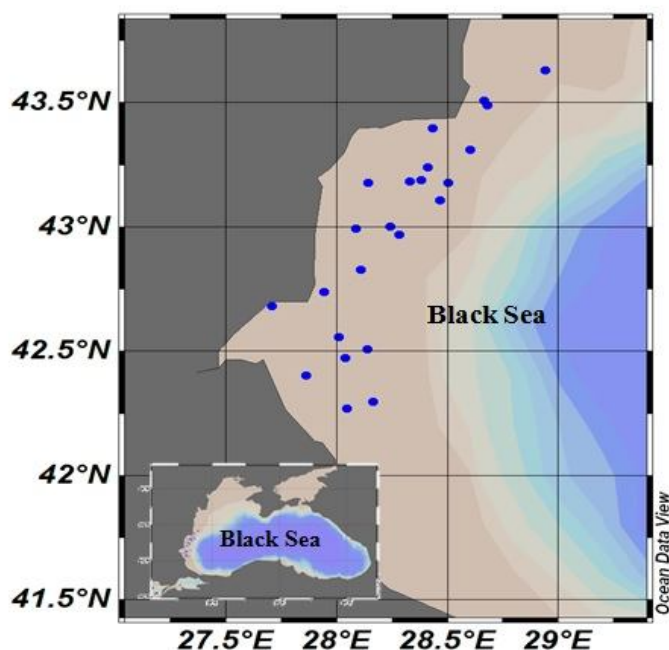


Figure 1. Map showing area and localities of catches (●) of *Raja clavata* in the Bulgarian Black Sea coast

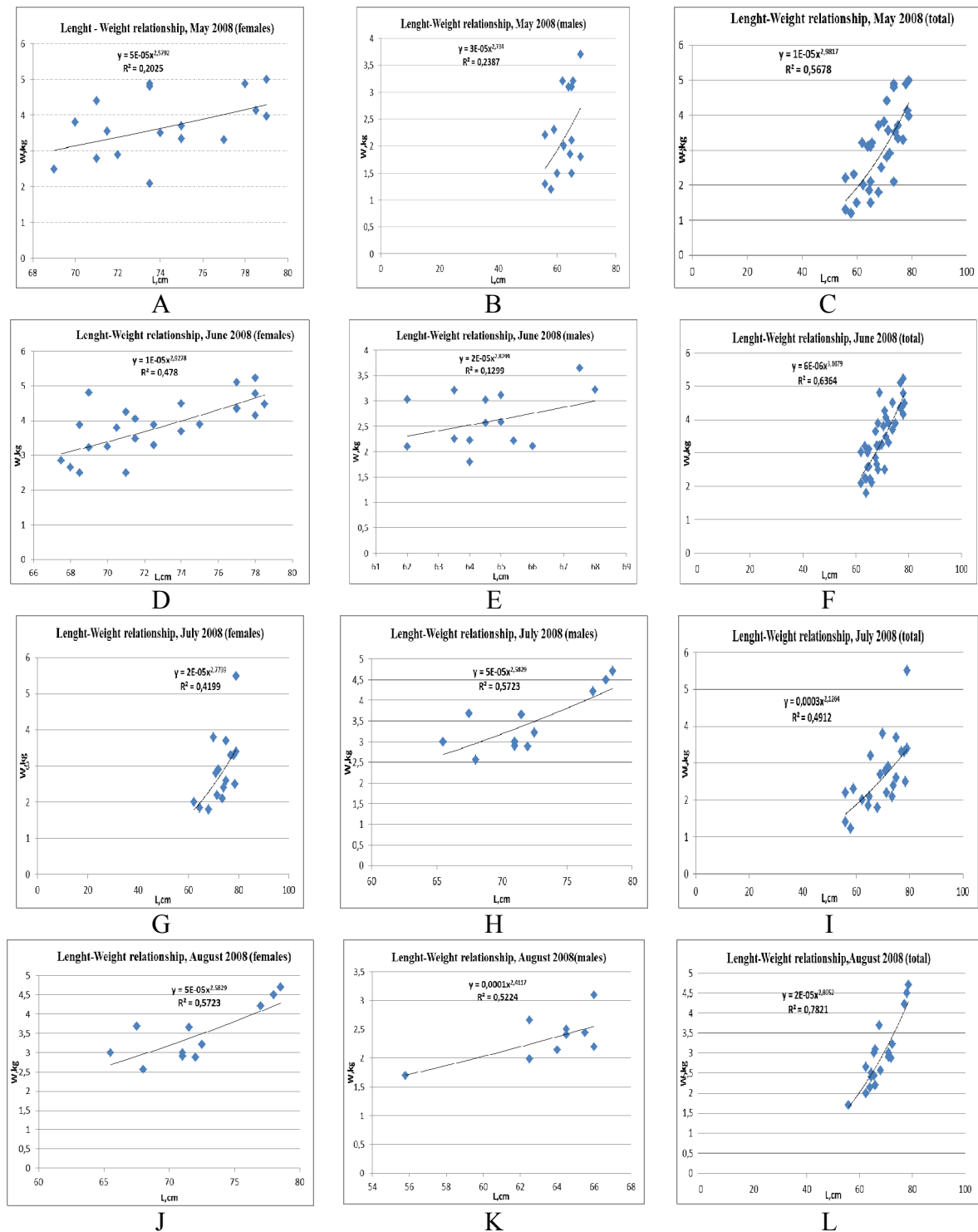
Materials and methods

Study area

The present research was conducted by R/V RK3 using bottom trawl (BT) in the Bulgarian marine zone (42°05'-43°40'N; 27°50'-28°50'E). 171 thornback ray specimens were caught as by-catch by BT and fishermen gillnets (mesh size $2a = 400$ mm) at depth from 20 m to about 80 m during May-November 2008 in the Bulgarian Black Sea area. The rays were measured for total length (TL) and disk width (DW) to the nearest centimeter and weighed to the nearest 10 g.

Results and discussion

The main morphometric data (in cm) were derived from 171 specimens. 107 were females and 64 were males. The females' monthly length distribution shows a slightly increasing trend during the period of May-November 2008 (fig. 2). The mean size values ranged from 56 ± 1.019 - 68 ± 0.881 (males) and



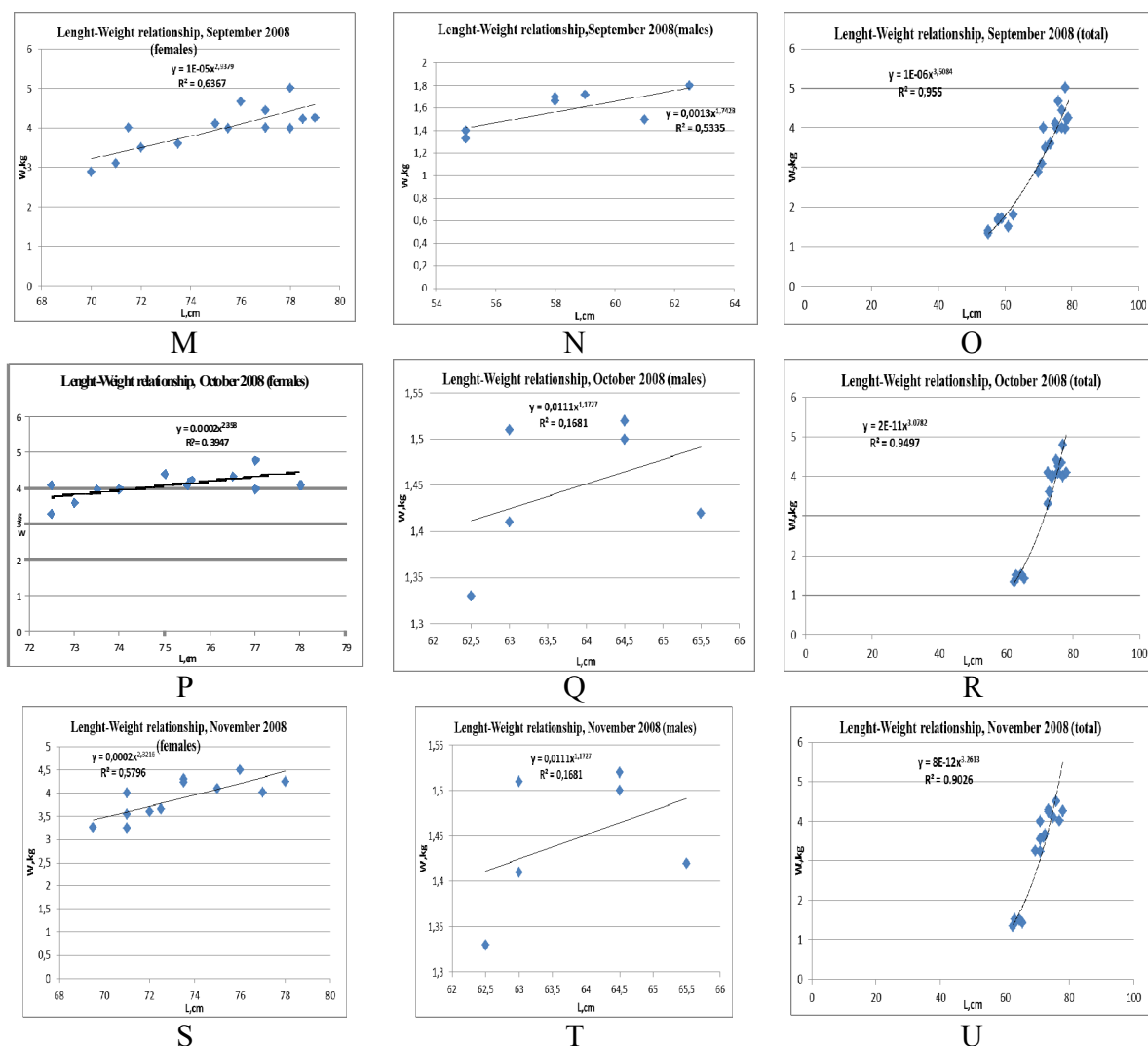


Figure 2. Length-Weight relationship of Thornback Ray from Black Sea coast (Bulgaria) from V-XI. 2008, mixed research survey in May and commercial turbot gillnets by-catch (A-B; D-E; G-H; J-K; M-N; P-Q; S-T – female and male LW relationships; C; F; I; L; O; R; U – LW relationships for the total sample

69±0.783-79±0.725 (females), the weight ranged from 1.2±0.206-3.7±0.9256 (males) and 2.1±0.262-5.5±0.726 (females). There were significant ($p > 0.05$) differences between the size and the weight of both sexes.

The monthly «*n*» parameter (fig. 2, A-U) of the length-weight relation varied from 1.7428 to 2.8299 (males), from 1.1727 to 2.9278 (females), and from 2.1264 to 3.2613 (combined sexes). Meanwhile, exponent «*n*» was higher in females than males. General growth pattern was allometric in both sexes as shown by the monthly mean exponents ($n = 2.98 \pm 0.51$) for May, June ($n = 3.11 \pm 0.11$), July ($n = 2.13 \pm 0.66$), August ($n = 2.81 \pm 0.46$), September ($n = 3.51 \pm 0.38$), October (3.08 ± 0.16) and November (3.26 ± 0.36). However, the low values of allometric coefficient in September-November 2008 were possibly due to the small sample size [9].

Monthly length distribution for females (fig. 3, A) demonstrates the upper limit of 79 cm (total length) and lower limit of 62.3 cm of individuals (fig. 3). In contrast, males (fig. 3, B) show lower values of the total body length as maximum as 77 cm and minimum as 56 cm. The maximum total length, known in the literature for the entire distribution area, is total length (TL) 95 cm for males and TL 88.2 cm for females [3]. Mean lengths, stated in our study (74.1 cm for females and 62.9 cm for males), were slightly greater than those found in the other studies, carried out in the same region [5, 7, 8]. In the south-eastern Black Sea, Demirhan et al. (2005) examined specimens from the net captures between 2002 and 2003 and found that females were significantly larger than males (male mean total length: 73.2 cm; female mean total length: 76.9 cm). Respectively, the mean weight of females (fig. 3, C) increased from May to November as the maximum was at 5.23 kg and minimum – at 1.85 kg. On the contrary, males weight

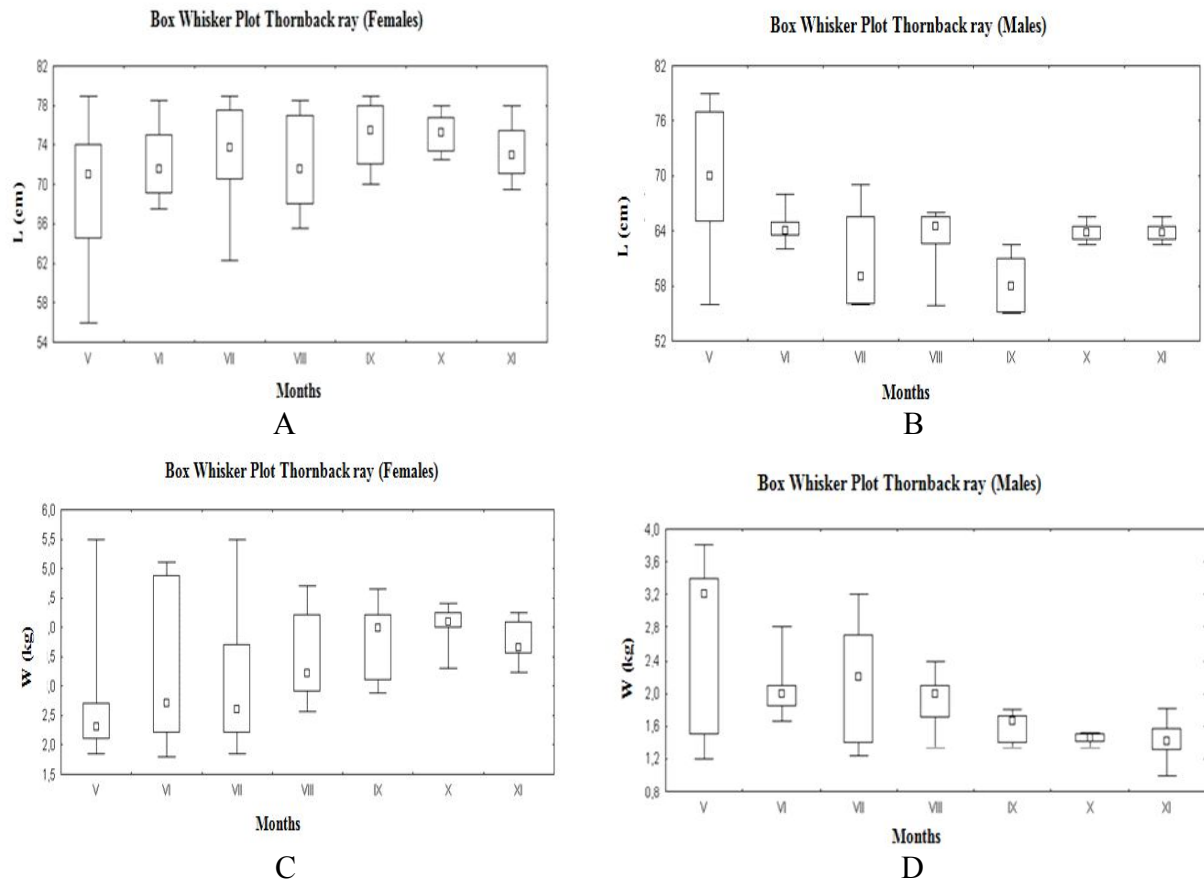


Figure 3. Box Plot Mean length and weight (kg) distribution by months (median, values hinge: 25-75 %, minimum and maximum value of percent participation) (A) mean length of females by months; (B) mean length of males by months; (C) mean weight of females by months; (D) mean weight of males by months

(fig. 3, D), decreased toward September, slightly increased in October-November. The minimum registered weight for males was 1.23 kg and the maximum weight was 3.82 kg.

In the samples, the males with disk width ranging from 35 to 45 cm were predominant (fig. 4). Female individuals with disk width of 56-60 cm were predominant. The rest of the presented size groups consist of fewer male individuals and larger number of females. Individuals with measured DW over 60cm were also observed (fig. 4).

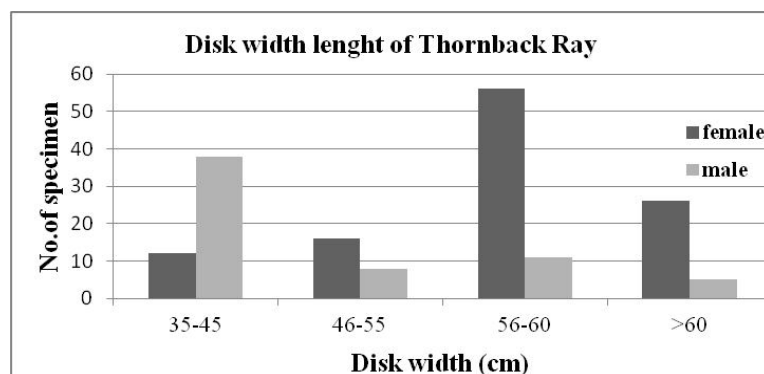


Figure 4. Thornback Ray specimen (female and male) disk width (cm) distribution

Demirhan et al. (2005) found that males were significantly more numerous in catches than females, and that females were significantly heavier (54.5 cm DW/3.30 kg females, 48.9 mm DW/2.60 kg males). The reason for that could be attributed to the sampling method [3]. In the other studies fish were caught by bottom trawls, purse seiners, gillnets or trammel nets. These fishing methods are able to catch every size of the thornback rays. On the contrary, a longline is a more selective method than those

mentioned and catch thornback rays at a definite length [4]. The maximum weight in this study was 5.23 kg. The maximum published weight for the entire distributional area was 5.45 kg [3]. Length cumulative frequencies (%) show similar patterns for females during the studied period (May-November) (fig. 5).

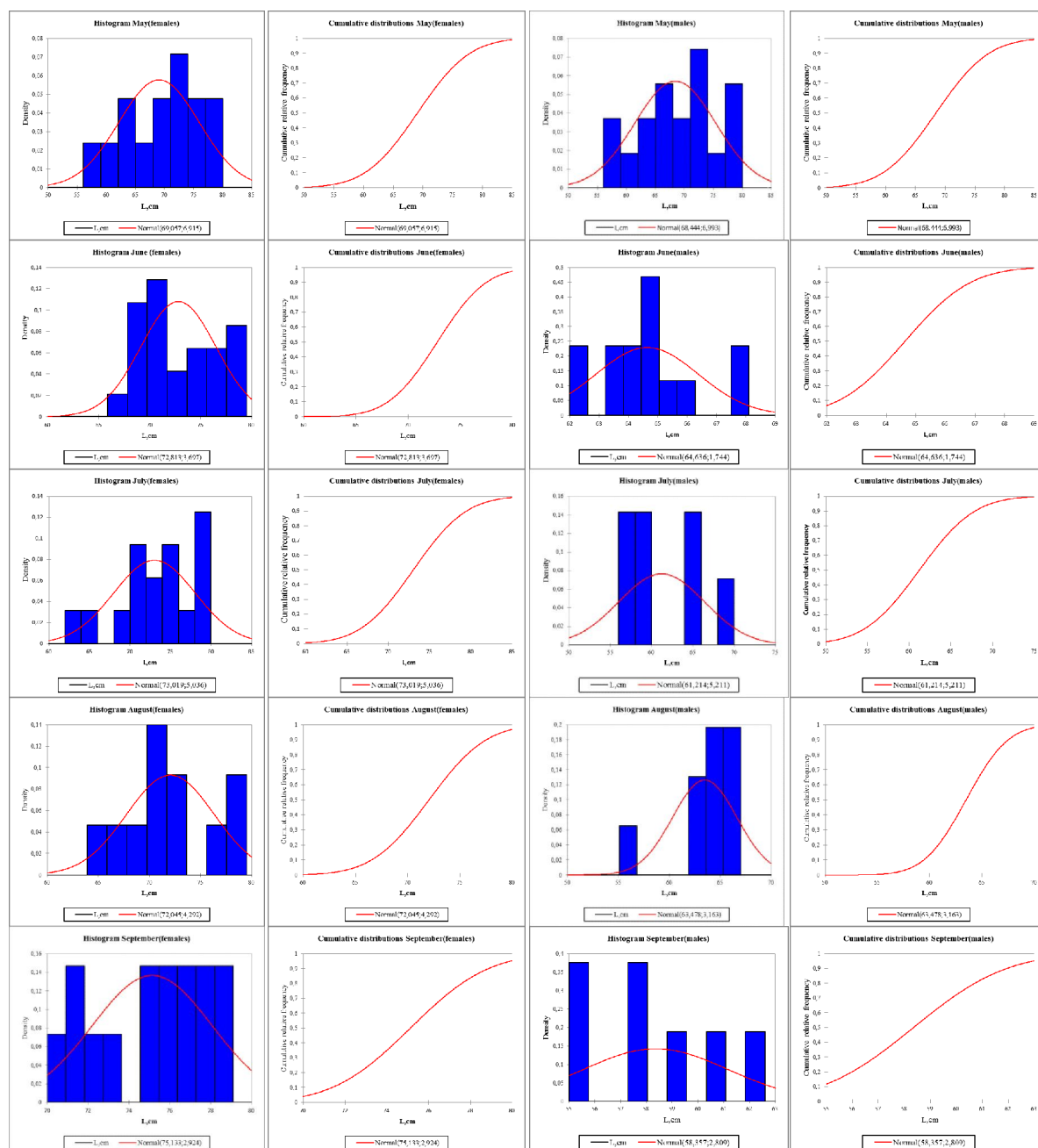


Figure 5. Density histograms and length cumulative frequency (%) of Thornback ray (*Raja clavata* L.) by months and sex

Simultaneously, the histogram of densities and cumulative length frequencies (%) of males showed similar patterns in May-July, followed by significant shift in length cumulative frequencies due to lack of length class groups in the samples. Thus, for the period September-November 2008 the male length cumulative relative frequencies represented a shifted pattern.

In the northern part of the research area the females with highest length sizes (fig. 6, A) and highest weights (fig. 6, B) were caught at depth of 60-80 m using bottom trawls. In the southern part, at smaller depths of 20-35 m few large females were caught as a bycatch in the turbot gill nets.

Conclusions

Some new data and analysis on the length and weight structure of the thornback ray in the Black Sea are presented. The information on population parameters of this species in the Bulgarian marine area is scarce and fragmented. Since, the species is one of the main predators at the highest trophic level. It is of major importance to increase the knowledge on the stock state in relation to the environmental conditions.

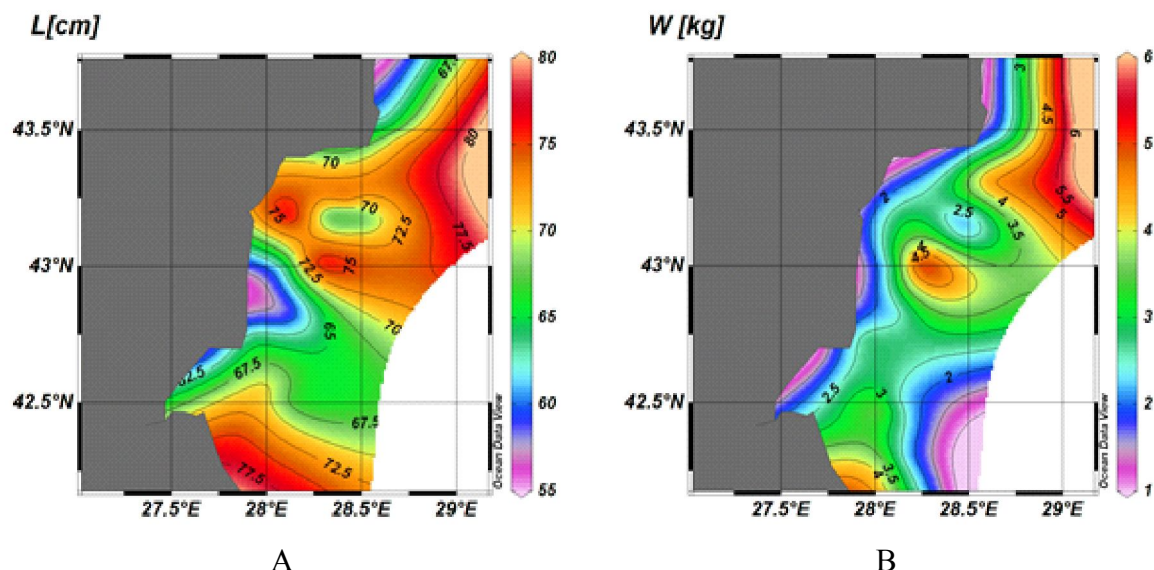


Figure 6. Distribution of Thornback Ray (A) length distribution, cm (B) weight distribution, kg

Acknowledgement

The data for the present study were collected under the frame of Data collection program (DCR 199/2008 EC) and project of Agricultural academy (G-56) in Bulgarian Black Sea waters. We acknowledge the assistance of our colleagues and crew on board.

References

1. Bradai M.N., Saidi B. & Enajjar S. Elasmobranchs of the Mediterranean and Black Sea // Status, ecology and biology / Bibliographic analysis. Studies and Reviews: General Fisheries Commission for the Mediterranean. – Rome, FAO. – 2012. – Vol. 91. – P. 103.
2. Ciloglu E., Sahin C., Gozler A.M. & Verep B. Vertical distribution of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) // E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. – 2002. – Vol. 19 (3-4). – Pp. 303-309.
3. Demirhan S.A., Engin S. & Can M.F. 2005. A Preliminary study on thornback ray and spiny dogfish fishing with longline // Turkish Journal of Aquatic Life. – 2012. – Vol. 4, № 2. – Pp. 77-82.
4. Demirhan S.A. Some biological characteristics of spiny dogfish (*Squalus acanthias* L. 1758) // Synopsis of Thesis of Trabzon: Black Sea Technical University, Institute of Natural Sciences. – 2004. – 74p.
5. Duzgunes E., Baucinar S.N., Emiral H., Kutlu, S., Tanriverdi M. A preliminary study on some population parameters of the thornback ray (*Raja clavata* L., 1758) in the east Black Sea // Circular Book of X. National Symposium on Aquatic Products. 22-24 September 1999, Adana-Turkey. – Pp. 430-439 (in Turkish).
6. Ellis J.R., Pawson M.G., Shackley S.E. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic // J. Mar. Biol. Assoc. U.K. – 1996. – Vol. 76. – Pp. 89-106.
7. Erdem Y., Ozdemir S., Sumer, C. A study of stomach contents of thornback ray (*Raja clavata* L.) (in Turkish) // In Circular Book of XI : National Symposium on Aquatic Products, Hatay. – 2001. – Pp. 351-359.
8. Erkoyuncu İ., Samsun O. Some morphometric characteristics, meat productivity, relationships between liver weights and meat quality of thornback ray (*Raja clavata* L. 1758) in the Black Sea. E.U. // Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. – 1986. – Vol. 5. – Pp. 19-20.
9. Prodanov K. B., Mikhailov K. R., Daskalov G., Maxim C., Chashchin A., Archipov A.A., Schlyakhov V., Ozdamar E. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation // GFCM N. – 1997. – Vol. 68. – Pp. 53-73.
10. Stehmann M., Burkel, D.L., Rajidae. In P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (Eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean // UNESCO, Paris. – 1984. – Pp. 163-196.
11. Yankova, M., Pavlov, D., Raykov, V., Michneva, V., Radu, Gh. Length-Weight Relationships of Ten Fish Species from the Bulgarian Black Sea waters // Turkish Journal of Zoology. – 2011. – Vol. 35, № 2. – Pp. 265-270.
12. Yankova, M., Raykov, V., Maximov, V., Radu, Gh., Zaharia, T. A Review of length-weight relationships of some most important fishes from Bulgarian Black Sea Coast // Cercetari marine – Recherches marines NIMRD. – 2010. – Vol. 39. – Pp. 251-257.

STATE AND REARING MODEL OF RAINBOW TROUT CULTURE IN SEA CAGES IN THE TURKISH COASTAL WATER OF THE BLACK SEA

Bilal Akbulut, Ilhan Aydin, Ercan Kucuk

Trabzon Central Fisheries Research Institute

The first rainbow trout rearing experimental studies have been conducted by the Ministry of Agriculture in 1969 in land based ponds in Central Anatolia. Since then, production has reached up to 65.000 tons in 2008. Trout farming in cages in the Black Sea dates back to the early 1990s but expanded during the last 5 years on the Ordu, Samsun, Trabzon and Rize shores.

Although many rivers are available for land based trout farming, cage culture is considered the only way to increase overall production. In a certain period, the Black Sea allows farmers to make more efficient and profitable culture of trout in the sea cages.

The Black Sea provides preferable rearing conditions in terms of temperature (7-18 °C) and low salinity (17 ‰). These conditions make it possible to obtain large or portion size rainbow trout for market. However, the surface water temperature between the end of May and mid October limits growing period, ranging between 21 and 26 °C.

The growth in the sea cage is almost twice as fast as in fresh water. The fish is transferred to the cages in November, when the temperature decreases less than 20 °C. The juveniles hatched in February/March are reared in the inland ponds until mid October and transferred to the cages, when they reach 50 g in weight. During the 7 months of the rearing period fish may reach up to 500 g. The fish are sold during the season after some sorting and non-marketable fish has to be transferred to the inland ponds. These fish are either sold at the inland farm or transferred again to the cages for a bigger size.

This rearing cycle depends very much on the inland farms. It means that any sea cage farm needs a freshwater unit. On the one hand, the farmers, willing to make use of rearing advantages of the Black Sea, need a cage unit in the sea. On the other hand, mainly fish transfer from the freshwater land based pond to the sea cage depends on two factors, one is temperature and another is market demand.

As mentioned earlier, the majority of inland farms are not only small in size but also small in capital. It seems not possible to run an offshore sea cage farm for trout farmers. In this study, a practicable model, which gives a change to small trout farms to use the advantages of the cage culture, is proposed and discussed.

Keywords: rainbow trout, the Black Sea, sea cages, aquaculture

ROMANIAN MARINE AND COASTAL ENVIRONMENT STATE REPORT FOR 2012

S. Nicolaev, T. Zaharia

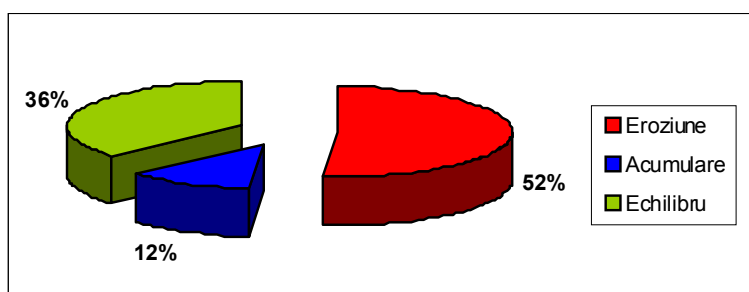
National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” (NIMRD)

STATE OF THE LITTORAL AND COASTAL ZONE

Coastal processes

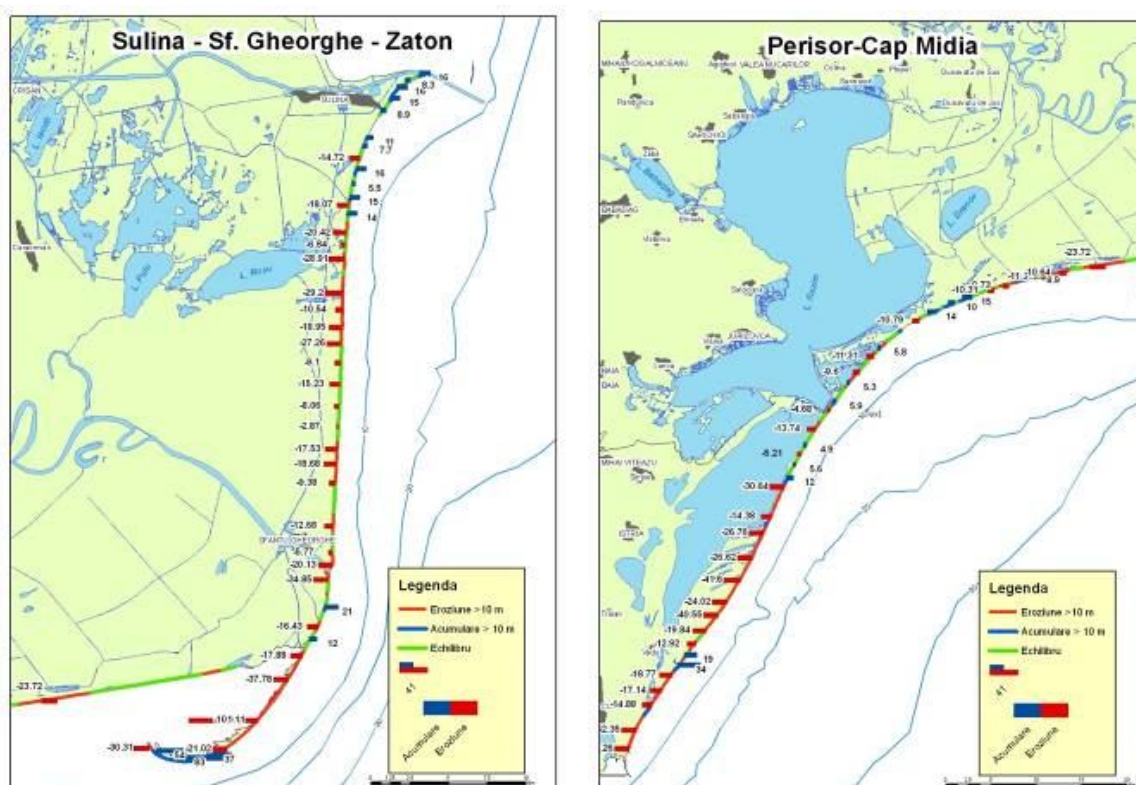
During the winter of 2012, as a follow-up of low temperatures during January-February along with an exceptional storm, specific ice structures – ice pegs, grouped in ridge steps – developed on the entire area of the beach, continued by ice belts.

For the northern sector of the coast, the accumulated areas covered ~74 ha, while the eroded areas covered ~153 ha. The shoreline advancement by > 10 m was reported on ~12 % of the total length, shoreline retreat by > 10 m on ~52 %, the rest of the coast being in dynamic balance – the shoreline retreated or advanced by less than +/- 10 m.



Share of coastal processes (erosion/relative stability/accretion) in the Sulina – Cape Midia sector

Shoreline studies in the northern sector



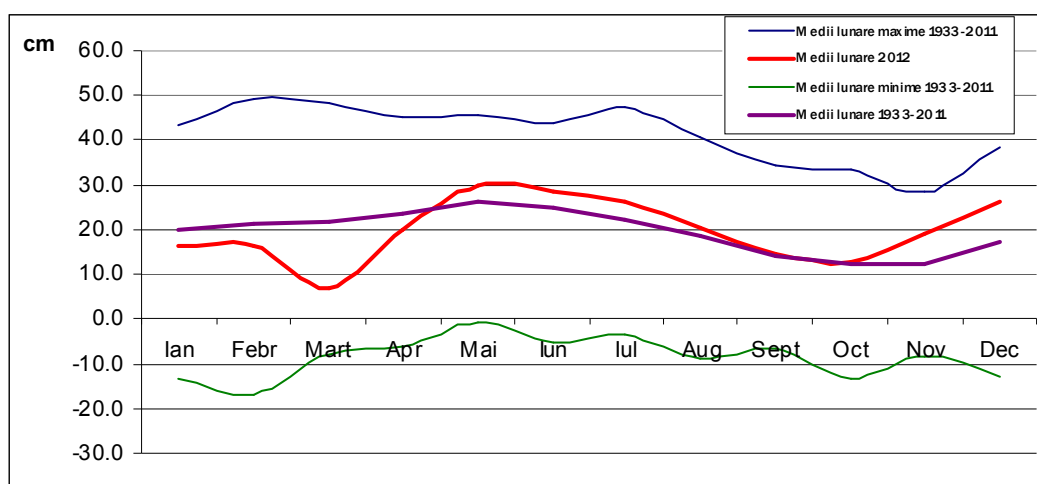
Accretion/erosion 2011-2012, Sulina – Cape Midia sector

Sea level

Sea level, as one of the coastal zone state indicators, showed in 2012 three distinct fluctuation stages in relation to the monthly multiannual means (1933-2011).

Thus, during January-April, the level was below the monthly multiannual means, during May to September the values exceeded slightly the monthly multiannual means for these months. In September and October, the monthly multiannual means were almost equal to the monthly multiannual means for these months, while during November and December the monthly multiannual means were again exceeded.

The minimum monthly multiannual mean of 0.7 cm was recorded in March, while the maximum monthly multiannual value of 30.0 cm was recorded in May. The annual mean was 3.3 cm higher than the multiannual mean for 1933-2011.



Black Sea level fluctuation stages at the Romanian coast in 2012

STATE OF MARINE ECOSYSTEMS AND MARINE LIVING RESOURCES STATE OF BLACK SEA WATERS

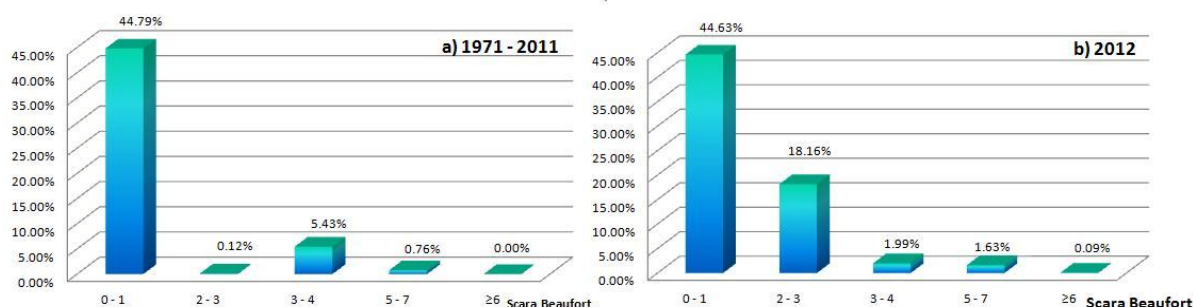
Physical indicators

The main physical indicators (temperature, salinity, waves) were analyzed, as well as the phenomena characterizing water masses typical for the Western Black Sea: upwelling and littoral zone frost.

Marine choppiness. The almost total meridian orientation of the Romanian coast and its bathymetric features enable an enhancement of marine choppiness, by waves caused by the wind, acting in a sector covering about 180° between the N and S of the right side of the meridian, depending on the duration and intensity thereof.

In 2012, marine choppiness was weak in June (7.53 %) and March (9.68 %), with waves caused by the wind, and moderate during the other months (except for July, with a peak of 43.01 %), when wave frequency did not exceed 27 %.

43.83 % of waves caused by the wind are dispersed from the N, NNE and NE (cold season), while, due to stronger refraction at higher wave lengths, 9.6 % of the surge (April) was dispersed from the SSE.

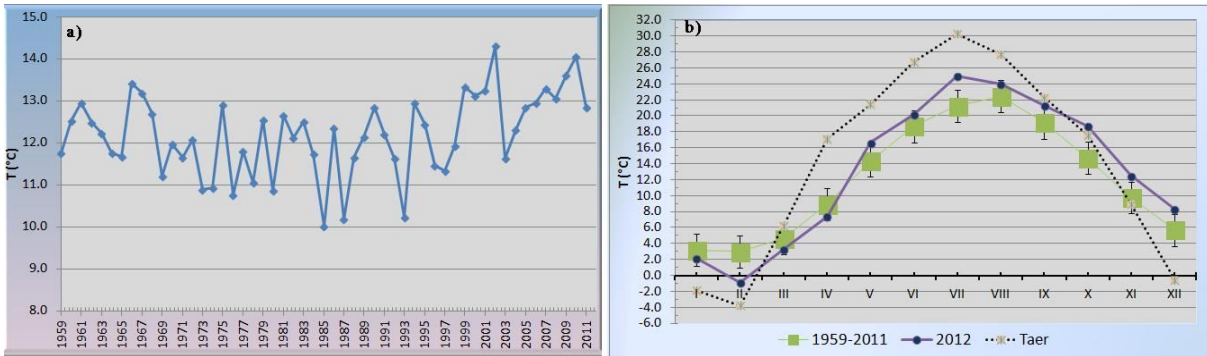


Sea choppiness during January-October 2012 (Beaufort Scale)

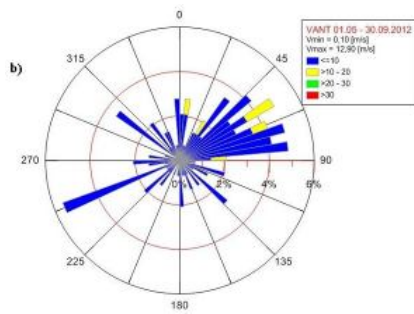
Seawater temperature in Constanta, throughout the 12 months of the analyzed period, was 1.57 °C higher than the reference period (1959-2011).

The monthly means varied between -0.9 °C, in February (daily minimum -3.0 °C on 22 February) and 24.9 °C in July (daily maximum 28.6 °C on 29 July), predictably given the air temperature evolution. Compared to the multiannual situation, the means in Constanta were lower during the first semester (January-April) and equal to or higher during the other half of the year.

The mean seawater temperature ranged between 3.1 °C and 21.0 °C. The minimum values were recorded in March, at 10 m depth, regardless of the water body analyzed, in accordance with air temperature.



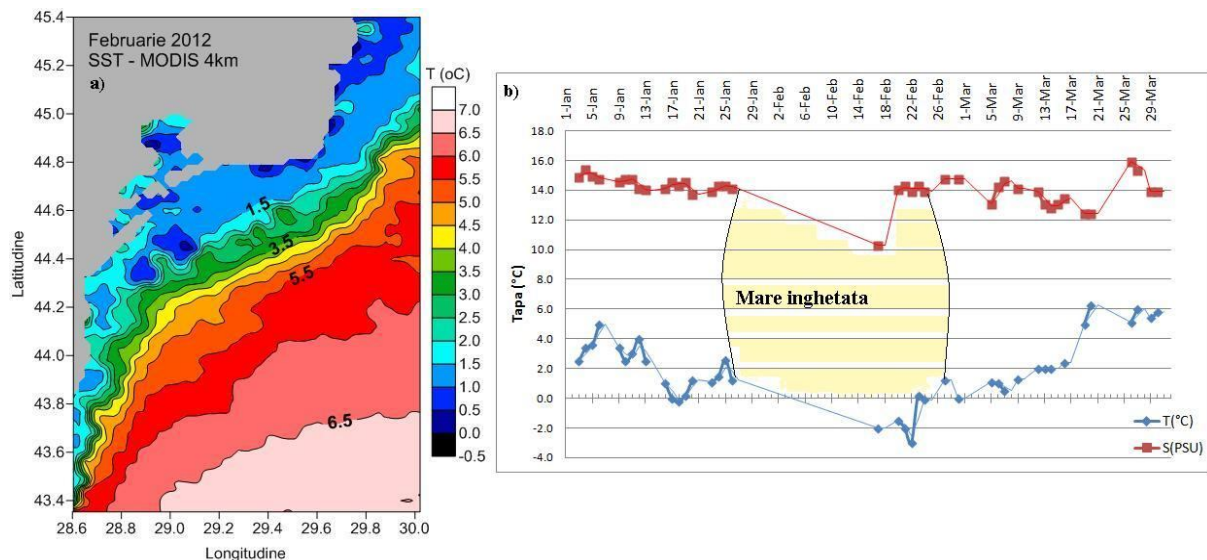
Compared seawater temperature multiannual (a) and annual (b) means in Constanta, during 1959-2011 and 2012



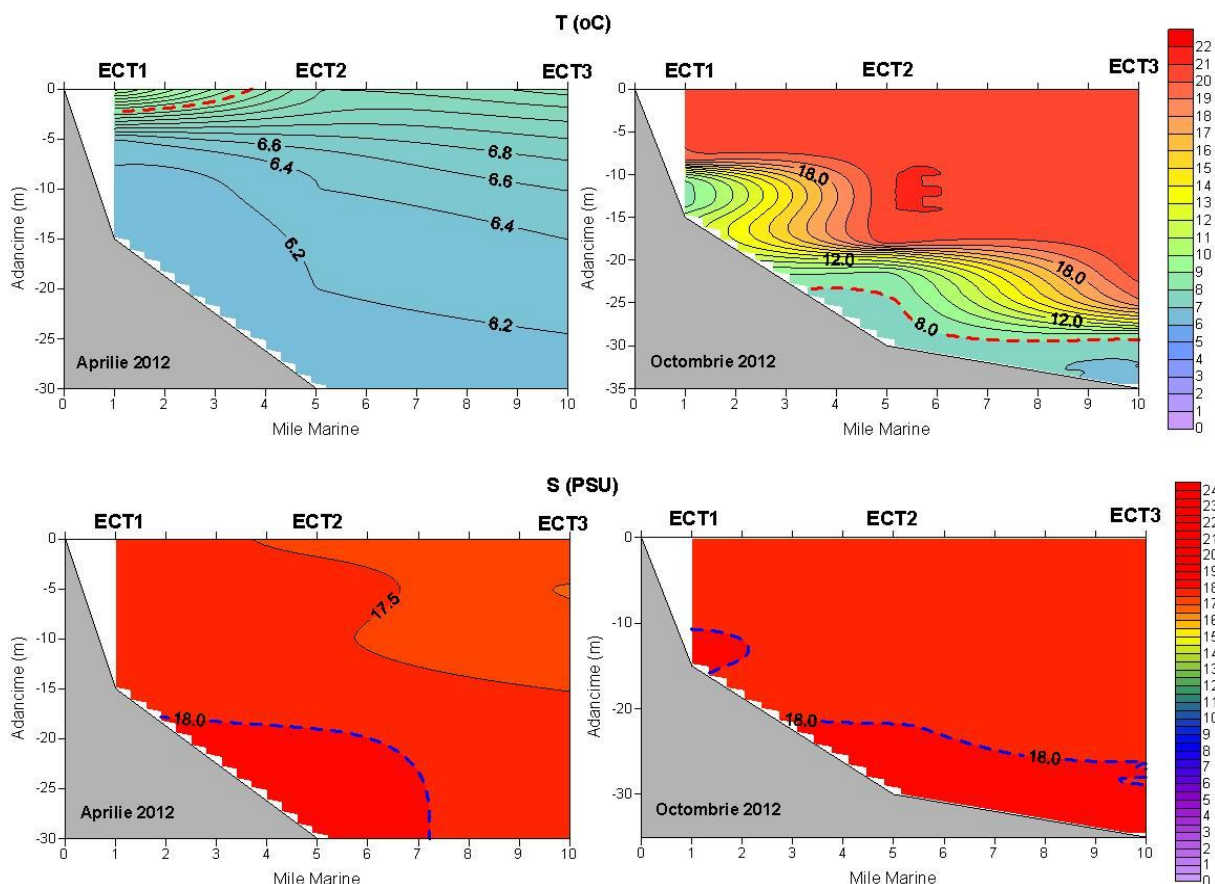
Wind rose during May-September 2012 in Constanta

Upwelling phenomena. The coastal upwelling process, driven by the western and south-western winds, causes the raise of deep water masses (low temperature and high salinity), favoring algal blooms due to nutrient input. In the Constanta station, three upwelling phenomena lasting more than 15 days were recorded, when the minimum temperature dropped by up to 4.3 °C, under the influence of dominant western and south-western winds.

Frost. In the winter of 2012, late January and early February, water temperature remained below freezing limit (-0.8 °C), which led to the formation of an ice bridge approx. 300 m wide from the shore (on 3 February), given the evolution of air temperature. Due to relatively low salinity, low temperatures in winter, the fresh water input from the Danube, ice was formed in the western part of the Romanian Black Sea coastal zone.



a) Surface seawater temperature; b) Seawater temperature and salinity in Constanta (January-March 2012)

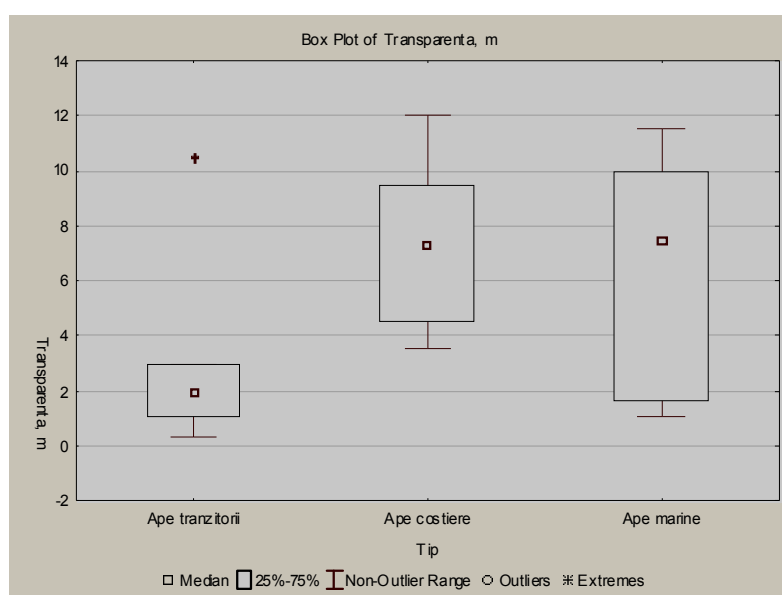


Vertical distribution of water masses in 2012, East – Constanta profile

Physical-chemical indicators

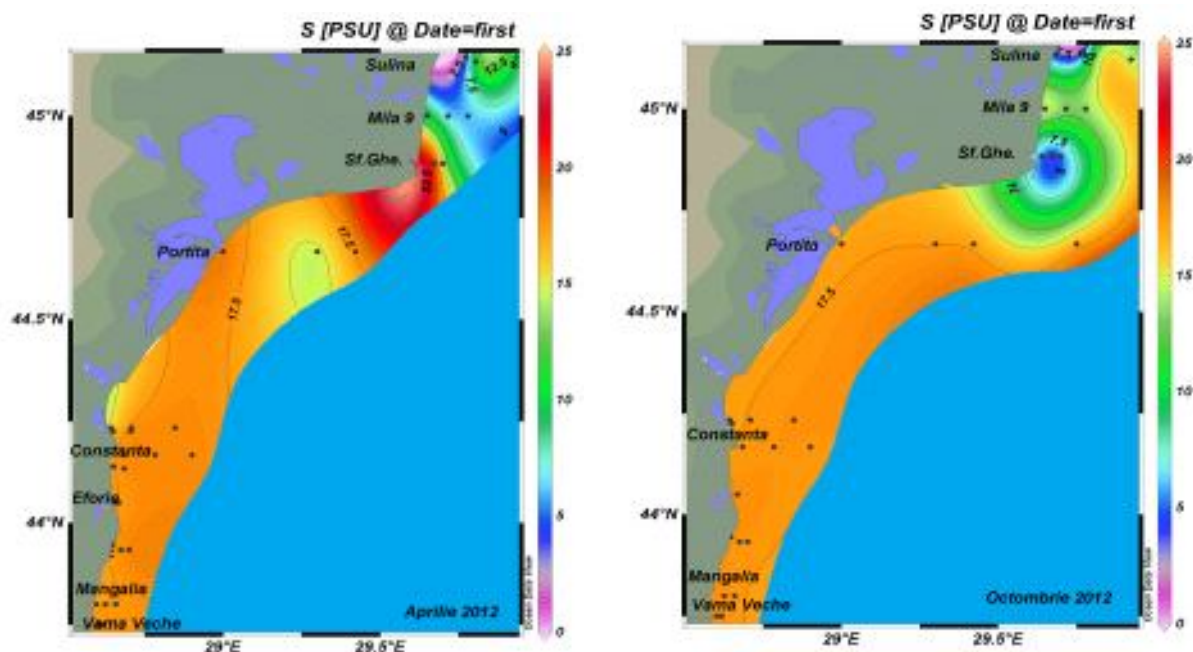
The main physical-chemical and state indicators which characterize and regulate the eutrophication level were analyzed, namely: transparency, salinity, pH, dissolved oxygen, anorganic nutrients.

Transparency (N=36) ranged between 0.3-12.0 m (mean 5.67 m). Both extremes were recorded in April, as follows: the minimum in Sulina 10 m, in transitional waters under the direct influence of river input, and the maximum in Vama Veche 20 m, in marine waters. In transitional and marine waters in the northern part of the coast, the minimum values are below 2 m, the allowed value both for ecological state and the impact area of anthropogenic activity in Order no. 161/2006 – “Regulation for the classification of surface water quality with the view to establishing the ecological state of water bodies”.



Seawater transparency (m) at the Romanian coast – 2012

The salinity of Romanian coast waters ranged between 0.56-24.22 PSU (mean 16.19 PSU). The minimum values were determined in surface waters, as a follow-up of freshwater river or anthropogenic input. As a consequence of a droughty year, the maximum value was recorded in transitional waters in the north. The space distribution of salinity along the Romanian coast shows the increasing gradient from the Danube mouths towards the southern area, regardless of the season. Due to a smaller river input, the influence area was much narrower in 2012. On the long term, the monthly means in 2012 differ insignificantly from those recorded during 1959-2011. In 2012, the absolute minimum of salinity in Constanta was 10.27 PSU (17 February) and the absolute maximum 17.82 PSU (1 October).



Horizontal distribution of surface water salinity in April (a) and October (b)

The *pH* of coastal waters in the Constanta area recorded absolute values ranging between 7.92 in February and 8.60 in April (mean 8.28, median 8.17, standard deviation 0.13). The monthly *pH* means during 1998-2011 and 2012 differ insignificantly. In April and October 2012, the *pH* of Romanian Black Sea waters ranged within normal values in the water column 7.64-8.74 (mean 8.28, median 8.31, standard deviation 0.20), being correlated significantly with salinity ($r = 0.73$), oxygen saturation ($r = 0.57$), phosphate concentration ($r = -0.87$), silicate concentration ($r = -0.79$), nitrate concentration ($r = -0.73$) and ammonia concentration ($r = -0.86$).

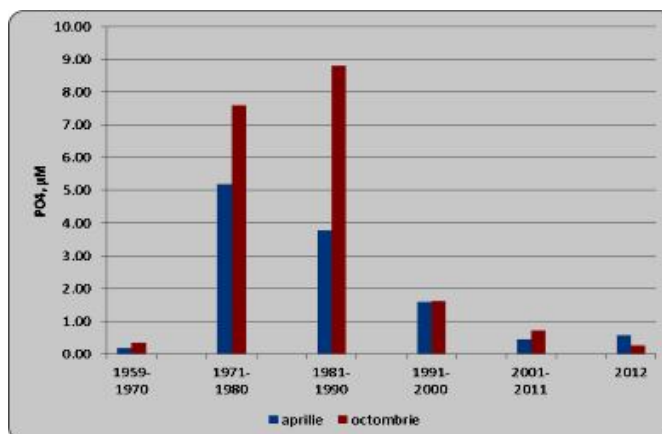
Dissolved oxygen. At the Romanian coast, dissolved oxygen concentrations ranged between 129.7 μM (2.91 cm^3/L) and 577.9 μM (12.94 cm^3/L) (mean 300.3 μM – 6.72 cm^3/L). All minimum values were recorded during the late summer season, at the water-sediment interface. From the spatial point of view, surface waters were well-oxygenated both under the influence of atmosphere exchanges and the intensity of spring photosynthesis. In October, at the end of the warm season, low saturation values were recorded (38.5-77.8 %), mainly in the north and center of the coast, values below the allowed limit (80 %) both for ecological state and the impact area of anthropogenic activity. They were reported in the water column, as a follow-up of water mass layering and oxygen consumption in the oxidative decay process of organic matter.

EUTROPHICATION INDICATORS

Nutrients

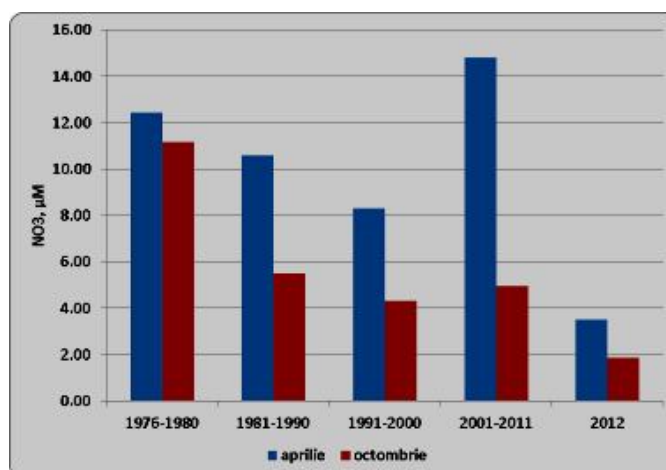
The concentrations of *phosphates*, $(\text{PO}_4)^{3-}$, recorded in April and October 2012 values ranging between “undetectable” and 2.35 μM (mean 0.23 μM). 35 % of the values were below the detection limit of the method (0.01 μM), all outside the influence area of the Danube. All maximum values were reported at the surface, in stations under the influence of Danube input or of the Constanta urban area. With 93 %

of the values below $0.60 \mu\text{M}$, phosphate concentrations at the Romanian coast showed, during the studied period, values close to the reference period of the 1960s.

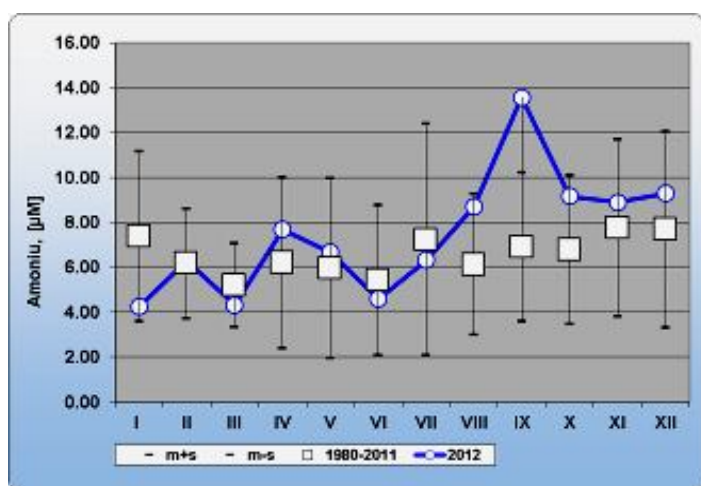


Comparative situation of monthly multiannual means of phosphate concentrations (1959-2012)

Nitrate concentrations, (NO_3^-), recorded, during the studied period, values ranging between $0.34\text{--}53.93 \mu\text{M}$ (mean $4.28 \mu\text{M}$). The minimum values were determined in October, in the water column. The maximum concentration was recorded in transitional waters, in October, as a follow-up of river input, and in coastal waters, in October, in the influence area of the Constanta South waste water treatment plant.



Comparative situation of monthly multiannual means of nitrate concentrations (1959-2012)



Comparative situation of monthly multiannual means of ammonia concentrations (1980-2011 and 2012)

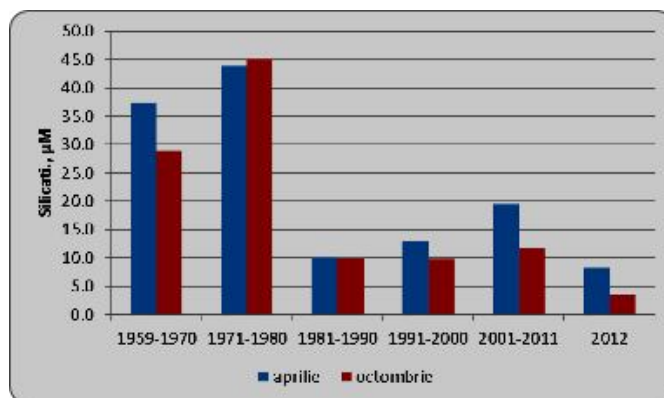
Thus, unlike phosphates, the main source of nitrates seems to be river input. On the long term (1976-2012), in 2012 we reported the historical annual minimum. In 2012, the multiannual mean monthly concentrations (April and October) recorded the lowest values measured since 1976.

Nitrites, (NO_2^-), intermediary forms in redox processes involving inorganic nitrogen species, recorded low values, ranging between 0.02 (LOD) – $1.68 \mu\text{M}$ (mean $0.28 \mu\text{M}$).

Ammonia, (NH_4^+), the polyatomic ion in which nitrogen holds the maximum

oxidation number, +3, is the most easily assimilated inorganic nitrogen form. Its concentrations recorded values ranging between 0.31-46.47 μM (mean 4.40 μM).

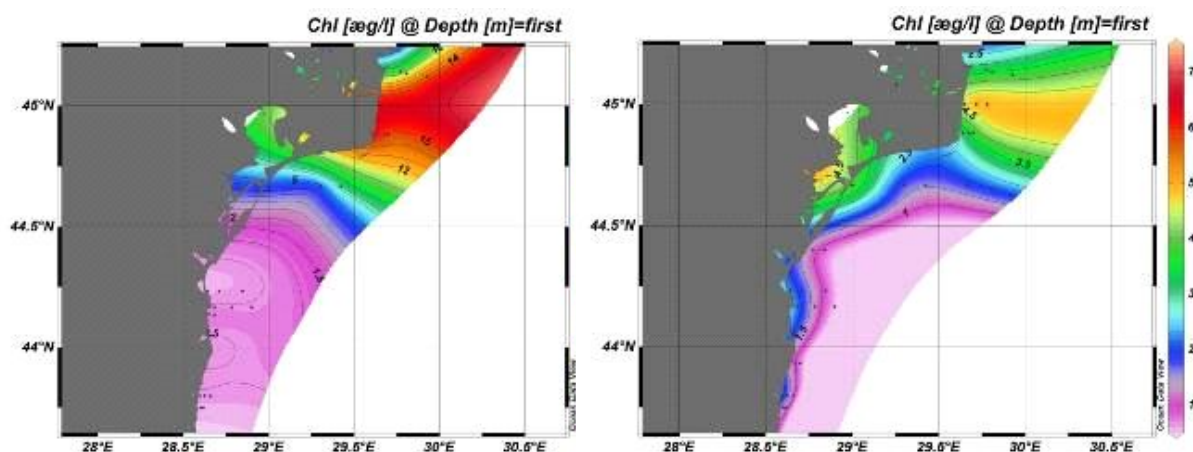
Silicates, (SiO₄)⁴⁻, recorded concentrations ranging between 0.9-75.7 μM (mean 8.3 μM). The highest concentrations were recorded off the Danube mouths. The low Danube flow in 2012 caused the drop of silicate concentrations in the Romanian Black Sea waters to mean values up to 5-10 times smaller than during the reference period, namely in the 1960s. The maximum value, 34.2 μM , was measured in Constanta on 29 November 2012, as a result of the upwelling occurring at the same date, caused by wind. The mean annual concentrations of silicates in seawater in Constanta ranges between 6.7 μM (1993)-66.3 μM (1972) and, in 2012, it recorded the lowest value of the past 20 years, namely 7.7 μM .



Comparative situation of monthly multiannual means of silicate concentrations in Black Sea surface waters (1959-2012)

Chlorophyll *a*

Chlorophyll *a* is one of the most frequently determined biochemical parameters, being an indicator of plant biomass and primary productivity. Due to its significance in the marine ecosystem and the fact that it is more easily measured than phytoplankton biomass, chlorophyll *a* was listed under “Eutrophication” indicators of the EU Water Framework Directive, being one of the impact parameters to be monitored. Chlorophyll *a* content ranged between 0.40 and 55.94 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. The seasonal distribution of chlorophyll *a* peaked first in winter, during the development of the diatom *Chaetoceros similis f. solitarius*, species typical for the cold season. A second peak was recorded in March, along with the development of the diatom *Skeletonema costatum*. After late spring, generally characterized by low chlorophyll *a* concentrations, two development peaks were also recorded in May and June.



Surface spatial distribution of chlorophyll *a* in Romanian Black Sea waters, April and October

In 2012, the mean annual content of chlorophyll a in coastal waters recorded a value close to 2011 (3.67 $\mu\text{g/l}$ compared to 4.91 $\mu\text{g/l}$), but below the annual mean calculated for the period 2001-2010 (6.27 $\mu\text{g/l}$), thus confirming the recovery tendency of the ecological state of the Black Sea coastal ecosystem.

CONTAMINATION INDICATORS

Heavy metals

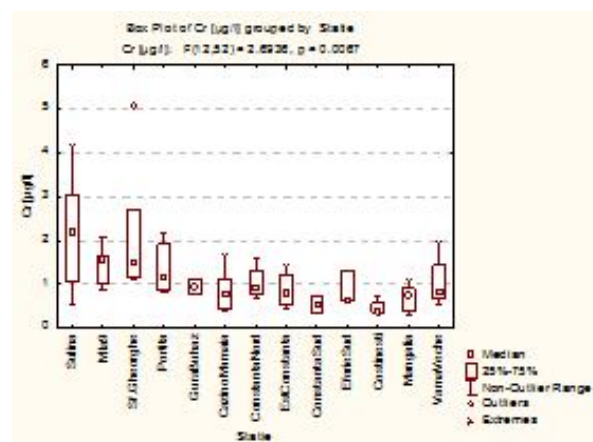
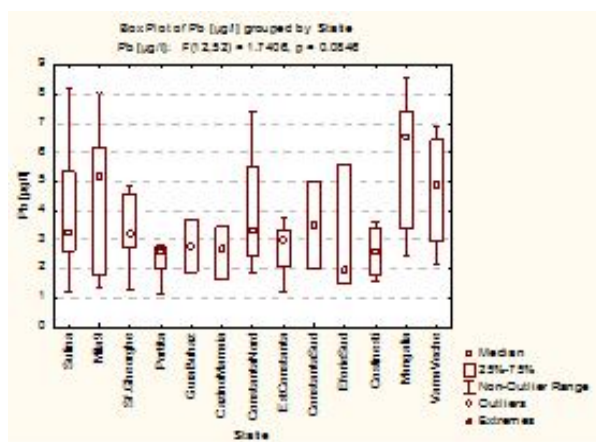
Heavy metal contamination of coastal areas may be directly correlated with urban or industrial sources, such as factories, thermo-electric plants, ports, water treatment plants. River influence on the coastal area is significant, being a major source of metals, mainly as particulates, extreme hydrological events (floods) enhancing such an input.

Transitional, coastal and marine waters

Heavy metal concentrations recorded in 2012 the following mean values and variation ranges: copper 2.08 ± 1.60 (0.18-8.36) $\mu\text{g/L}$; cadmium 2.19 ± 2.04 (0.40-9.12) $\mu\text{g/L}$; lead 3.29 ± 1.96 (1.13-8.61) $\mu\text{g/L}$; nickel 4.27 ± 3.70 (0.81-22.78) $\mu\text{g/L}$; chrome 1.22 ± 0.90 (0.28-5.1) $\mu\text{g/L}$.

In relation to environmental quality standards for water recommended by national legislation (Ord. 161/2006 – 30 $\mu\text{g/l}$ Cu; 5 $\mu\text{g/L}$ Cd; 10 $\mu\text{g/L}$ Pb; 100 $\mu\text{g/L}$ Ni; 100 $\mu\text{g/l}$ Cr), all measured concentrations for lead, nickel and chrome complied with the allowed limits, while for cadmium around 10 % of the samples recorded slight exceedings.

Copper concentrations were slightly higher and characterized by great variability in the marine zone off the Danube mouths (Sulina-Sf. Gheorghe). The median values calculated were higher off the Danube mouths, as well as in the southern part of the coast (Mangalia-Vama Veche). Similarly to copper, the chrome concentration gradient drops from north to the south.



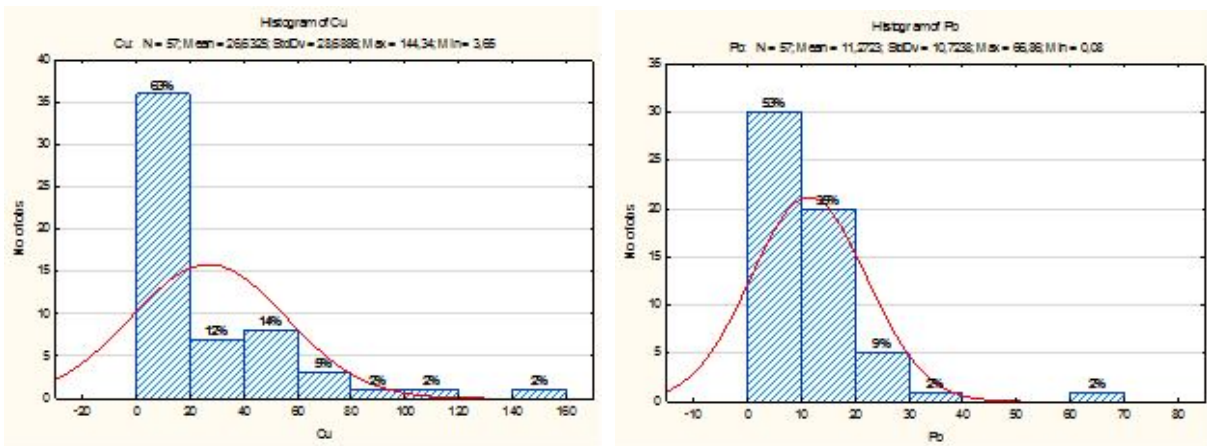
Spatial distribution on lead and chrome concentrations in marine waters along the 13 profiles of the monitoring network

Sediments

Heavy metal concentrations determined during 2012 in sediment samples ranged within the following variation domains: copper 26.63 ± 28.68 (3.65-144.34) $\mu\text{g/g}$; cadmium 1.13 ± 0.83 (0.23-3.77) $\mu\text{g/g}$; lead 11.27 ± 10.72 (0.80-66.86) $\mu\text{g/g}$; nickel 45.39 ± 34.89 (7.43-171.53) $\mu\text{g/g}$; chrome 45.47 ± 29.78 (9.10-122.58) $\mu\text{g/g}$.

In relation to the quality standards for sediments recommended by legislation, it was found that individual concentrations measured in certain sediments close to ports or off the Danube mouths recorded slight exceedings for certain elements. Significant differences were reported mainly for copper, cadmium, nickel and chrome, these elements showing increased accumulation in sediments in the river input influence area, as well as port aquatories. Lead was distributed in a quite more uniform manner along the coast, higher values being recorded, though, in the southern part of the coast.

The evolution trends of heavy metals in marine sediments in the past 6 years point out the fact that values measured in 2012 frame within the multiannual variation ranges, with slight decrease tendencies for copper, cadmium and lead.

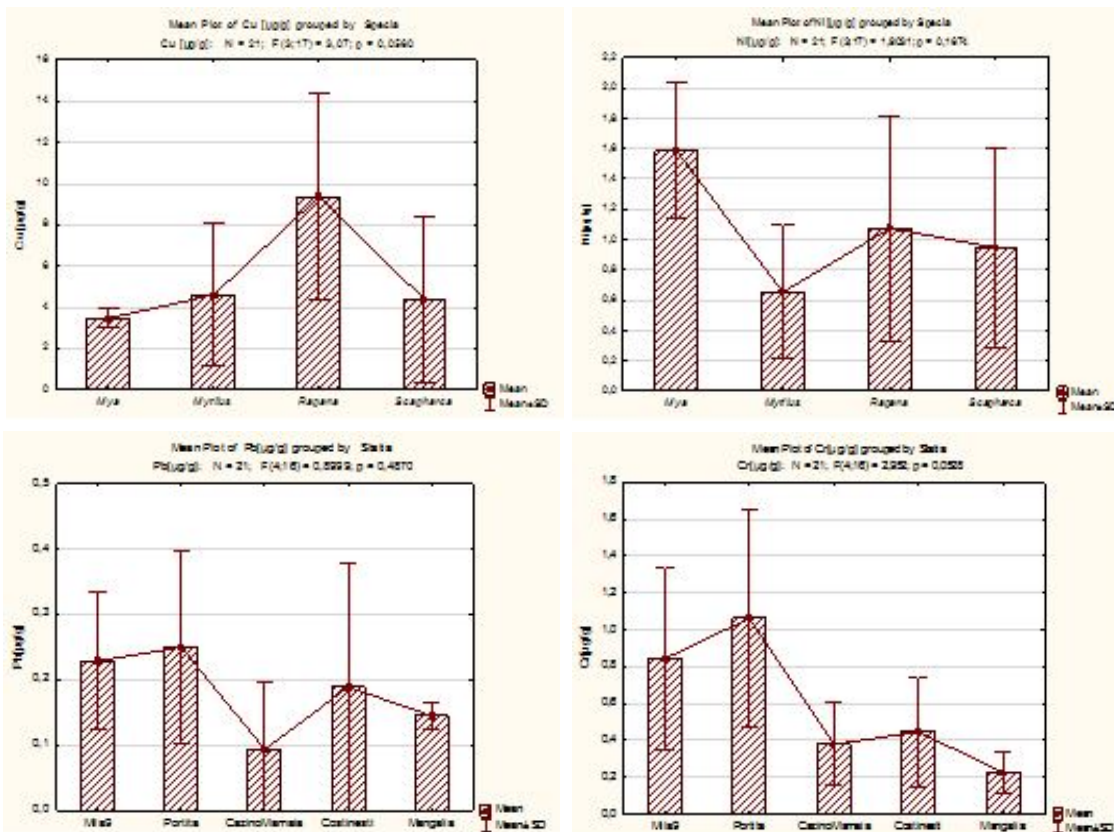


Histogram of copper and lead concentrations in marine sediments analyzed in 2012

Biota

Heavy metal bioaccumulation in the integral tissue of marine molluscs investigated in 2012 (*Mytilus galloprovincialis*, *Rapana venosa*, *Scapharca inequivalvis* and *Mya arenaria*) was characterized by the following mean values and variation ranges: copper 5.58 ± 4.21 (1.55-15.35) $\mu\text{g/g s.p.}$; cadmium 1.27 ± 0.98 (0.09-2.81) $\mu\text{g/g s.p.}$; lead: 0.19 ± 0.13 (0.02-0.44) $\mu\text{g/g s.p.}$; nickel 1.12 ± 0.65 (0.18-2.46) $\mu\text{g/g s.p.}$; chrome 0.61 ± 0.47 (0.12-1.92) $\mu\text{g/g s.p.}$

Certain interspecific differences in heavy metal bioaccumulation were reported, as follows: *Rapana* is generally characterized by higher copper concentrations in tissue compared to other molluscs, cadmium showed high bioaccumulation in *Scapharca* and *Rapana*, while in *Mya* high nickel and chrome values were reported.

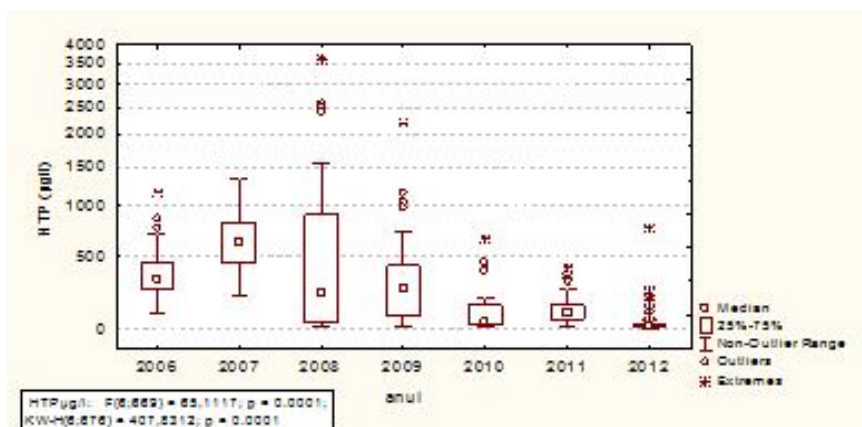


Interspecific bioaccumulation differences of copper, nickel, lead and chrome in marine molluscs

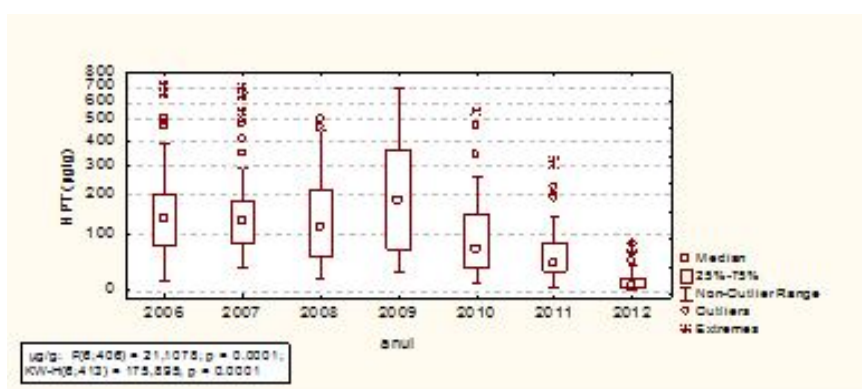
Petroleum hydrocarbons

Total Petroleum Hydrocarbons – TPH

In 2012, low values (<200 µg/l) of the total petroleum hydrocarbon content TPH (µg/l) were determined in water samples. The mean value of petroleum pollutant was 33.5 (µg/l), ranging between the variation ranges 5.8 and 758.3 (µg/l). The distribution of concentrations on water body types did not point out any significant differences between the means of the three water bodies, yet the highest values were recorded in marine waters.



Distribution of TPH concentrations (µg/l) in Romanian Black Sea waters, years 2006-2012



Distribution of TPH concentrations (µg/g) in sediments at the Romanian Black Sea coast, years 2006-2012

A low TPH pollution was determined in sediments (<100 µg/g), the concentration of petroleum hydrocarbons ranging between 0.4 and 81.5 (µg/g), with a mean of 16.2 (µg/g).

High values of TPH concentrations, ranging between 60-90 (µg/g) were determined in March, both in the northern sector, Mile 9 Station 20 m, and the southern sector, Constanta South Station 20 m.

The total petroleum hydrocarbon pollution level recorded in 2012 is significantly lower compared to the period 2006-2011.

Polycyclic aromatic hydrocarbons – ΣAH

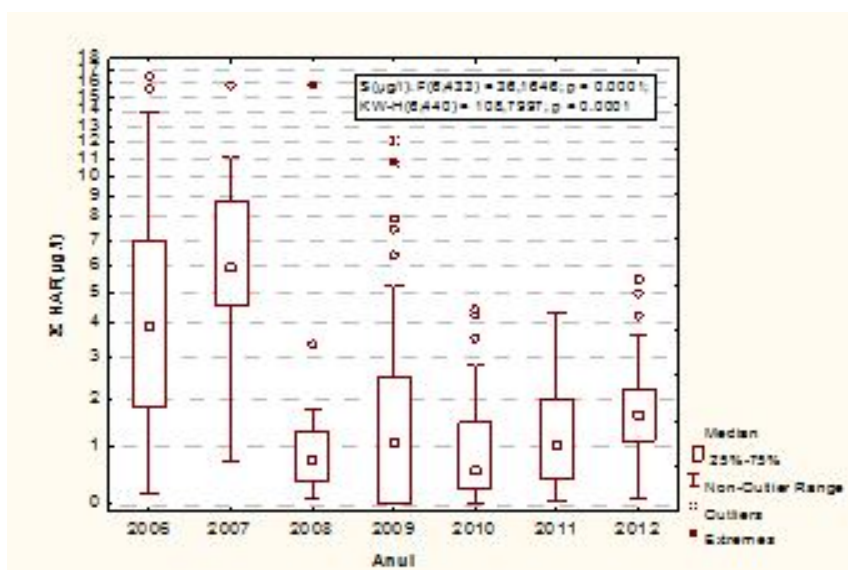
The total polycyclic aromatic hydrocarbon ΣPAH (µg/l) content in water samples (n=149) ranged between 0.0835 and 5.4599, with a mean value of 1.6998.

The statistical analysis of data points out very significant differences between the mean 5.4496 (µg/l) of the years 2006-2007, with a high pollution level, and the mean of 2012. High concentrations were determined for anthracene, phenantrene, benzo[a]anthracene and fluoranthene, their mean values exceeding the maximum values allowed by Order no. 161/2006.

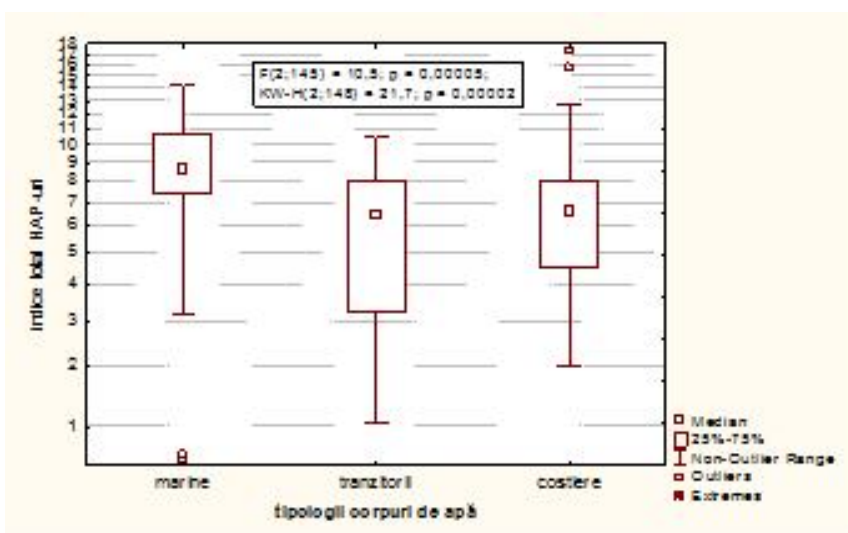
The total indexes obtained for the Romanian Black Sea sector in 2012 range between 0.55-17.27. Values higher than > 4.00 were calculated in 90 % of the samples, which demonstrates the anthropogenic nature of $\Sigma PAHs$ resulting as a follow-up of high temperature combustion.

The total SPAH index calculated for 2012 shows a pyrolytic pollution, through the incomplete combustion of fossil fuels, with the highest values in marine waters.

The Σ PAH monitoring in sediments indicates a very high pollution extent, with significant concentrations ranging within the domains 0.001-9.6246 and 0.030-4.5098 ($\mu\text{g/g}$) for pyrene and fluoranthene.



Distribution of Σ PAH concentrations ($\mu\text{g/l}$) in Romanian Black Sea waters, years 2006-2012



Distribution of the total Σ PAH pollution index on water bodies, 2012

Organochlorine pesticides

The total content of the nine compounds investigated (HCB, lindane, heptachlorine, aldrine, dieldrine, endrine, p,p'DDE, p,p' DDD, p,p' DDT) in water and sediment samples range within the following variation ranges for the analyzed environmental components: 0.0183-0.260 ($\mu\text{g/l}$) in water and 0.0017-0.17 in sediment ($\mu\text{g/g}$).

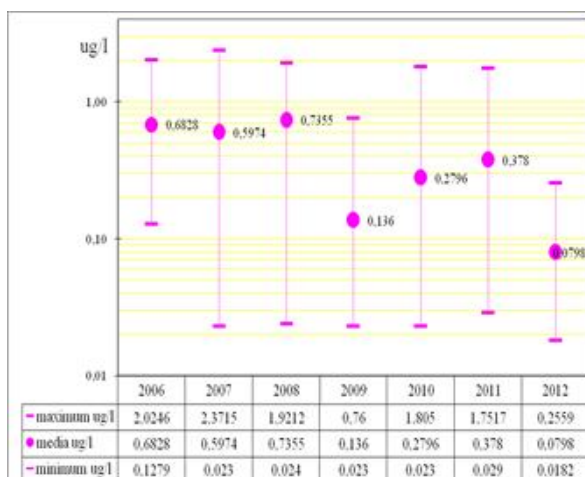
In water, the mean values of these compounds ranged between: 0.002-0.027 $\mu\text{g/l}$ for coastal, 0.002-0.025 $\mu\text{g/l}$ in marine waters and 0.003-0.062 $\mu\text{g/l}$ in transitional values.

In 2012, littoral waters were dominated by lindane, for which the highest values were measured in most stations, both in transitional, coastal and in marine waters.

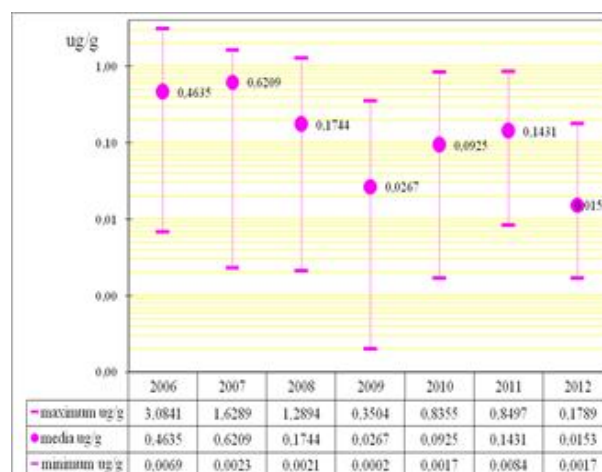
The highest organochlorine pesticide concentrations were measured in transitional waters, mainly in the Portita area. However, high organochlorine concentrations were reported, though, in coastal waters between Constanta South and Vama Veche.

In sediments pertaining to transitional and coastal waters, the dominant compounds were lindane, aldrine, p,p' DDT and its metabolites. The highest concentrations were recorded in sediments pertaining to transitional waters in the Sulina area.

In molluscs (*Mytilus*, *Rapana*, *Scapharca*, *Mya*), the bioaccumulation phenomenon was higher for the species *Rapana* and *Mya*, for most investigated compounds.



Total organochlorine pesticide Σ ($\mu\text{g/l}$) content in water in 2012, compared to 2006-2011



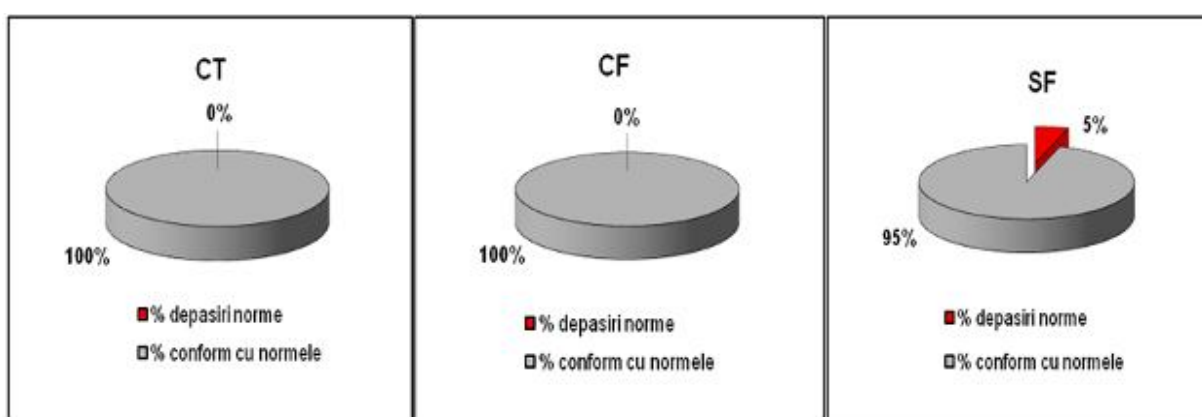
Total organochlorine pesticide Σ ($\mu\text{g/l}$) content in sediments in 2012, compared to 2006-2011

Microbiological load

In 2012, the microbiological load, state indicator of contaminants in the marine environment, was good in the southern part of the Romanian coast, the recorded concentrations of enterobacteria (total coliforms/TC, faecal coliforms/FC, faecal streptococci/FS) generally ranging below the National Regulations and European Community Directives and values showing the extent of faecal pollution of marine bathing waters.

The situation identified during the 2012 summer season pointed out an evolution of marine water quality depending directly on exceptional hydrological and weather conditions of the past five years (2008-2012), characterized by heat waves in summer, with very high temperatures of shallow marine waters.

The maximum values of the analyzed bacterial indicators (>16,000 germs/100 ml) were identified, as in previous years, in areas influenced by waste water discharges, with a potential negative impact on the marine environment and human health.



In 2012, only the faecal streptococci exceeded regulated values

STATE OF THE MARINE ECOSYSTEM

Phytoplankton

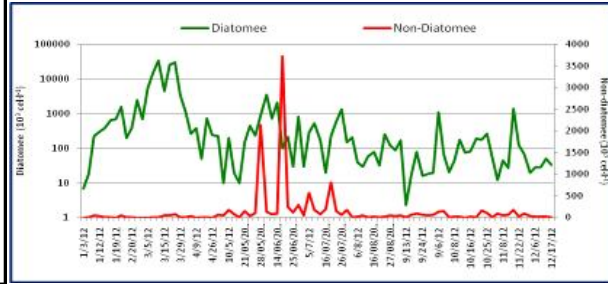
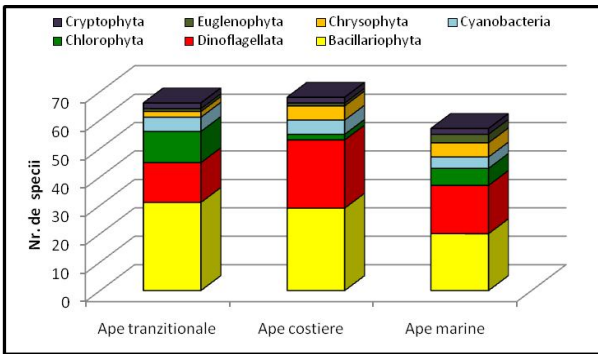
107 species were identified in the composition of phytoplankton, belonging to 7 taxonomic groups (Bacillariophyta, Dinoflagellata, Chlorophyta, Cyanobacteria, Chrysophyta, Euglenophyta and Cryptophyta). The greatest diversity was encountered in transitional and coastal waters, where diatoms

were dominant (31 and 29 species, respectively), followed by dinoflagellates. In marine waters, along with diatoms (35 %), the share of the other groups together was equal to diatoms (35 %), chlorophytes (11 %) and chrysophytes (9 %) being pointed out.

In coastal waters, the extent of phytoplankton development is much lower compared to transitional and marine waters, the maximum abundances being recorded in the Constanta South – 20 m isobath – and Mangalia – 5 m isobath. 2012 was characterized by a weak development of phytoplankton community.

Algal blooms

In 2012, three species developed more than 1 million cells per liter, similar to 2011, yet with a decreasing trend compared to the 8 species in 2010 and 6 species in 2009, namely *Skeletonema costatum*, *Nitzschia delicatissima*, *Peridinium quinquecorne*.



Taxonomic composition of phytoplankton in the Romanian Black Sea sector in 2012

Phytoplankton dynamics ($103 \text{ cel} \cdot \text{l}^{-1}$) in shallow waters in Mamaia in 2012

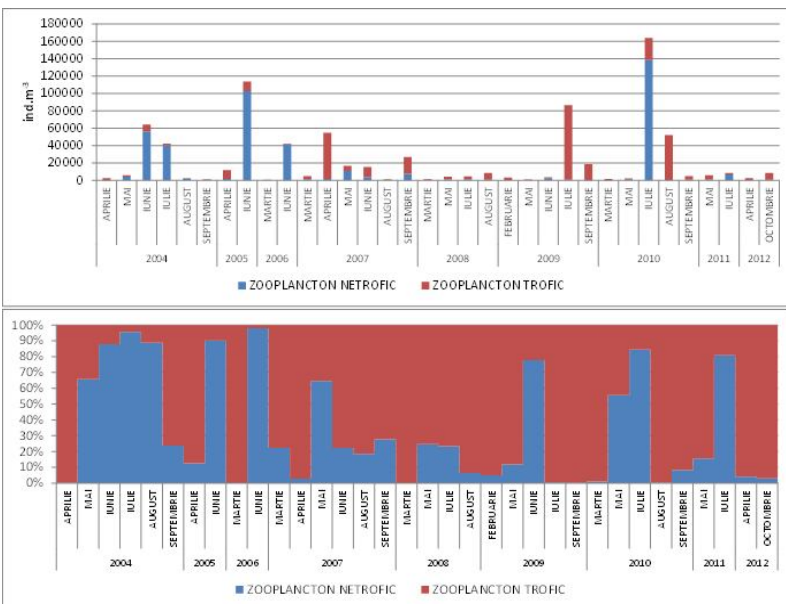
Zooplankton

The mean density and biomass values of non-trophic zooplankton recorded lower values compared to previous years, also due to the fact that its maximum development season (summer) was not sampled (the surveys performed only reflect the structure of zooplankton in spring and autumn).

The trophic component recorded the maximum development values near the shore, in the southern part of the coast, both in spring and in autumn.

30 taxa belonging to 12 taxonomic groups were identified in the qualitative structure of zooplankton, the highest number since 2004 to the present.

Among non-indigenous species, the ctenophores *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* and the copepod *Oithona davisae* (erroneously identified in the past as *Oithona brevicornis*) were reported.



Evolution of total zooplankton density structure during 2004-2012

The dinoflagellate *Noctiluca scintilans*, the copepods *Acartia clausi*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus* and *Centropages ponticus*, the cladoceran *Pleopis polyphemoides*, the appendicular *Oikopleura dioica* and the chaetognate *Parasagitta setosa* were constantly present in the samples analyzed. Also, in the northern part of the Romanian coast, freshwater species were encountered – *Daphnia cuculata*, *Bosmina longirostris*, *Podon* sp., as a follow-up of Danube river input.

Phytobenthos

In the summer of 2012, 20 taxa were identified, divided as follows: 9 species belonging to the Chlorophyta phylum, 1 species – Phaeophyta phylum (*Cystoseira barbata*), 8 species of the Rhodophyta phylum (7 species and one variation, namely *Ceramium rubrum* var. *barbatum*) and 2 phanerogames (*Zostera* (*Zosterella*) *moltei* and *Stuckenia pectinata*).

The dominance of green opportunistic algae was reported in the northern sector of the Romanian coast and the occurrence of the brown alga *Cystoseira barbata* in Mangalia, 2 Mai and Vama Veche, where it is known that marine waters have a better quality, allowing the recovery and development of this key-species for the marine ecosystem. In Mangalia, in summer, well developed *Cystoseira barbata* bushes were reported.

In 2 Mai, on a rough substrate, there is a *Cystoseira* meadows (between 1-3 m depth), with well developed, tall, epiphyted *Cystoseira barbata* specimens).

Vama Veche was known from previous studies as the area where *Cystoseira barbata* formed a wide meadow (1-3 m depth), with mature specimens and rich associated fauna. In addition, in Vama Veche, the occurrence of the red alga *Corallina officinalis* was reported.

Another species with a fundamental role in the marine ecosystem is the phanerogam *Zostera* (*Zosterella*) *moltei* (between 1-3 m depth in Mangalia).

Also the *Zostera* (*Zosterella*) *moltei* meadow in Navodari, distributed between 1-3 m depth, in association with *Stuckenia pectinata*, occurring between 0.5-4 m (approx. 960 g/m² b.p. between 2-3 m), maintains a stable state.



Zostera (*Zosterella*) *moltei* (Mangalia)



Cystoseira barbata (Vama Veche)

Zoobenthos

In 2012, 52 macrozoobenthos species were identified, the fauna array maintaining the features of previous years.

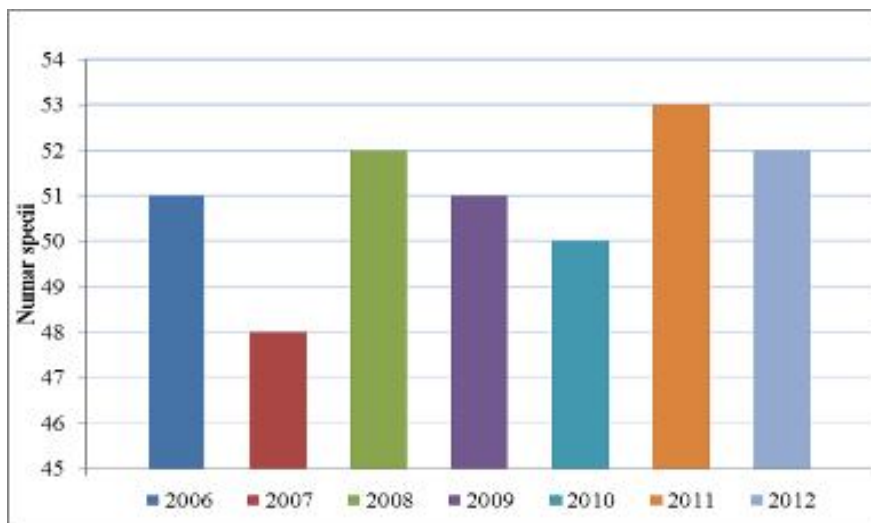
In 2012, a higher species diversity was reported in transitional waters, where 43 macrozoobenthos species were identified, comparable to 2011. The multiannual trend of the number of species identified in the Romanian Black Sea waters showed a slight, but continuous tendency of qualitative balancing.

In transitional waters (Sulina-Portita), the numerical abundance of macrozoobenthos species was 1.7 times lower than in 2011.

The bivalve molluscs *Lentidium mediterraneum* and *Parvicardium exiguum*, present in well structured populations from the qualitative point of view in shallow waters (5-20 m), contributed to the increase of biomass values about 2 times compared to the previous year.

In coastal areas, the estimation of macrozoobenthos biomasses at mean values ranging between 60-119 g/m² was close to the assessments made in 2010-2011, with slight growth variations.

The assessment of benthic community response to anthropogenic pressure on the marine environment quality was made using the biotic indexes (AMBI and M-AMBI) and the mean values obtained for the water bodies investigated during 2011-2012 showed a moderate quality state, with slight trends towards a good state in the south of the coast, less influenced by eutrophication.



Evolution of macrozoobenthos species in the Romanian Black Sea waters (Sulina – Vama Veche)

BIODIVERSITY INDICATORS

The state of biodiversity is defined by the occurrence of 300 species, compared to 200-300 identified during the past 15 years (700 sp. throughout the entire period): 26 endangered species of the 48 in the Red List.

The pressure – expressed by 29 alien species, 8 commercially exploited species (2 molluscs and 6 fish) and 12 anthropogenic activities.

Impact on biodiversity can be estimated by the ratio between the number of endangered species and the total number of identified species. Due to the fact that the endangered species list is updated once every 5 years, this indicator will be calculated after a subsequent revision of this list.

Due to the drop in marine research effort, only a small number of species are identified every year. The pressure on marine biodiversity and number of endangered species are still relevant.

Endangered species

The Red List of marine species was fully updated in 2008 and just for fish in 2009.

It comprises 220 species, listed in 8 IUCN categories: 18 macrophytes and angiosperms, 56 invertebrates, 141 fish and 4 mammals. The IUCN classification of fish species was fully changed in 2009.

Among the 30 species identified in 2012, 3 are rated Vulnerable VU (*Acipenser stellatus*, *Trachurus mediterraneus ponticus* and *Alosa pontica pontica*), 13 are rated Nearly Threatened NT, and 6 are Data Deficient (DD).

Concerning the marine mammals, in 2012 dolphins were not included in a special monitoring program. 176 stranded dolphins were identified, of which 160 *Phocoena phocoena* individuals, 6 *Tursiops truncatus* individuals and 10 *Delphinus delphis* individuals. We mention that 90 % of the stranded dolphins come from illegally set turbot gillnets.

The classification of the three dolphin species *Delphinus delphis*, *Phocoena phocoena* and *Tursiops truncatus* is similar to the previous assessment, namely Endangered (EN) both in the Black Sea and at national level, although in the IUCN Red List only *Tursiops truncatus* is rated Vulnerable (VU), while the other two are listed as Low Concern (LC).

STATE OF MARINE FISHERY STOCKS

In 2012, the industrial fishery activity in the Romanian Black Sea sector was made in two ways: active gear fishing, with coastal trawler vessels, up to 20 m depths, and fixed gear fishing, practiced along the coast in 18 fishing points, between Sulina-Vama Veche, in shallow waters, 3-11 m/trap nets, and also at 20-60 m depths/gillnets and longlines.

Stock biomass of the main fish species:

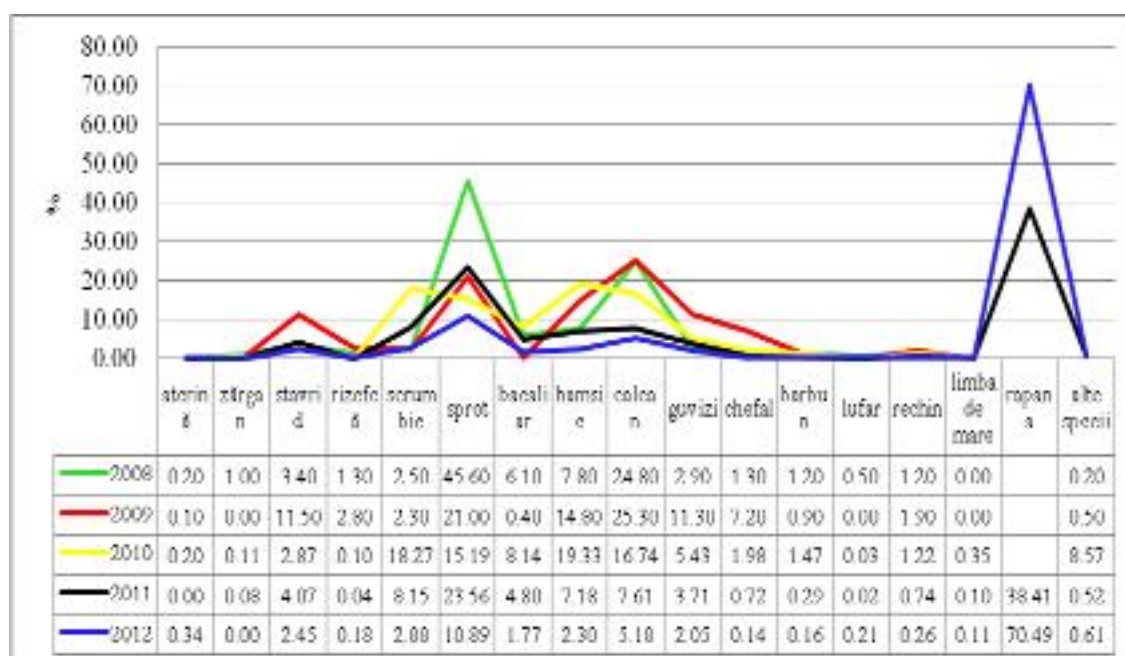
- for *sprat*, which generally had a natural, almost normal fluctuation and a relatively good stock, the biomass was estimated, similarly to the past five years, at about 60-65,000 tons, compared to 45,000 tons/2005 and 14,750 tons/2006;

- for *whiting*, the biomass was estimated at 6,000 tons, close to the values estimated during 2005-2008, but about three times smaller than the estimations of the past three years, when it ranged between 12,000 and 21,000 tons;
- for *turbot*, the biomass was estimated at approx. 650 tons, 50-70 % smaller than the values estimated during the past years, when it ranged between 1,147 t/2011 and 1,750 t/2008;
- in dogfish, the biomass was approx. 1,500-2,000 tons, almost equal to the biomass estimated during 2006-2009 (1,450-4,300 t).

Stocks (tons) of the main fish species in the Romanian Black Sea sector

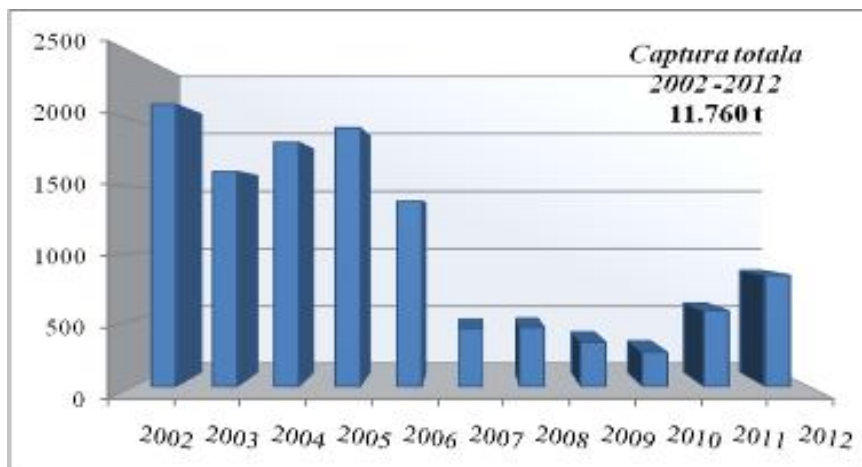
Species	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sprat	14,750	60,000	61,916	60,059	59,643	60,000	68,887
Whiting	7,000	6,000	8,659	11,846	20,948	21,000	5,650
Anchovy	20,000	20,000	20,000	-	-	-	-
Gobies	600	600	500	-	500	500	450
Turbot	1,150	1,300	1,750	1,500	1,149	1,147	628
Dogfish	2,000	4,300	1,450	2,500	13,051	10,000	1,550

The population structure shows, as in previous years, the occurrence in catches of a great number of species (more than 20), of which the most significant are small sized species (sprat, anchovy, whiting, horse mackerel, gobies), as well as larger species (turbot and Danube shad). We point out the low share of dogfish, garfish, mullet and bluefish, and also the occurrence of isolated individuals of the blue mackerel and bonito.



Catch structure (t) of the main fish species caught during 2008-2012

After a decreasing trend during 2002-2010, when catches dropped from more than 2,000 tons in 2002 to 1,390-1,940 t, during 2003-2006 and below 500 t during 2007-2009, reaching a minimum value in 2010/258 t, in the past 2 years the catches recorded an increasing trend, namely 568 t, in 2011, and 835 t, in 2012.



Total catch (t) achieved in the Romanian Black Sea sector during 2002-2012

118 goby gillnets, 3 beach seines, 40 mullet/flathead mullet gillnets, 160 dogfish gillnets, 252 longlines, 441 cages and 262 handlines.

The *Total Allowable Catch (TAC)*, for the main commercial fish species, in 2012 was the same as in 2011.

STATE OF MARINE PROTECTED AREAS

“Vama Veche – 2 Mai Marine Littoral Aquatory” (ROSCI0269)



Tourist beach in Vama Veche – 2 Mai

Since December 2011, NIMRD took again into custody the marine protected area “Vama Veche – 2 Mai Marine Littoral Aquatory” for a period of five years, by Agreement no. 306/13.12.2011, concluded between MEF and the Institute.

The priority conservation objectives for the site ROSCI0269 Vama Veche – 2 Mai are reaching a good conservation status for the habitats 1170-10 with *Pholas dactylus*, 1170-8 with *Cystoseira barbata* and 1170-2 with *Mytilus galloprovincialis*, all in slightly degraded state,

including the conservation of the representative species *Cystoseira barbata*, *Pholas dactylus* and *Corallina officinalis*. The mammal and fish species in Annex II of the Habitats Directive occurring in the site must be protected, namely: *Tursiops truncatus*, *Phocoena phocoena*, *Alosa immaculata* and *Alosa tanaica*.

Conservation state of the marine protected area compared to previous years:

The state and evolution trends of the marine and coastal environment in the “Vama Veche – 2 Mai Marine Littoral Aquatory” (ROSCI0269) continued to be monitored in 2012, from the physical, chemical and biological point of view.

The main physical-chemical and state indicators characterizing and regulating the level of eutrophication were analyzed, namely: salinity, *pH*, dissolved oxygen and inorganic nutrients.

Due to lack of rainfall and high temperatures during the warm season, the *salinity* was homogenous, ranging between 17.53-18.18 PSU, characteristic value for the brackish waters of the Black Sea.

The *pH* values ranged between 8.00-8.14, normal values.

The waters in the study area had a good oxygen ratio. No hypoxia events were recorded.

The phosphate concentrations, $(PO_4)^{3-}$, recorded values ranging between 0.02 μM and 0.23 μM , low values, comparable with the 1960s, reference period for the good quality status of Romanian Black Sea waters.

The fishing effort continues the reduction trend reported since 2000. Thus, in 2012, in active fishing (mid-water trawl), a single vessel was active and in stationary fishing a total number of 157 boats were active. In stationary fishing with fixed gear practiced along the Romanian coast, the following were used: 22 trap nets, 3,415 turbot gillnets, 585 shad gillnets,



***Cystoseira barbata* dominates the hard substrate in shallow waters**

both from the qualitative and quantitative point of view. Local conditions led to a good development of this species.

In 2012, 60 fish species were identified in the site, among which *Alosa tanaica* (Caspian shad) and *Alosa immaculata* (Danube shad), listed in Annex 2 of the Habitats Directive.

For the species *Alosa immaculata* 4-6 year old individuals were dominant, indicating the fact that they use the site for transit for migration.

The barren areas represented by the rocky shelf in the northern part of the reserve are undergoing a natural recovery process (extremely slow) and do not need special measures, different from the management measures applicable to the entire area of Zone B (buffer zone).



Mobile Monitoring Point of the Vama Veche – 2 Mai Reserve

Public awareness and communication

Communication and awareness raising activities are some of the pillars of the custodian team activity. For such purposes, information flyers with the description of the Reserve were drawn-up and printed, distributed both to tourists in the area and during various events hosted by NIMRD.

The nitrate concentrations, (NO₃⁻), ranged between 1.99-3.90 μM, low values, not exceeding the maximum allowed concentration.

The qualitative structure of phytoplankton in ROSCI0269 was characterized in 2012 by the occurrence of 102 species, belonging to the 7 algal taxonomic groups.

Both in 2 Mai and in Vama Veche, the phytobenthic vegetation array is dominated by the genus *Cladophora* from the quantitative point of view. Scarce *Ceramium* specimens were encountered in both stations. The perennial species *Cystoseira barbata* dominates on the hard substrate in shallow waters (0-3 m),

Monitoring the reserve

During 1 August-10 September 2012, the Mobile Monitoring Point of the Reserve (NIMRD's trailer) was moved into the area and stationed on the beach in Vama Veche.

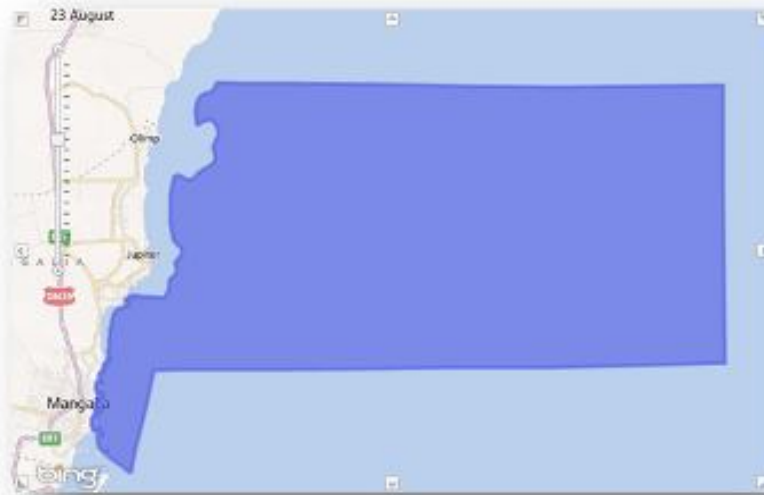
Researchers and technicians from the Institute provided permanence during this peak summer season period, carrying-out, besides research and monitoring the parameters and state of the marine protected area activities, ecological education and awareness raising activities, by lecturing and distributing brochures and flyers with information on the marine reserve and the marine environment in general.

MARINE HABITATS

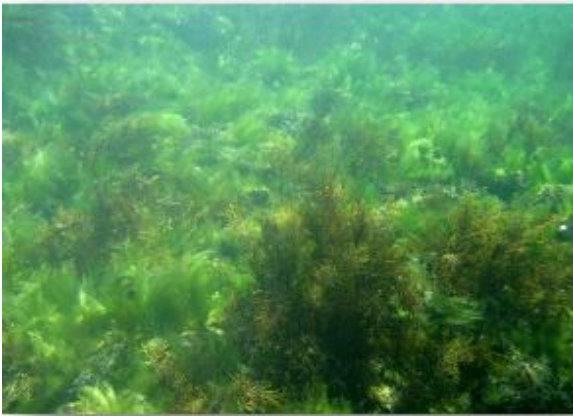
In 2012, research aiming at identifying and classifying the marine habitats in the two newly designated marine sites at the Romanian coast were performed, namely ROSCI0281 *Cape Aurora* and ROSCI0293 *Costinesti* – 23 August.

Identifying and classifying habitats in the site *ROSCI0281 Cape Aurora*

Two elementary Natura 2000 habitat types are found in the site: 1110 Sands and 1170 Reefs, with 8 subtypes.



Location of *ROSCI0281 Cape Aurora*



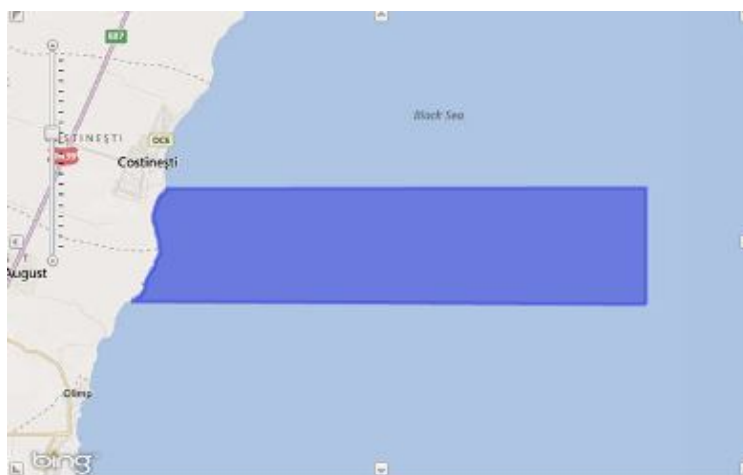
Infralittoral rock with photophylic algae in *ROSCI0281 Cape Aurora*



Circalittoral rock with *Mytilus galloprovincialis* in *ROSCI0281 Cape Aurora*

Identifying and classifying habitats in the site *ROSCI0293 Costinesti – 23 August*

The site is more diverse than the previous, 3 elementary habitat types occurring here (Natura 2000): 1110, 1140 Sands and 1170 Reefs, with 9 subtypes.



Location of *ROSCI0293 Costinesti – 23 August*



Circularittoral rock with *Mytilus galloprovincialis* in ROSCI0293 Costinesti – 23 August



Mid-littoral sands in ROSCI0293 Costinesti – 23 August



Lower mid-littoral rock in ROSCI0293 Costinesti – 23 August

Maritime Spatial Planning

In 2012, the definitions of MSP and ICZM changed again and they are currently sustainable development tools of the coastal area, as follows:

ICZM – is a tool for the integrated management of the coastal zone

PSM – is a tool and public process for the analysis and planning of the spatial and temporal distribution of human activities in the maritime area

In 2012, the following results were obtained in the field of MSP:

- setting-up the legal framework in fisheries, adaptable and easy to update;
- Identifying the international legislation harmonized at national level, drawn-up and/or under implementation in Romania, with permanent updating possibilities;
- Setting-up the integration of marine fisheries in the field of maritime spatial planning;
- Identifying the specific situations concerning conflicts (national and international) and pointing-out support-issues to solve case studies;
- Creating maps, photographs of the main coastal activities in land and marine protected areas, the thematic and integrated marine uses – in the field of fisheries, as well as the distribution of the most important species in the Romanian and Bulgarian maritime area.

INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT

ICZM at EU level

- 11-12 September 2012 – European Environment Agency – Copenhagen (EEA) – Joint EIONET and Member State Expert groups on Maritime Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management

- Linking MSP/ICZM: Land-sea interactions of marine and coastal activities; Potential synergies by linking MSP/ICZM process tools; Data sharing and management needs.

ICZM at Regional level

Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution – Advisory Group on Development of Common Methodologies for ICZM

Stock-Taking on Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in the Black Sea (2012)

The purposes of this questionnaire are:

(a) to perform the policy, legal and institutional stock-take as the basis for the future implementation of the ICZM

(b) to build on existing capacities and develop common novel approaches to support integrated policies for the coastal, marine and maritime realms of the Black Sea Basin in ways that are consistent with and relevant to the development of the ICZM Guidelines for the Black Sea

ICZM at National level – National Committee for Coastal Zone Meeting – September 2012

ANTHROPOGENIC PRESSURES

The main anthropogenic pressures were dealt with in extenso in the *Initial Assessment of the Marine Environment State*, pursuant to Article 8 of the Marine Strategy Framework Directive.

Thus, at the Romanian Black Sea coast, several economic activities and users of the marine environment, acting directly on it, were identified.

The local pressures generating organic substances/pollutants are concentrated in the southern part of the Romanian Black Sea coast, this area being the most developed from the industrial and urban point of view.

Anthropogenic pressures

Pressure	Economic activity	Sub-activity/Marine water use
Biological disturbances	Fisheries	Living resources catches Fish/Molluscs
Damages to the physical environment (from geological and geomorphological point of view, as well as constructed shoreline/infrastructure)	Anthropogenic origin structures (including the construction stage)	Coastal protection & protection against flooding
		Harbor operation
		Emplacing and operating offshore structures (other than those producing energy)
		Oil/gas extraction
Other disturbances of the physical-chemical environment	Transportation	Maritime transportation
		Marine litter
	Tourism	Tourism and leisure, including sailing, swimming
	Vessel construction	Pollution with solid wastes/noise/fumes
Nutrient and organic substance enrichment	Human settlements/Industry/Agriculture	Waste water discharges from industry/emissions; Waste water discharges from municipalities; Nutrients discharged by the Danube
Hazardous substances contamination	Industry	Hazardous substances discharge by the Danube

CONCLUSIONS

The state and evolution trends of the Romanian marine and coastal environment were monitored in 2012 from the physical, chemical and biological point of view, compared to the reference period of the 1960s and more recent data.

The state of the marine and coastal environment in 2012 confirms the general tendency of slight improvement of the monitored parameters.

With the aim of protecting and preserving marine biodiversity, the national and European coherent marine protected area network was developed in 2012, by the designation of 2 new sites: *ROSCI0281 Cape Aurora* and *ROSCI0293 Costinesti – 23 August*.

The synthesis of data for 2012, compared to historical data, on the state and evolution trends of the Romanian coastal and marine environment is part of the “Romanian Environmental Factors State Report”.

The following researchers brought their input to this materials:

L. Alexandrov, L. Boicenco, V. Coatu, D. Diaconeasa, C. Dumitrache, O. Dumitrescu, M. Golumbeanu, L. Lazar, V. Malciu, R. Mateescu, V. Maximov, D. Micu, E. Mihailov, M. Nenciu, S. Nicolaev, V. Nita, A. Oros, A. Spinu, E. Stoica, C. Tabarcea, F. Timofte, D. Tiganus, T. Zaharia.

COOPERATION BETWEEN ROMANIA AND UKRAINE IN THE FRAME OF CBC PROJECT: “STRENGTHENING THE REGIONAL CAPACITY TO SUPPORT THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE BLACK SEA FISHERIES” (SRCSSMBSF)-88

G. Radu, T. Zaharia

National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” (NIMRD)

Joint Operational Programme – Black Sea Basin 2007-2013

Priority 2: Sharing resources and competencies for environmental protection and conservation

Measure 2.1: Strengthening the joint knowledge and information base needed to address common challenges in the environmental protection of river and maritime systems

Project in brief

The major task of the Project is to develop methods for joint-regional stock assessment for the Black Sea that will ultimately enable researchers to determine the condition of stocks and advice on management strategies.

Beneficiary

National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” Constanta, Romania (NIMRD)

Name of the IPA Financial Beneficiary

Central Fisheries Research Institute, Trabzon, Turkey (CFRI)

Partnership

- Institute of Fishing Resources, Varna, Bulgaria (IFR)
- Institute of Oceanography of the Bulgarian Academy of Science, Varna (IOBAS)
- Southern Research Institute of Sea Fisheries and Oceanography (YugNIRO), Kerch
- Central Fisheries Research Institute, Trabzon (CFRI)
- Black Sea Technical University, Marine Science Faculty, Trabzon (KTU-MSF)

Locations of the Action

- Romania, Constanta County, Constanta;
- Bulgaria, Varna region, Varna;
- Turkey, Trabzon region, Trabzon;
- Ukraine, Odessa region.

Overall objective

Cooperation between the Black Sea riparian countries for knowing and rationally managing the marine ecosystem and its resources, carrying out diagnostics of fish stocks status as well as advice on management strategies

Specific objectives

- Harmonization of methods and tools to assess the present state of fish stocks by scientific surveys, **holistic models**;
- Alignment of the common methods for sampling, processing and interpretation data from fisheries and stock assessment using **analytic models**;
- Awareness of the fishery organizations and decision-makers from national fisheries regarding the need to use in the management strategies of the advice from research and joint – regional stock assessment.

Main activities

- Exchange of good practices in the fields of methods and tools to assess the present state of fish stocks by scientific surveys, **holistic models**;

- Strengthening the joint knowledge and information base needed to alignment of the common methods for sampling, processing and interpretation data from fisheries and stock assessment using **analytic models**;
- Promote of stronger integration and development of research, awareness and scientific partnerships in the fields of monitoring, control, protection and management of the Black Sea ecosystem and its living resources
- Project information and communications activities;
- Project management and coordination activities

Estimated outputs and results

- Meetings of specialists in assessment from the Black Sea coastal countries;
- Working visits and trainings of specialists;
- A best-practice guideline for stock assessment using scientific surveys realised in the national languages of partners and English (a guideline and standardized protocol which include the sampling gear (feature and handling), the design of the survey, the information collected, and the management of the data as far as the common standard analysis of the data);
- Manual of protocols on international methodology for sampling, samples processing, analysing and discussions of data and results, fishery statistics, stocks assessment by analytical models;
- Report on state of the Black Sea Fisheries;
- Management Plan for Black Sea Fisheries;
- Inventories of the national authorities, focal points, scientists and non-governmental organizations concerned with fisheries;
- Awareness materials;

Target groups

- scientists which are working in the field in the institutions involved in this project: NIMRD Constanta, Romania; IFR Varna, Bulgaria; IOBAS Varna, Bulgaria; YugNIRO Kerch , Ukraine; CFRI Trabzon, Turkey; KTU-MSF Trabzon, Turkey. They have activities that include fundamental, applied and technological development research in the fields of oceanography, marine and coastal engineering, ecology and environmental protection, as well as of the management of living resources in the Black Sea and other ocean areas.
- students from marine science of the universities in each country bordering the Black.

Relevance of the Action for the targeted beneficiaries

Taking into consideration that all Black Sea riparian states have access to the same resources, it is very important that information about them to be collected and analyzed using standardized methods. For assessment the transboundary distribution stocks it is difficult to combine the data from many sources and countries if they are not compatible.

One of the problems common to each country highlighted by the Preliminary Transboundary Analysis of the Black Sea (2007) is the “inadequate capacity to assess the ecosystem and perform basin-scale assessments” and also poor co-operation between riparian countries for knowledge and rational management of ecosystem and living resources.

In this context, the project promotes a stronger integration and development of research and scientific partnerships in the fields of monitoring, control and protection of the Black Sea ecosystem and its living resources. Also is promoted the use of research results as a basis for the setting of management objectives, reference points and performance criteria, as well as for ensuring adequate linkages between applied research and fisheries management.

Is undertaken a range of activities to improve the flow of information between scientists, decision-makers and stakeholders having as results:

- A projection of the yield, total and spawning stock biomass and recruitment for specified scenarios of fishing mortalities;
- Improvement of management of the Black Sea fish stock exploitation based on harmonized methodologies of assessments based on agreed regional criteria;
- Assessments of the efficiency of fisheries management system and impact of the existing fisheries practices;

Through its results, the project can:

- Facilitate the dimensioning of the fishing activity depending on the ecosystem's capacity of support;
- Support the establish of the total admissible catch depending on the stock status, permitting the efficient allocation of the fishing quotas and the corresponding dimensioning of the fishing effort;
- Support the achievement of the maximum sustainable yield (MSY) without threatening the environment and living marine resources.
- The project helps to the conservation of biodiversity, habitats and living marine resources, and proposes solutions for a management of regional fisheries based on the eco-systemic approach;
- Through advice on management strategies, assure the stable places of work both in the production of materials and fishing equipment, and also in processing and marketing;
- Contribute in the increasing of welfare of local communities, through the apparition of new places of work.

Final beneficiaries

- scientists who are members of the Advisory Group on Environmental Aspects of Management of Fisheries and Other Living Resources (AG FOMLR);
- scientists members of AG B (Advisory Group on Biodiversity) and Black Sea Subgroup for Fish Stock Assessment;
- scientists members of SAC (Scientific Advisory Committee) – GFCM (General Fisheries Commission for Mediterranean);
- national authorities from Black Sea riparian countries in the fishery field, decision – makers in the fisheries management, fisheries organizations, fishery enterprises and fishermen from Black Sea coastal area.

Duration

24 months

Budget

Total eligible cost of the Action

ENPI partners: EUR 380,271.05

IPA partners: EUR 106,138.65

Total funds: EUR 486,409

Amount requested from the Joint Managing Authority

ENPI funds: EUR 342,243.95

IPA partners: EUR 95,524.73

Total grant: EUR 437,768.73

Contact person

- Dr. Simion NICOLAEV – Project coordinator, Director of the National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” Constanta, Romania (NIMRD);
- Dr. Gheorghe RADU – Project scientific coordinator, Senior Fisheries Scientist in the National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” Constanta, Romania (NIMRD).

СОДЕРЖАНИЕ

Гришин А.Н., Сербин В.В., Крискевич Л.В. Климатические предпосылки формирования зимовальных скоплений хамсы (<i>Engraulis encrasicolus</i> (L)) у Восточного побережья Крыма	4
Куропаткин А.П., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г., Жукова С.В., Шишкин В.М., Подмарева Т.И., Фоменко И.Ф., Лутынская Л.А. Исследования закономерностей формирования пространственно-временной структуры термогалинного расслоения вод Азовского моря	8
Букатов А.А. Оценка времени начала замерзания Азовского моря	15
Букатов А.Е., Павленко Е.А. Анализ влияния объемов стока Дона и Кубани на изменчивость плотностной стратификации вод Азовского моря	21
Гулин М.Б., Тимофеев В.А., Коваленко М.В., Чекалов В.П., Бондаренко Л.В., Аннинская И.Н., Иванова Е.А. Трансформация затопленных морем фрагментов речных систем в морские биогеоценозы	30
Горун В.В. Анализ методик расчета диффузии взвеси в водной среде и разработка новой методики	39
Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Донная растительность рекреационной зоны бухты Балаклавская	46
Орехова Н.А., Моисеенко О.Г., Коновалов С. К. Исследование геохимических характеристик Севастопольской бухты	55
Брянцев В.А. Возможность многолетнего прогноза состояния экосистем Баренцева моря	59
Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Себах Л.К. Природоохранные исследования ЮгНИРО в районе рейдовых перегрузок в Керченском проливе	61
Зуев Г.В., Бондарев В.А. Размерно-возрастная структура популяции черноморского шпрота <i>Sprattus sprattus phalericus</i> (Risso) у побережья Крыма	67
Морозова М.А., Демидова А.В., Федоренко Г.А. Микробиологические критерии оценки промысловых рыб восточной части Таганрогского залива	76
Евченко О.В. Сравнительная характеристика биологических параметров рапаны Западного и Восточного побережья Крыма	79
Пашков А.Н., Решетников С.И., Махров А.А. К вопросу о встречаемости в водах Краснодарского края четырехполосого хромогобиуса <i>Chromogobius quadrivittatus</i> (Steindachner, 1863) (Pisces, Gobiidae)	83
Корзун Ю.В., Парамонов В.В., Кухарев Н.Н. О доступности ресурсов открытых вод Северо-Западной Атлантики для промыслового флота Украины	88
Корзун Ю.В., Парамонов В.В., Кухарев Н.Н. О практике регулирования промысла в зоне НАФО	92
Кухарев Н.Н. Могут ли быть созданы морские охраняемые районы в открытых водах Мирового океана?	95
Корзун Ю.В., Кухарев Н.Н., Парамонов В.В. К вопросу о ратификации Украиной дополненной Конвенции НАФО	112
Туркулова В.Н., Булли Л.И., Новоселова Н.В., Евченко О.В., Опекунова А.А., Бобова А. С., Сапронова Е.А. Динамика роста и выживаемости молоди черноморского калкана (<i>Psetta maeutica maeutica</i> Pallas) при годовом цикле выращивания в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное»	120
Новоселова Н.В. Опыт массового культивирования инфузорий в морской воде	129

Крючков В.Г. Рифовые сооружения для биомелиорации Керченской бухты	136
Губанов В.И., Родионова Н.Ю. Диагноз трофности вод в районе расположения мидийно-устричной фермы (Черное море, Крым, Голубой залив)	146
Трощенко О.А., Субботин А.А., Щуров С.В., Еремин И.Ю. Двухлетний цикл наблюдений за термохалинным режимом на мидийно-устричной ферме в районе Кацивели (Черное море)	152
Щуров С.В., Субботин А.А., Трощенко О.А., Богданова Т.А. Исследование апвеллингов в районе мидийной фермы в бухте Ласпи (Черное море)	157
Варигин А.Ю. Экзогенная сукцессия обрастания гидротехнических сооружений в Одесском заливе Черного моря	164
Васечкина Е.Ф. Имитационная модель грацилярии как одного из компонентов интегрированной поликультуры	166
Яковлева Т.В., Кружиліна С.В. Біопродукційний потенціал дніпровських водосховищ як основа для здійснення заходів з штучного відтворення іхтіофауни	174
Гейна К.М., Горбонос В.М., Гейна Ю.К. Ефективність відтворення та якісний склад молоді риб пониззя Дніпра на початку ХХІ століття	178
Карнаухов Г.И., Склярлов В.Я. Повышение рыбопродуктивности водоемов комплексного назначения юга России	182
Стафикопуло А.М. Создание ставных неводов штормоустойчивой конструкции на Азово-Черноморском бассейне	186
Козлова С.Л., Богомоллова В.В., Есина Л.М. Перспективные направления исследований ЮгНИРО в области технологии рыбы и нерыбных объектов Черного и Азовского морей	192
Береговая Н.М., Геворгиз Р.Г., Нехорошев М.В. Получение фикобилипротеинов методом горячей экстракции из биомассы спирулины	195
Кулакова Е.О., Соколова О.И., Троценко Б.Г. Электронный каталог ЮгНИРО как часть Европейского проекта Union Catalogue, инициированного группой ODINECET	198
Смирнов С.С. Основы работы с картографической системой TileMill	204
Тонева Д.С., Станева А.Б. Implementation of MSF (the Bulgarian experience)	208
Райков В.Ст., Янкова М.Х. Length-weight relationship of Thornback ray (<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758) from Bulgarian Black Sea coast	215
Akbulut B., Aydin I., Kucuk E. State and rearing model of Rainbow trout culture in sea cages in the Turkish coastal water of the Black Sea	221
Nicolaev S., Zaharia T. Romanian marine and coastal environment state report for 2012	222
Radu G., Zaharia T. Cooperation between Romania and Ukraine in the frame of CBC project: "Strengthening the Regional Capacity to Support the Sustainable Management of the Black Sea Fisheries" (SRCSSMBSF)-88	244

CONTENTS

Grishin A.N., Serbin V.V., Kriskevich K.V. Climatic preconditions of formation of the anchovy (<i>Engraulis encrasicolus</i> (L)) wintering aggregations at the eastern coast of the Crimea	4
Kuropatkin A.P., Burlachko D.S., Karmanov V.G., Zhukova S.V., Shishkin V.M., Podmareva T.I., Fomenko I.F., Lutynskaya L.A. Research of regularities in spatio temporal structure formation of thermohaline stratification of the Azov Sea waters	8
Bukatov A.A. Estimated time of the Azov Sea freezing start	15
Bukatov A. E., Pavlenko E. A. Impact analysis of the Danube and Kuban rivers flow volume on changeability of the water density stratification of the Azov Sea	21
Gulin M.B., Timofeev V.A., Kovalenko M.V., Chekalov V. P., Bondarenko L.V., Anninskaya I.N., Ivanova E.A. Transformation of the river systems fragments flooded by sea into marine biogeocenoses	30
Gorun V.V. Analysis of the calculation methodologies of suspended matter diffusion in water environment and development of a new methodology	39
Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Bottom vegetation of the recreation area of the Balaklava Bay	46
Orekhova N.A., Moiseenko O.G., Konovalov S.K. Study of the Sevastopol Bay geochemical features	55
Bryantsev V. A. Possibility of the long-term forecast for the ecosystems state of the Barents Sea	59
Zhugaylo S.S., Avdeeva T.M., Sebakh L.K. Nature conservation research of YugNIRO in the area of raid transshipment in the Kerch Strait	61
Zuev G.V., Bondarev V.A. Size and age structure of the Black Sea Sprat <i>Sprattus sprattus phalericus</i> (Risso) population off the Crimean coast	67
Morozova M.A., Demidova A.V., Fedorenko G.A. Microbiological assessment criteria of the commercial fish species in the eastern part of the Taganrog Bay	76
Evchenko O.V. Comparative characteristic of the rapana biological parameters on the Western and Eastern coasts of the Crimea	79
Pashkov A.N., Reshetnikov S.I., Makhrov A.A. On the issue of occurrence frequency of the chestnut goby <i>Chromogobius quadrivittatus</i> (Steindachner, 1863) (Pisces, Gobiidae) in the waters of Krasnodar Territory	83
Korzun Yu.V., Paramonov V.V., Kukharev N.N. On availability of the high seas resources in the Northwest Atlantic for the fishing fleet of Ukraine	88
Korzun Yu.V., Paramonov V.V., Kukharev N.N. On the fishery regulation practice in the NAFO area	92
Kukharev N.N. Can marine protected areas be organized in the high seas of the World Ocean?	95
Korzun Yu.V., Kukharev N.N., Paramonov V.V. On ratification by Ukraine the amended NAFO Convention	112
Turkulova V.N., Bulli L.I., Novoselova N.V., Evchenko O.V., Opekunova A.A., Bobova A.S., Sapronova E.A. Growth and survivability dynamics of the Black Sea turbot juveniles (<i>Psetta maotica maotica</i> Pallas) in the culture yearly cycle under conditions of the pool fish farm at the YugNIRO scientific research base «Zavetnoe»	120
Novoselova N.V. Experience of the ciliate mass culture in the sea water	129
Kryuchkov V.G. Reef constructions for bioreclamation of the Kerch Bay	136
Gubanov V.I., Rodionova N.Yu. Trophic water diagnosis in the area of the mussel-oyster farm location (the Black Sea, Crimea, the Goluboy Bay)	146

Troshchenko O.A., Subbotin A.A., Shchurov S.V., Eremin I.Yu. Two-year cycle of the thermohaline regime observations on the mussel-oyster farm in the Katsiveli area (the Black Sea)	152
Shchurov S.V., Subbotin A.A., Troshchenko O.A., Bogdanova T.A. Study of upwellings in the area of the mussel farm in the Laspi Bay (the Black Sea)	157
Varigin A.Yu. Exogenic succession of the hydrotechnical constructions fouling in the Odessa Bay of the Black Sea	164
Vasechkina E.F. Simulation model of gracilaria as one of the components of the integrated polyculture	166
Yakovleva T.V., Kruzhylina S.V. Bioproduction potential of the Dnieper reservoirs as the basis for implementation of measures for ichthyofauna artificial reproduction	174
Geyna K.M., Gorbonos V.M., Geyna Yu.K. Reproduction efficiency and qualitative composition of the fish juveniles in the lower Dnieper River at the beginning of the XXI century	178
Karnaukhov G.I., Sklyarov V.Ya. Fish productivity increase of the multi-purpose water bodies in the south of Russia	182
Stafikopulo A.M. Construction of fixed nets with storm resistant design in the Azov and Black Seas Basin	186
Kozlova S.L., Bogomolova V.V., Esina L.M. YugNIRO prospective research trends in the technological sphere of fish and non-fish objects of the Black and Azov Seas	192
Beregovaya N.M., Gevorgiz R.G., Nekhoroshev M.V. Preparation of phycobiliproteins from the spirulina biomass with the use of hot extraction method	195
Kulakova E.O., Sokolova O.I., Trotsenko B.G. YugNIRO e-catalogue as a part of the European project Union Catalogue, initiated by the ODINECET Group	198
Smirnov S.S. Basic concepts of the cartographic system TileMill	204
Toneva Daniela S., Staneva Anna B. Implementation of MSFD (the Bulgarian experience)	208
Raykov V.St., Yankova M.H. Length-weight relationship of Thornback ray (<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758) from Bulgarian Black Sea coast	215
Akbulut Bilal, Aydin Ilhan, Kucuk Ercan. State and rearing model of Rainbow trout culture in sea cages in the Turkish coastal water of the Black Sea	221
Nicolaev Simion, Zaharia Tania. Romanian marine and coastal environment state report for 2012	222
Radu Gheorghe, Zaharia Tania. Cooperation between Romania and Ukraine in the frame of CBC project: “Strengthening the Regional Capacity to Support the Sustainable Management of the Black Sea Fisheries” (SRCSSMBSF)-88	244

**СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА**

МАТЕРИАЛЫ VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Главный редактор, к. геогр. н. *О. А. Петренко*

Технические редакторы *Е. О. Кулакова, Е. А. Савчук*

Подписано в печать 05.06.2013 г.

Формат 210 x 298. Усл. печ. л. 28,25. Тираж 100 экз.

2013 Издательский Центр Южного
научно-исследовательского института морского
рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)